

**Lean Management numa Linha de Produção de Pegadeiras na
IETA - Indústria de Estofos e Transformação de Automóveis**

Manuel Henrique Viana da Silva

Dissertação de Mestrado

Orientador na FEUP: Eng. Paulo Osswald

Orientador na IETA: Eng. Joaquim Soares



FEUP

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

2011-07-01

Resumo

A dissertação descreve a implementação e desenvolvimento da filosofia Lean Management numa linha de produção de uma empresa metalomecânica, com vista a otimizar e rentabilizar recursos, reduzir custos associados, promover o pensamento crítico e instaurar o espírito de melhoria contínua.

A metodologia utilizada no projecto centra-se na aplicação de ferramentas lean, nomeadamente 5s e *Value Stream Mapping* (VSM). O alvo da aplicação destas ferramentas consiste numa linha de produção de pegadeiras, linha de apoios de mão para tractores, na previsão de um grande aumento de produção desta família de produtos.

As ferramentas foram retratadas através de fotografias permitindo um meio de comparação entre o estado inicial e final, com auxílio a desenho de *layout*, diagrama de *spaghetti* e análise tartaruga.

Como resultado da aplicação dos 5s houve melhorias em fluxos de informação e de procedimentos, ultrapassando as expectativas esperadas. Por sua vez com a ferramenta VSM foram propostas alterações de *layout*, com objectivo de reduzir o *lead time* e tempo de resposta ao cliente.

Lean Management on a Production Line of Handles

Abstract

The dissertation describe the development and implementation of Lean Management in a production line for a metalwork company with the aim to optimize and monetize resources, reduce costs, promote critical thinking and achieve the spirit of continuous improvement.

In methodology used the project focuses on the application of lean tools including 5s and Value Stream Mapping (VSM). The application target of these tools was a handles production line, a line of handholds for tractors, in the forecast of a huge increase of production for this product family. The tools were represented through pictures allowing a means of comparison between the initial and final state, with assistance drawing the layout, spaghetti diagram and turtle analysis.

As a result 5s tool implementing it had improvement in flow of information and procedures, exceeding the expectations. For its turn layout changes have been proposed with VSM tool aiming to reduce the lead-time and the client time response.

Agradecimentos

Ao Engenheiro Joaquim Soares, orientador da empresa IETA SA, por todo o apoio e aconselhamento e por todas as palavras de incentivo e confiança durante todo o estágio.

Aos colaboradores dos Departamentos de Engenharia, Comercial e Produção, nomeadamente Eng. Abílio Soares, Sr. Luís Pinto, Pedro Soares, Rui, Mota, Pedro Monteiro, João, Sueli, Carlos, Eurico e a todos os outros, pela cooperação e espírito de entreajuda que criaram no ambiente de trabalho.

Agradeço à IETA, pelo apoio financeiro e oportunidade de estágio, aos administradores Sr. Armando Soares, Sr. Abílio Soares, Sr. Berto Soares, Sr. Mário Soares e Sr. Rui Costa.

Ao Engenheiro Paulo Osswald, orientador da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, por toda a sua disponibilidade e auxílio prestado.

De uma forma geral, a todos aqueles que me apoiaram e me colocaram à prova, pois o fizeram com objectivo de me ajudar a procurar e encontrar sempre as melhores soluções.

E por ultimo mas não menos importante, aos meus familiares e amigos, com especial atenção à Catarina Antunes e Cristina Antunes. A todos o meu muito obrigado.

Índice de Conteúdos

1	Introdução	1
1.1	Apresentação da Empresa IETA	1
1.2	O Projecto “Lean Management” na Empresa IETA	2
1.3	Método seguido no projecto	3
1.4	Implementação da solução	4
1.5	Temas Abordados e sua Organização no Presente Relatório	4
2	Lean Management	5
2.1	História <i>Lean</i>	5
2.2	Filosofia <i>Lean</i>	6
2.3	Princípios “ <i>Lean Thinking</i> ” e as suas ferramentas	6
2.4	Conceitos <i>Lean</i>	8
2.5	Ferramentas <i>Lean</i>	11
3	Estado inicial da linha produtiva em estudo	14
3.1	Introdução	14
3.2	Linha produtiva de pegadeiras inicial	14
3.3	Capacidade inicial	16
3.4	Capacidade de produção com novas pegadeiras	17
3.5	Ligação de processos	18
3.6	Medição dos tempos de ciclo do estado inicial	18
3.7	Estado inicial do <i>Value Stream Mapping</i>	19
3.8	Melhorias por parte do Departamento de Engenharia	21
4	Análise VSM	22
4.1	Desenvolvimento do balanceamento em linha	22
4.2	Desenvolvimento do balanceamento em célula com as novas pegadeiras	29
4.3	Alterações efectuadas com vista ao VSM	37
5	Aplicação prática 5s na linha de produção	40
5.1	Introdução dos 5s na IETA SA	40
5.2	Definição e acção de formação da equipa	40
5.3	Alvo de acção	41
5.4	Implementação dos 5s	41
5.5	Síntese	50
6	Conclusão e perspectivas futuras	51
	Referências	53
	ANEXO A: Planeamento do projecto Auto 2015.	54
	ANEXO B: Fotografias de todos os tipos de pegadeiras.	56
	ANEXO C: Análise Tartaruga da linha de pegadeiras.	57
	ANEXO D: Diagrama de <i>Spaghetti</i> dos processos da linha de pegadeiras.	58
	ANEXO E: <i>Layout</i> inicial da secção de conformação de tubo.	59
	ANEXO F: <i>Value Stream Mapping</i> do estado inicial – restantes tipos de pegadeiras.	60
	ANEXO G: <i>Value Stream Mapping</i> do estado pretendido – restantes tipos de pegadeiras.	67
	ANEXO H: Diagrama de Gantt do futuro robot de corte – determinação do tempo de ciclo.	74

ANEXO I: <i>Value Stream Mapping</i> do estado futuro – restantes tipos de pegadeiras.	75
ANEXO J: Acção de formação da equipa 5s	76
ANEXO K: Descrição dos itens a remover e a sua respectiva acção.....	77
ANEXO L: Estado inicial e final ao pormenor de várias máquinas	78
ANEXO M: Procedimento de pintura.....	82
ANEXO N: Planeamento de acções da aplicação 5s	83

Índice de Figuras

Figura 1 - Fotografia da pegadeira tipo corte duplo.	2
Figura 2 - Exemplo do conceito <i>Mura</i> , <i>Muri</i> e <i>Muda</i> (Marchwinski and Shook, 2003).	9
Figura 3 - Imagens dos processos de produção das pegadeiras.	14
Figura 4 - Esquema da linha de produção de pegadeiras inicial.	15
Figura 5 - VSM no estado inicial da pegadeira tipo corte duplo.	20
Figura 6 - <i>Layout</i> inicial e final do corte excedente duplo e representação de fluxo.	22
Figura 7 - Diagrama de Gantt para o planeamento da produção - 1ª abordagem.	25
Figura 8 - VSM pretendido na pegadeira corte duplo - 1ª abordagem.	26
Figura 9 - Fotografia do robot de duas posições disponível.	29
Figura 10 - Alterações do <i>layout</i> para implementação do robot de corte.	30
Figura 11 - Diagrama de Gantt para o planeamento da produção - 2ª abordagem.	33
Figura 12 - VSM pretendido na pegadeira corte duplo - 2ª abordagem.	34
Figura 13 - Fotografia da mudança de <i>layout</i> da máquina de corte de excedente duplo.	37
Figura 14 - Fotografia representativa do fluxo entre dobragem e corte de excedente.	38
Figura 15 - Fotografia da máquina de repassar a rosca.	38
Figura 16 - Fotografia panorâmica inicial do sector de conformação de tubo.	41
Figura 17 - Fotografia de <i>jigs</i> de controlo na zona de espera com as respectivas <i>red tags</i>	42
Figura 18 - Local da zona de espera no seu estado inicial.	44
Figura 19 - Fotografia do carro desenvolvido para e-turn e projecto do <i>solidworks</i>	46
Figura 20 - Quadro de informação actual dos 5s.	49

Índice de Tabelas

Tabela 1 - Relação entre o princípio valor e as suas ferramentas (Picchi, 2003).	6
Tabela 2 - Relação entre o princípio fluxo de valor e as suas ferramentas (Picchi, 2003).	7
Tabela 3 - Relação entre o princípio fluxo e as suas ferramentas (Picchi, 2003).	7
Tabela 4 - Relação entre o princípio <i>pull</i> e as suas ferramentas (Picchi, 2003).	7
Tabela 5 - Relação entre o princípio perfeição e as suas ferramentas (Picchi, 2003).	8
Tabela 6 - Parque de máquinas disponível para a produção de pegadeiras.	16
Tabela 7 - Quantidades em contrato e previstas para 2011 de pegadeiras.	16
Tabela 8 - Taxas de ocupação para as pegadeiras actuais à ocupação de um só turno.	17
Tabela 9 - Quantidades em contrato e previstas a partir de Agosto de 2011 das novas pegadeiras. .	17
Tabela 10 - Taxas de ocupação para com pegadeiras futuras à ocupação de um só turno.....	18
Tabela 11 - Tempos de ciclo (Tc) e de ocupação semanal (Ts) com <i>set-up</i> incluídos.	18
Tabela 12 - Média dos dias de espera entre processos para cada tipo de pegadeira.	19
Tabela 13 - Resumo dos dados obtidos no VSM inicial para cada tipo de pegadeira.	20
Tabela 14 - Tempo de ciclo da dobragem e do corte de excedente duplo.	23
Tabela 15 - Tempos de ciclo (Tciclo) para todas pegadeiras e operações - 1ª abordagem.	23
Tabela 16 - Alteração da ocupação semanal na soldadura e remoção de salpicos.	24
Tabela 17 - Determinação das horas semanais de todas as operações - 1ª abordagem.....	24
Tabela 18 - Identificação do gargalo da produção - 1ª abordagem.....	25
Tabela 19 - <i>Lead time</i> estimado para cada tipo de pegadeira - 1ª abordagem.....	25
Tabela 20 - <i>Lead time</i> , rácios e WIP estimados pela análise VSM pretendida.	27
Tabela 21 - Cálculo da redução dos custos financeiros improdutivo.....	27
Tabela 22 - Resumo dos proveitos estimados e custo da aplicação.....	28
Tabela 23 - Tempos de ciclo para todos os tipos de pegadeira do robot de corte.....	30
Tabela 24 - Determinação do <i>Takt time</i> para balanceamento a um turno de 40 horas/semana.	31
Tabela 25 - Determinação do <i>Takt time</i> para as células a um turno de 40 horas/semana.	31
Tabela 26 - Tempo de <i>buffer</i> mínimo entre cada célula.	31
Tabela 27 - Tempos de ciclo (Tciclo) de todas pegadeiras e operações - 2ª abordagem.	32
Tabela 28 - Determinação das horas semanais de todas as operações - 2ª abordagem.....	33
Tabela 29 - Identificação do gargalo da produção - 2ª abordagem.....	33
Tabela 30 - <i>Lead time</i> estimado para cada tipo de pegadeira - 2ª abordagem.....	33
Tabela 31 - <i>Lead time</i> e rácios estimados pela análise do VSM futuro.....	34
Tabela 32 - Cálculo do <i>stock</i> WIP.....	34

Tabela 33 - Custos necessários para implementação do <i>layout</i>	35
Tabela 34 - Variação WIP da segunda abordagem relativamente ao estado inicial.	35
Tabela 35 - Proveitos com o pessoal.	35
Tabela 36 - Resumo dos custos e lucros.	36
Tabela 37 - Fotografias iniciais e finais da aplicação do primeiro pilar.	43
Tabela 38 - Fotografias iniciais e finais da aplicação do segundo pilar.	46

1 Introdução

1.1 Apresentação da Empresa IETA

A IETA SA, fundada por Manuel Soares Gonçalves, é uma empresa familiar que opera há cerca de 70 anos. Iniciou a sua actividade na reparação de automóveis mas cedo se instalou no sector de fabrico de componentes para a indústria automóvel.

Dotada de recursos humanos qualificados, a IETA SA é composta por duzentos colaboradores e vocacionada para o Mercado Externo (90%), estando 87% da sua produção destinada à indústria automóvel. Munida de tecnologia em prensas, equipamentos de soldadura robotizados, diversos centros de corte e dobragem de precisão, pintura electrostática, laboratório de qualidade e sofisticados meios de medição e controlo. Presentemente esta empresa tem como base de fabrico a conformação de metais estando especializada em conformação de chapa, tubos e construções soldadas, maioritariamente assentos para veículos.

Na década de 90, a IETA SA diversificou a sua gama de produtos, com a produção de sistemas de interiores em pele, como bancos e painéis para automóveis, autocarros e barcos, adquirindo tecnologia de corte específica e, alcançando, deste modo, mercados de nicho e *aftermarket*.

Em inícios do ano de 2000 surgiu a IETAdesign, uma nova área de negócio que actua na criação, desenvolvimento e produção de mobiliário urbano, sendo a IETA das poucas empresas a nível nacional a trabalhar nesta área e capaz de unir estas três vertentes. A IETAdesign é uma marca patenteada, bem difundida no mercado nacional, detentora de diversos prémios nacionais e internacionais, que alia o *design* a sinergias herdadas de longa experiência na conformação metálica.

Actualmente a empresa concentrou a conformação de metais na unidade fabril de Castelo de Paiva, os estofos na unidade fabril de Oliveira do Douro e o mobiliário urbano e gabinete editor, em Vila Nova de Gaia.

A IETA SA relativamente a certificação de qualidade, hoje em dia é certificada pela norma ISO/TS 16949, norma específica para a indústria automóvel. É também relevante salientar que, após uma auditoria ambiental do IKEA, foi emitida a respectiva certificação denominada IWAY.

1.2 O Projecto “Lean Management” na Empresa IETA

A redução do número de encomendas e a suspensão em algumas linhas de produtos, em 2009, levou à descontinuação de alguns projectos de gestão, nomeadamente aplicação de sistema *Kanban*, *5s* e eventos *Kaizen*. Em Julho de 2010, verificando-se uma retoma das encomendas e a perspectiva de um aumento de actividade significativo na linha de pegadeiras, a IETA SA constatou que não possuía capacidade de resposta imediata, mas que tinha margem de melhorias através da redução do desperdício na sua linha produtiva, escolhendo o “lean management” com essa finalidade.

Para o efeito, concorreu a um projecto desenvolvido pelo CEIIA, Centro para a Excelência e Inovação na Indústria Automóvel, projecto designado por AUTO 2015, o qual consiste numa aplicação de técnicas *Lean*, com um calendário, que pode ser consultado no ANEXO A, bem definido, de Março a fim de Maio. O presente trabalho “Lean Management numa Linha de Produção de Pegadeiras” decorreu no âmbito desse projecto.

O projecto Auto 2015 contempla um programa de desenvolvimento de fornecedores, o qual prepara as empresas para os novos desafios da mobilidade eléctrica, produções competitivas em pequenas séries segundo os mais elevados *standards* da indústria automóvel, preparação essa baseada nos seguintes conceitos *Lean*: sistema de gestão visual; sistema de planeamento; melhor uso do espaço, movimentação de materiais e de fluxo de produção; nível de *stock* e trabalho em curso de produção; trabalho em equipa e motivação. Todos estes planos de melhoria foram auditados no final de Maio, Sérgio Caldeirinha da OLISIPO, e acompanhados quinzenalmente por uma equipa, Sara Silvestre da ATEC, Pedro Silva da Operational e Nuno Pereira do CEIIA.

Na linha de produção alvo do projecto é produzida uma gama de pegadeiras, produto utilizado pela John Deere nos seus tractores. Esta linha engloba dobragem, corte de excedentes, colocar casquilho, brasagem do casquilho, soldadura da patilha, remoção de salpicos, pintura, repassar rosca e embalagem. A Figura 1 exemplifica um produto tipo, sendo a gama completa mostrada no ANEXO B.



Figura 1 - Fotografia da pegadeira tipo corte duplo.

O objectivo do projecto é garantir que a linha é capaz de responder a um aumento de 66% no nível de encomendas actual.

1.3 Método seguido no projecto

Este projecto baseou-se na área de conhecimento da organização de uma linha de produção, com utilização de ferramentas *lean*, nomeadamente implementação dos 5S e análise *Value Stream Mapping*.

Cada uma destas ferramentas apresenta objectivos específicos. A implementação dos 5s teve como objectivo a eliminação do desperdício geral, permitindo a descoberta de desperdícios anteriormente mascarados. A análise *Value Stream Mapping* possibilitou um ganho de espaço e de custos financeiros improdutos.

Outras ferramentas também utilizadas na organização de uma linha de produção poderiam ser abordadas neste projecto entre as quais; *Single-Minute Exchange of Die*, balanceamento total e automatização do planeamento, cada qual com vantagens, inconvenientes e limitações impostas pela empresa.

A aplicação da ferramenta *Single-Minute Exchange of Die* poderia trazer como vantagens ao projecto a redução do tempo de *set-up*, dada a elevada troca de ferramentas que existem na IETA, contudo, obrigaria a um estudo complexo, devendo ser abordada noutra projecto que não o presente, uma vez que está indicada para outra linha de produção, nomeadamente a linha de estampagem onde o tempo de troca de ferramenta é alto e alcança ganhos mais elevados.

O balanceamento total acarreta vários benefícios entre os quais; estabilidade de produção, tempo controlado por produto e facilitação no planeamento, no entanto apresenta pouca flexibilidade e a sua aplicação na IETA seria bastante complexa dado que a mesma partilha muitos produtos na mesma linha. Um dos processos na produção de pegadeiras, a zincagem, é feita por subcontratação, o que leva a que o produto seja transportado para o exterior da empresa, ou seja, seria impossível a aplicação do balanceamento total, visto que este processo intermédio não é efectuado na linha de produção da IETA.

A automatização do planeamento poderia ser aplicável para uma produção mais eficaz no uso de recursos e sem falhas na entrega ao cliente, porém constitui uma abordagem bastante complexa e requereria um tempo de aplicação elevado. Não é adequada à IETA uma vez que nesta não existe uma linha de produção isolada e o tempo de entrega de matérias-primas pelos fornecedores é variável. Não havendo na empresa um sistema de controlo de defeitos, na soldadura principalmente, é difícil estimar os *stocks* de segurança, levando a falha de compromisso com o cliente.

1.4 Implementação da solução

A ferramenta do *Value Stream Mapping* sugeriu dois tipos de intervenções, uma simples e outra complexa com custos associados elevados.

As alterações necessárias para a aplicação da primeira intervenção foram implementadas, faltando apenas a aprovação do Departamento do Planeamento para a sua iniciação.

Por sua vez, a segunda intervenção ainda não sofreu as alterações necessárias para a sua implementação, ficando estabelecido o seu arranque antes do início da produção das novas pegadeiras. Encontra-se actualmente em aprovação os investimentos necessários para a sua implementação. Esta aplicação será faseada dado o seu carácter complexo e moroso.

1.5 Temas Abordados e sua Organização no Presente Relatório

Este relatório está organizado em seis capítulos. O presente capítulo faz uma breve introdução à IETA SA, descrevendo os objectivos do Projecto Lean Management e implicações da aplicação de outras ferramentas lean.

O capítulo dois descreve o estado de arte do *Lean Management* necessário para a aplicação prática das ferramentas.

O capítulo três descreve como funcionava a linha no estado inicial do projecto.

No capítulo quatro é desenvolvido as propostas de alteração de *layout* e processos, com vista à aplicação futura do VSM.

O capítulo cinco descreve a aplicação 5s na zona alvo, nomeadamente, produção de pegadeiras.

Por último, no capítulo seis são referidas as conclusões gerais do trabalho bem como as perspectivas futuras.

2 Lean Management

2.1 História *Lean*

Após a segunda guerra mundial, os fabricantes japoneses, depararam-se com escassez de cariz material, financeiro e de recursos humanos, este dilema originou o conceito “Lean” (Womack and Jones, 2003).

Em meados da década de 1940, a Toyota Motor Company, presidida por Eiji Toyoda, reconheceu a sua menor produtividade comparativamente a fábricas americanas, com um factor de dez (Ohno, 1978), após uma visita de três meses ao complexo da Ford.

Visando uma melhoria na sua produtividade, a Toyota Motor Company desenvolveu, liderada com os engenheiros Toyoda Kiichiro, Shigeo Shingo e Taiichi Ohno, um novo sistema de organização, actualmente conhecido como o TPS, “Toyota Production System”, ou “Lean Manufacturing”. Kiichiro foi responsável pelo desenvolvimento de um sistema que aumentasse a produtividade da empresa e Ohno centrou-se em ideias ocidentais, particularmente no livro de Henry Ford, “Today and Tomorrow”, servindo a linha de montagem da Ford, pelo seu fluxo contínuo de material, como base para o desenvolvimento do TPS (Abdullah, 2003).

O Toyota Production System sofreu várias alterações entre 1945 e 1970, estando contemporaneamente em constante evolução a nível mundial. O princípio deste sistema foca-se na minimização do consumo de recursos que não acrescentam valor ao produto final.

Um estudo efectuado no Massachusetts Institute of Technology sobre movimento de produção em massa para *Lean Manufacturing*, conforme explicado no livro “The Machine That Changed the World” (Womack, Jones, and Roos, 1991), despertou os produtores americanos para o moderno mercado competitivo, alertando-os que o conceito tradicional de produção em massa deveria ser adaptado para os recentes ideais do TPS. Este estudo serviu para exemplificação e divulgação na empresa NUMMI (New United Motor Manufacturing Inc.), antiga fábrica da General Motors com associação à Toyota, combatendo assim a grande diferença entre a indústria automobilística Japonesa e Ocidental. De facto, as ideias *Lean* foram aprovadas nos EUA, uma vez que, as empresas Japonesas apresentavam a mesma capacidade de produção com metade dos recursos humanos, investimento capital, espaço, ferramentas, matérias, tempo e despesa total (Womack, Jones, and Roos, 1991).

2.2 Filosofia *Lean*

Entende-se por *Lean* a remoção de desperdício para uma produção mais “magra”, maximizando o valor para o cliente, minimizando o desperdício e os recursos.

Uma organização *Lean* compreende o que representa valor para o cliente e centra os seus objectivos no crescimento dele, através de um processo perfeito de criação de valor com zero desperdícios.

A eliminação do desperdício é feita ao longo da cadeia de valor, formando processos que consomem menos esforço humano, espaço, capital e tempo para a produção de produtos e serviços, resultando num menor custo e número de defeitos comparativamente ao anterior sistema.

Os conceitos *Lean* podem ser aplicados a todos negócios e processos, tais como indústrias e serviços, incluindo saúde e governos, não sendo considerado como uma tática mas sim como uma forma de pensar e agir numa organização inteira (Abdullah, 2003).

2.3 Princípios “*Lean Thinking*” e as suas ferramentas

Lean Thinking representa uma filosofia de gestão através da qual as organizações desenvolvem competências no sentido de uma gradual eliminação do desperdício e na criação de valor (Pinto, 2008). Da Tabela 1 à Tabela 5 relacionam-se os princípios abaixo mencionados com as ferramentas *Lean*.

2.3.1 Especificação do Valor

O valor apenas pode ser definido pelo cliente final através de uma visão clara das especificações e termos do produto pretendidas pelo mesmo, nomeadamente os seus requisitos, permitindo assim ao fabricante decidir o preço e prazo de entrega, com a aceitação pela parte do cliente. Este é o primeiro ponto crítico dos princípios *Lean* dado que compete ao fabricante criar o valor e é complexo defini-lo com precisão.

Tabela 1 - Relação entre o princípio valor e as suas ferramentas (Picchi, 2003).

Princípio	Elementos fundamentais	Exemplo de ferramentas
Valor	Catálogo produto/serviço de valor ampliado	➤ Variedade de produtos planeada
	Redução do <i>lead time</i>	➤ Engenharia simultânea

2.3.2 Identificar o Fluxo de Valor

O Fluxo de valor pode ser compreendido em três tipos de processos: o que origina valor ao cliente; o que não gera valor mas serve de suporte imprescindível à criação de valor, deve procurar reduzir este tipo de processos; e o que não se enquadra nas anteriores, ou seja, não acrescenta qualquer tipo de valor, sendo eliminado totalmente.

Esta divisão de fluxo de valor é importante para o conceito *Lean*, baseado na eliminação do desperdício, permitindo a aplicação prática *Muda*, um dos 3M da aplicação *Lean*, descritos posteriormente no item 2.4.1.

Tabela 2 - Relação entre o princípio fluxo de valor e as suas ferramentas (Picchi, 2003).

Princípio	Elementos fundamentais	Exemplo de ferramentas
Fluxo de valor	Alta agregação de valor na empresa estendida	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Mapeamento do fluxo de valor ➤ Parceria com fornecedores

2.3.3 Fluxo

Após a definição precisa de especificação de valor, o mapeamento do fluxo de valor e a eliminação do desperdício é possível alcançar o próximo passo do *Lean Thinking*, que consiste na formação de um fluxo otimizado de valor até ao cliente, de uma forma constante e contínua.

Quando aplicado este princípio, o fluxo acelera significativamente, pela remoção de obstáculos e dos *bottlenecks*¹ que o impedem, baseado em técnicas *Kaizen*.

Tabela 3 - Relação entre o princípio fluxo e as suas ferramentas (Picchi, 2003).

Princípio	Elementos fundamentais	Exemplo de ferramentas
Fluxo	Produção em fluxo	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Células de trabalho ➤ Pequenos lotes ➤ TPM (<i>Total Productive Maintenance</i>) ➤ Qualidade na fonte ➤ <i>Poka-yoke</i> (sistema à prova de erro)
	Trabalho padronizado	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Balanceamento do operador ➤ Gestão visual

2.3.4 Pull (Puxar)

A produção e o planeamento devem adaptar-se às necessidades do cliente, sendo estes os responsáveis pela iniciação da produção. As fábricas que não adoptam sistemas *Lean* apresentam acumulação de *stock* entre processos, desperdiçando portanto valor e quebrando a sua atitude competitiva.

Tabela 4 - Relação entre o princípio *pull* e as suas ferramentas (Picchi, 2003).

Princípio	Elementos fundamentais	Exemplo de ferramentas
<i>Pull</i>	Produção e entrega just-in-time	<ul style="list-style-type: none"> ➤ <i>Takt Time</i> (ritmo da procura) ➤ <i>Kanban</i> ➤ Nivelamento da produção
	Recursos flexíveis	<ul style="list-style-type: none"> ➤ SMED ➤ Equipamentos flexíveis ➤ Multifuncionalidades de operadores

¹ Gargalo da produção

2.3.5 Perfeição

Posteriormente à aplicação dos quatro anteriores princípios, o sistema criado transforma-se progressivamente em “Lean” resultando numa maior facilidade na identificação e eliminação de desperdícios. Entende-se por um processo perfeito um processo que apresenta uma capacidade de gerar o valor perfeito para o cliente, cada vez mais eficaz e eficiente em busca da perfeição.

A sua aplicação requer um grande esforço de toda a empresa, em processos transparentes e com a colaboração de todos os colaboradores.

Tabela 5 - Relação entre o princípio perfeição e as suas ferramentas (Picchi, 2003).

Princípio	Elementos fundamentais	Exemplo de ferramentas
Perfeição	Aprendizagem rápida e sistemática	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Equipas independentes ➤ Cinco Porquês ➤ Programa de sugestões ➤ 5S
	Foco comum	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Compromissos da direcção da empresa com os funcionários ➤ Aprendizagem de todos na empresa e fornecedores nos princípios e ferramentas lean ➤ Simplicidade na comunicação

2.4 Conceitos *Lean*

2.4.1 Identificar e eliminar desperdícios

A aplicação do *Lean* pretende a eliminação de desperdícios objectivando a redução de custos e consequentemente o aumento do lucro. São conhecidos três tipos de desperdícios (Narusawa and Shook, 2009):

Muda – qualquer actividade que consome recursos sem criação de valor para o cliente, podendo ser dissociada em 3 níveis:

“Katakana” - *muda* que pode ser eliminado rapidamente, por acções *Kaizen*;

“Hiragana” - *muda* que não se pode eliminar rapidamente;

“Kanji” - *muda* derivado de políticas de gestão incorrectas, como produção de grandes quantidades de um bom produto que eventualmente poderá ser vendido ou não.

Mura – irregularidade ou desnível, que é resolvida através da eliminação da origem de falhas de material, por motivos de qualidade, ou de informação. Variações na produção não causadas pelo cliente final originam sobrecarga em alguns processos em detrimento de outros, em dadas alturas, por mau planeamento.

Muri – sobrecarga de equipamentos e operadores, obrigando a um ritmo elevado e desgaste durante um longo período de tempo, quando os equipamentos não estão desenhados para tal. Frequentemente resulta de mura. É eliminado pela uniformização do trabalho, tornando os processos mais previsíveis e controláveis (Marchwinski and Shook, 2003).

A Figura 2 exemplifica a relação entre os três tipos de desperdícios acima descritos.

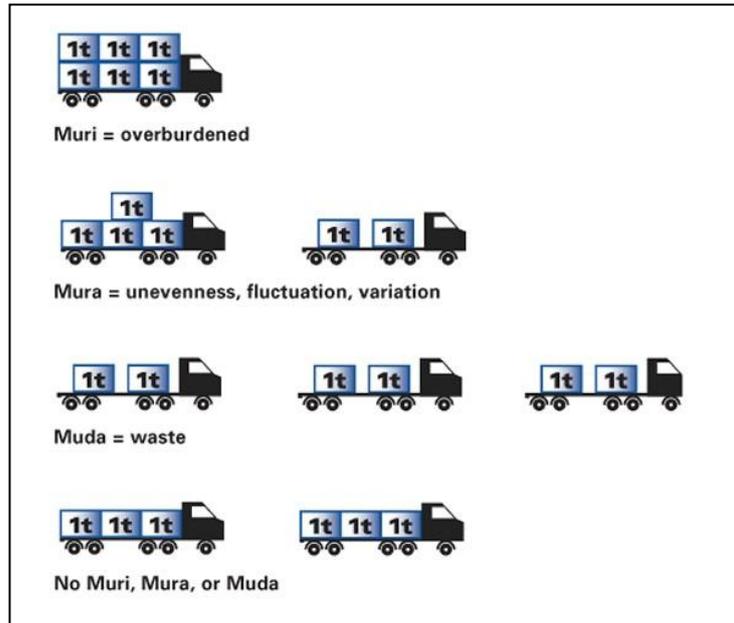


Figura 2 - Exemplo do conceito *Mura*, *Muri* e *Muda* (Marchwinski and Shook, 2003).

2.4.2 Classificação dos 7 desperdícios Muda

Segundo o engenheiro Taiichi Ohno, da Toyota, (Ohno, 1978), no TPS, *Toyota Production System*, são consideradas 7 origens de desperdícios muda:

1. **Produção excessiva** – produção superior ao que o cliente necessita. Perda de difícil de se resolver, pois disfarça outras perdas.
 - Causas: produção baseada em previsões; *set-up's* elevados e produção para *stock* de segurança, para caso de avaria.
 - Solução: implantação do “*sistema puxado*”, nivelamento, SMED e TPM.
2. **Espera** – produção interrompida devido à falta de preparação de materiais, pessoas, equipamentos ou informações para o início do processo de produção.
 - Causas: “*produção empurrada*”; falta de comunicação e falta de balanceamento.
 - Solução: produção por fluxo.
3. **Transporte** – actividade que não acrescenta valor, a qual deve ser minimizada.
 - Causas: desenho de *layout* inadequado, produção em “ilhas”.
 - Solução: alteração de *layout* para produção em linha de fluxo.
4. **Sobreprocessamento** – produto processado de forma que não acrescenta valor para o cliente, por excesso, e quando o último não está disposto a pagar pelo mesmo.
 - Causas: errada identificação do que tem valor para o cliente.
 - Solução: revisão de todas as fases percorridas pelo produto.

5. **Inventário** – desperdício de investimento e espaço, por uso em excesso de *stocks* de matérias-primas, componentes e produtos em curso de produção.
 - Causas: *Lead-time* dos fornecedores; falta de fluxo; *set-up* longos.
 - Solução: *Kanban*; desenvolvimento com fornecedor e SMED.
6. **Defeitos** – trabalho que não cumpre os requisitos do cliente, por perdas de cariz material, mão-de-obra, disponibilidade de equipamentos, movimentos dos materiais e/ou inspecção de produtos.
 - Causas: falta de controlo do processo.
 - Solução: controlar processo e garantir procedimentos para correcção.
7. **Deslocação** – movimentos de pessoas que não agregam valor.
 - Causas: área de trabalho desorganizada; falta de ferramentas; desenho de *layout* inadequado e área de trabalho inseguro.
 - Solução: 5s e alteração de *layout*.

2.4.3 Conceito Kaizen

A palavra *Kaizen* deriva da combinação de duas palavras Japonesas, *kai+zen*, cujo significado se traduz em “melhoria contínua”, sendo utilizado geralmente para um evento (Alukal and Manos, 2006).

Kaizen representa um evento de equipa que pretende um rápido uso de ferramentas *Lean* visando a eliminação do desperdício na produção, em particular no “*Gemba*”, local da produção.

Dez princípios básicos do conceito *Kaizen* (Asay, 2002):

1. Remover todos os vícios como efectuar processos.
2. Pensar como o novo método funciona ou não.
3. Não aceitar desculpas, negando totalmente o “*status quo*”.
4. Não falar em perfeição.
5. Correcção imediata dos erros quando os mesmos são encontrados.
6. Não despender muito dinheiro em melhorias.
7. Resolução do problema pensando.
8. Perguntar “porquê?” pelo menos 5 vezes até encontrar a causa potencial.
9. Ideias de dez pessoas são melhores de que 10 ideias de uma mesma pessoa.
10. A melhoria não tem limites.

2.5 Ferramentas *Lean*

2.5.1 5s

5s é compreendido como um sistema de etapas e procedimentos, usado a nível individual ou em equipa de forma a definir as áreas para melhor otimizar performance, conforto, segurança e limpeza (Peterson and Smith, 1998).

“Fábricas são como organismos vivos. Os organismos saudáveis movem-se e mudam na flexibilidade de relações com o seu ambiente.”(Hirano, 1996)

O mercado contemporâneo está em constante alteração e evolução, porque o cliente assim o impõe. As fábricas são forçadas a produzir em variedade e com preço cada vez mais competitivo, devendo encontrar novas soluções de modo a adapta-las ao seu novo mercado.

A aplicação dos 5 pilares dos 5s é o ponto de partida para o desenvolvimento e melhoria de actividades que garantem a sustentabilidade da empresa.

Os 5s provêm de 5 palavras Japonesas começadas por “s” que se dividem da seguinte forma:

1º Seiri – Separação

Consiste na separação de todos os itens do posto de trabalho não necessários na produção actual. Artigos que não têm utilidade são considerados sucata, os que têm utilidade mas não se usam actualmente ficam guardados num armazém de espera até serem necessários e se após um tempo, estabelecido pela equipa 5s, não forem necessários, podem ser reciclados ou considerados sucata.

2º Seiton – Arrumação

Colocação de artigos de forma organizada permitindo o fácil acesso e identificação com um menor tempo de procura. A arrumação deve ser efectuada logo após a separação, para que os produtos remanescentes na produção possam ser também arrumados de imediato. A arrumação deve obedecer a critérios lógicos, sendo preferível que os materiais de uso corrente fiquem mais próximos do que aqueles usados com menor frequência.

3º Seiso – Limpeza

Esta operação deve ser efectuada de forma a manter um ambiente de salubridade, higienização e organização, devendo ter-se especial atenção às operações de limpeza e manutenção das máquinas. A qualidade do produto final será positivamente influenciada por uma maior e melhor operação de limpeza, sendo de particular relevância a adopção de mecanismos que a potenciem.

4º Seiketsu – Normalização

Criação de normas standardizadas para a separação, arrumação e limpeza, nos postos de trabalho. Este é um método usado para manter os três primeiros pilares dos 5s. Sendo benéfica a criação de um sistema de identificação visual, onde se potenciará o aproveitamento de tempo e reduzirá movimentos perdidos, como por exemplo identificação de ferramentas. Pode ser usado um bom processo como exemplo para corrigir situações similares no *gemba*. O mais relevante será elaborar conjuntamente com as listas de tarefas de manutenção tarefas de limpeza, para que todos os trabalhadores sejam responsáveis pela limpeza dos seus postos (Hirano, 1996).

5º *Shitsuke* – Disciplina

Desenvolvimento de procedimentos correctos para a sustentação dos quatro primeiros pilares. Uma incorrecta implementação desta etapa deitará por terra os esforços e resultados obtidos nas anteriores fases de produção. Desta forma, deverá haver uma constante preocupação em alcançar melhorias, criando-se conjuntamente mecanismos de motivação destinados a diminuir a resistência à continuidade dos 5s.

Os principais benefícios e objectivos da implantação dos 5s são:

- Aumentar a diversidade de produtos.
- Aumentar a qualidade do produto final.
- Baixar os custos de produção.
- Incentivar a fiabilidade de entregas.
- Promover segurança no trabalho.
- Aumentar a confiança do cliente.
- Promover o crescimento da empresa.
- Desenvolver trabalho em equipa.

A aplicação da ferramenta dos 5s é bastante complexa particularmente em organizações com hábitos enraizados e com resistência à implantação de melhorias. A efectivação da aplicação exige uma grande perseverança em toda a hierarquia não sendo suficiente a mera disponibilização de recursos. A ferramenta *Lean* é considerada imprescindível, por se focalizar na fomentação de melhorias e na eliminação progressiva de desperdícios, esta ferramenta permite que todas as debilidades do sistema produtivo fiquem expostas de forma clara tornando mais fácil a resolução dos problemas existentes.

2.5.2 *Layout e Value Stream Mapping*

A aplicação do conceito *Kaizen* ao *layout* tem como objectivo minimizar os desperdícios intrínsecos aos processos, o cansaço humano e a comunicação visual. As ferramentas utilizadas na aplicação de um *Layout Lean* são (Miller, 1998):

Mapeamento do fluxo de valor – relação entre fluxo e material.

Diagrama de *Spaghetti* – movimentos dos operadores nos processos.

Matriz de relacionamento – relação entre processos e identificação do local apropriado.

Avaliação da logística interna – movimento de pessoas e materiais dentro da fábrica pelo nível de encomendas.

Production Preparation Process (3P) – alteração de máquinas/ferramentas ou uma nova linha, atendendo ao fluxo e flexibilidade (Bresko, 2009).

A conversão de *layout* funcional para *layout* com princípios de fluxo de valor pode resultar em ganhos de área ocupada; lead-time; produtividade e inventário.

Mapeamento de fluxo de valor, mais conhecido por *Value Stream Mapping*, é a ferramenta que mais se destaca na filosofia Lean Management. Esta ferramenta foi criada por Rother e Shook (Rother and Shook, 2003) baseada numa outra, análise do fluxo de valor.

Uma cadeia ou fluxo de valor é compreendido como todas as actividades, que acrescentam ou não valor, necessárias para a produção de um determinado produto, bem ou serviço. O VSM é uma técnica que permite a visualização de toda a linha produtiva, representando todos os fluxos de informação e materiais permitindo assim a identificação precisa dos desperdícios e das fontes respectivas.

Segundo o livro “Learning to see: value stream mapping to create value and eliminate muda” (Rother and Shook, 2003) o VSM apresenta as seguintes características:

- Visualização do processo produtivo.
- Identificação dos desperdícios.
- Identificação dos conceitos e técnicas Lean.
- Linguagem comum para identificar processos.
- Identificação de fluxos de materiais.
- Capacidade de criação de um plano de acção de implementação.

A implementação correcta do VSM consiste nos seguintes passos:

1. Selecção de uma família de produtos.
2. Construção de um mapa do estado inicial.
3. Construção de um mapa futuro.
4. Criação de um plano de acção para atingir o estado futuro.

2.5.3 Gestão visual

Esta aplicação tem a finalidade de simplificação de toda a informação fornecida durante o fluxo de valor através da aplicação e constante melhoria de sistemas visuais nos processos e/ou actividades quotidianas permitindo uma melhor comunicação entre turnos e departamentos, resposta a anormalidades e mudanças culturais.

2.5.4 Trabalho padronizado

A padronização dos processos garante a estabilidade dos mesmos a nível da sua sequência, forma e intervalo de tempo, contribuindo para uma menor quantidade de desperdício, numa maior produtividade e qualidade (Asay, 2002).

O trabalho padronizado é composto por três elementos:

Takt Time [minutos de trabalho/unidade produzida] – ritmo de produção de uma unidade de produto, obtida pelo tempo disponível de produção [minutos de trabalho/dia] a dividir por encomenda do cliente [unidades requeridas/dia].

Sequência de trabalho – conjunto de operações executadas por um operador numa determinada sequência.

Work In Process (WIP) – quantidade mínima de peças em circulação necessárias para a manutenção constante do fluxo de produção.

3 Estado inicial da linha produtiva em estudo

3.1 Introdução

O projecto de estudo, iniciado em Fevereiro de 2011, centra-se na análise da linha produtiva de pegadeiras da IETA SA.

O projecto AUTO 2015, calendarizado no ANEXO A, remete a uma recolha de informação inicial da linha de pegadeiras, entre as quais, fotografia e filmagem da área do projecto, *Layout* inicial, fluxos de material, lista de equipamentos, tempos de ciclo, número de pessoas, espaço ocupado e a caracterização do processo por uma análise de tartaruga (ANEXO C).

Para um registo mais completo do estado inicial, foi realizado uma análise dos movimentos dos operadores através de um diagrama *spaghetti*, que se encontra no ANEXO D.

3.2 Linha produtiva de pegadeiras inicial

O processo de execução de uma pegadeira basicamente consiste em dobragem do tubo, corte de excedentes, colocação de casquilho, brasagem do casquilho, soldadura do conjunto tubo-patilha, remoção de salpicos, zincagem, pintura, repassar a rosca no casquilho e embalagem. Na Figura 3 encontram-se as fotografias dos processos correspondentes, menos a operação de zincagem, repassar rosca no casquilho e embalagem.

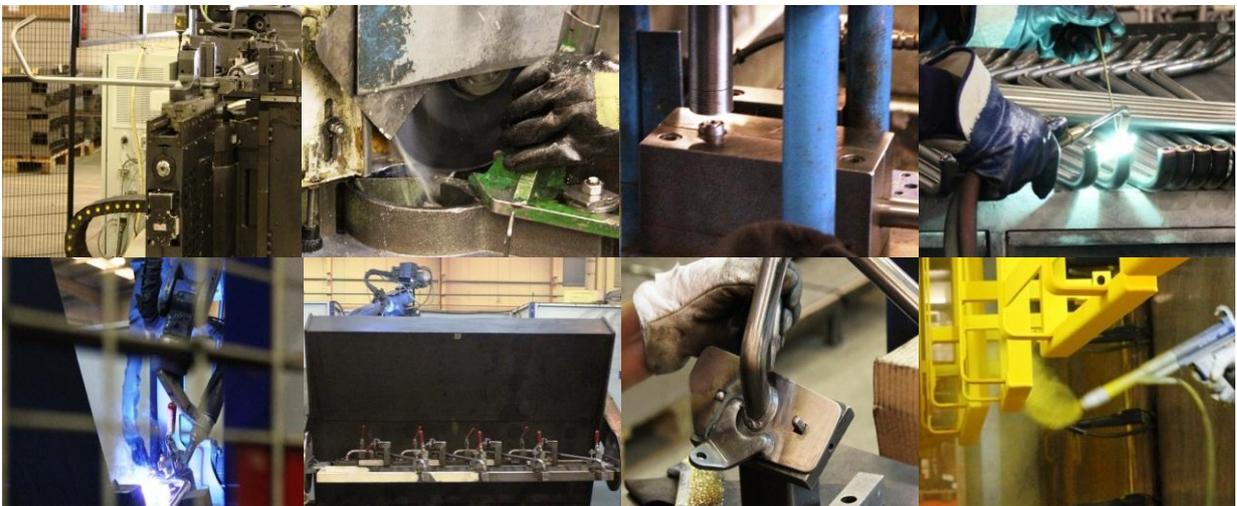


Figura 3 - Imagens dos processos de produção das pegadeiras.

A Figura 4 ilustra o esquema de processos para a produção de uma pegadeira no seu estado inicial.

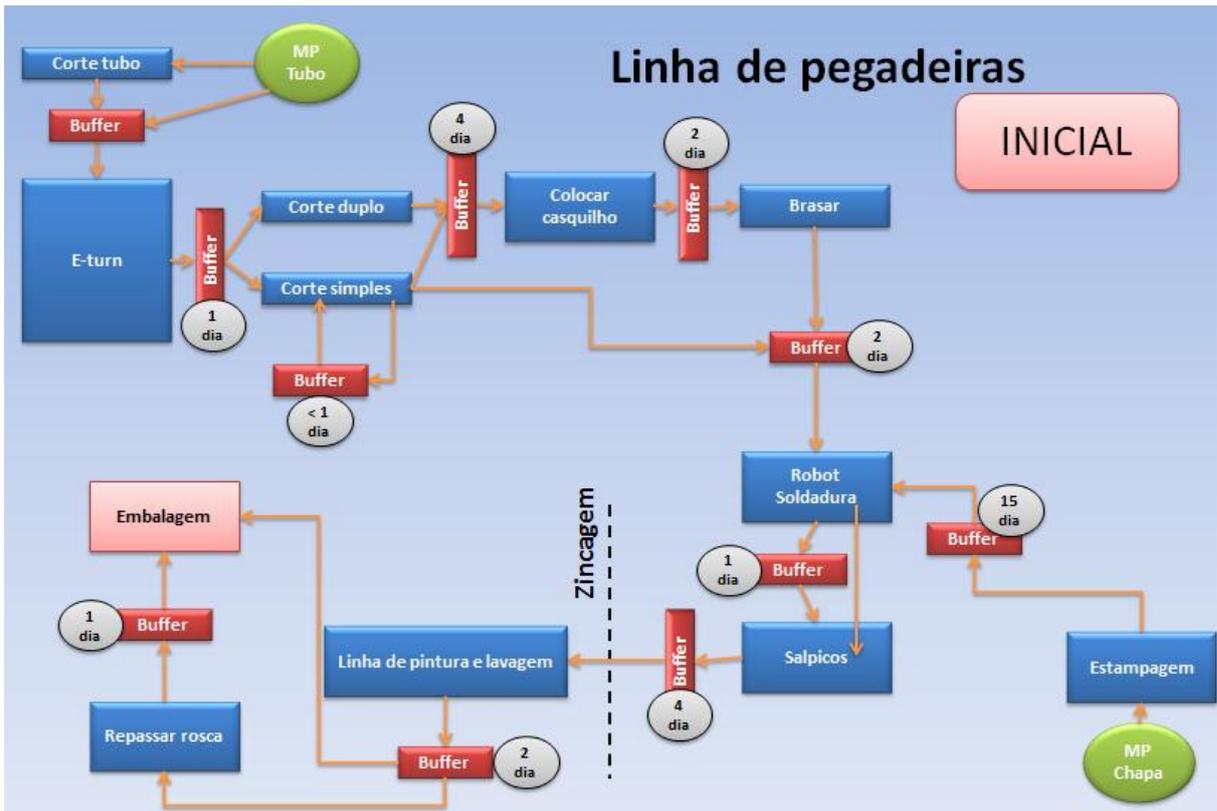


Figura 4 - Esquema da linha de produção de pegadeiras inicial.

Como demonstra o esquema representado na Figura 4 existem pegadeiras cuja linha produtiva engloba o processo de colocação de casquilho, pegadeiras que sofrem o processo de corte duplo e pegadeiras que sofrem um ou dois cortes simples. O excedente no tubo é necessário para se conseguir realizar a dobragem, pois sem ele não é possível a máquina de dobrar segurar o tubo quando realiza a sua operação, a pegadeira que necessita apenas de um tem numa das extremidades tubo suficiente, o corte duplo é realizado numa máquina desenhada apenas para um tipo de pegadeira, que realiza os dois cortes numa só operação. Quando se trata de colocar casquilho é necessário o processo de repassar rosca. Constata-se também pelo esquema acima representado que existe *buffer* entre soldadura e remoção de salpicos em alguns tipos de pegadeiras.

A Tabela 6 lista o parque de máquinas disponível para a produção de pegadeiras referindo quais dos postos de trabalho automáticos e se as operações acrescentam valor ou não. A remoção dos salpicos não acrescenta valor, dado consistir na remoção de um defeito oriundo do processo anterior, a soldadura. O processo de repassar a rosca também não acrescenta valor, uma vez que, a brasagem e a zincagem provocam defeitos na rosca do casquilho.

Tabela 6 - Parque de máquinas disponível para a produção de pegadeiras.

Processo	Posto	Automático/Manual	Nº de Postos	Acrescenta valor
Dobragem	CN-715	Automático	1	Sim
Corte de excedente simples	CN-716	Automático	1	Sim
Corte de excedente duplo	SL-201	Automático	1	Sim
Colocar casquilho	SL-410	Automático	1	Sim
Brasagem	SL-700	Manual	1	Sim
Soldadura	SL-604	Automático	3	Sim
Remoção de salpicos	SL-000	Manual	6	Não
Zincagem	Subcontratado	-	-	-
Pintura	PI-103	Automático	1	Sim
Repassar rosca	SL-403	Automático	1	Não
Embalagem	EX-101	Manual	1	Sim

Todas as máquinas estão operacionais no primeiro turno. Relativamente ao segundo turno importa salientar que apenas a máquina de dobragem ou a do corte de excedente simples está operacional dada a disponibilidade de apenas um operário para ambas.

3.3 Capacidade inicial

Após o *layoff*, ocorrido na empresa em 2009, o número de encomendas do produto em estudo aumentaram progressivamente, levando a grandes taxas de ocupação nos postos de trabalho. A Tabela 7 demonstra o número de encomendas de pegadeiras obtidas em 2010 e previstas para 2011, valores obtidos pelo Departamento Comercial, verificando que normalmente o cliente cumpre as encomendas em cerca de 80% do contrato. Este aumento da produção obrigou ao estudo de uma linha dedicada a este produto, por parte da empresa. A empresa tem de garantir produção durante 20 anos, sendo necessário armazenar todas as ferramentas e equipamentos.

Tabela 7 - Quantidades em contrato e previstas para 2011 de pegadeiras.

Tipo de pegadeira	Referência	Encomendas por semana	
		Obtidas 2010	Previsão 2011 (80% contrato)
Bengala	JDCM00269	49	467
Com modelo inglês	JDCM00031	1216	1391
Especial	JDCM00289	419	500
Com farol	JDCM00279	84	267
Duas patilhas	JDCM00304	194	267
Pegadeira em T	JDCM00283	136	400
Corte duplo	JDCM00003	1143	1017
	TOTAL	3241	4309

Através dos valores anuais em contrato foram estimadas as quantidades semanais dividindo pelas 48 semanas disponíveis num ano. As taxas de ocupação de cada posto foram obtidas após terem sido retirados os tempos de *set-up* e de ciclo de cada processo pelo sistema informático. As taxas de ocupação obtidas para cada posto de trabalho podem ser consultadas na Tabela 8, a vermelho é identificado o gargalo da produção, com a taxa de ocupação mais alta, e as 317 horas significam as horas necessárias para a produção de pegadeiras.

Tabela 8 - Taxas de ocupação para as pegadeiras actuais à ocupação de um só turno.

Designação	Posto	Ocupação semanal	Nº de postos	Taxa de ocupação a um turno
Máquina de dobrar tubo	CN-715	41 h	1	103%
Corte excedente simples	SL-201	46 h	1	115%
Corte excedente duplo	CN-716	10 h	1	25%
Colocar casquilho	SL-410	14 h	1	35%
Brasagem	SL-700	23 h	1	58%
Soldadura robotizada	SL-604	54 h	3	45%
Remoção de salpicos	SL-000	85 h	6	35%
Linha de pintura	PI-103	18 h	1	45%
Máquina de repassar rosca	SL-403	8 h	1	20%
Embalagem	EX-101	18 h	1	45%
	Total	317 h		

Os tempos de *set-up* e de ciclo de cada processo que constam no sistema informático foram inseridos e rectificados pelo Departamento de Métodos e Tempos de modo a garantir a veracidade dos mesmos.

3.4 Capacidade de produção com novas pegadeiras

O cliente de pegadeiras da IETA SA, John Deere, vai iniciar a produção de novas linhas de produção de tractores, necessitando de um acréscimo de novos tipos de pegadeiras. Este aumento de novas encomendas está previsto para Agosto de 2011, sendo imprescindível avaliar se a produção existente tem capacidade de resposta para o mesmo, tendo sido elaborado um levantamento de novas taxas de capacidade.

Na Tabela 9 podem ser examinadas as quantidades pretendidas pela John Deere, fornecidas pelo departamento comercial.

Tabela 9 - Quantidades em contrato e previstas a partir de Agosto de 2011 das novas pegadeiras.

Referências	Quantidade contratual ao ano	Quantidade prevista à semana	Comparação de processos
***712/713	38200	637	Bengala
***762	8030	134	Bengala
***767/469	30000	500	Com modelo inglês
***248/613	14000	233	Pegadeira T
***812	14100	235	Pegadeira T
***56	6000	100	Duas patilhas
***626	12150	203	Bengala
***627	47120	785	Bengala
TOTAL	169600	2827	

O departamento de Engenharia facultou os tempos de ciclo para cada novo tipo de pegadeira facilitando a obtenção das taxas de capacidade para as novas encomendas e o conhecimento de onde é preciso actuar, demonstrado na Tabela 10.

Tabela 10 - Taxas de ocupação para com pegadeiras futuras à ocupação de um só turno.

Designação	Posto	Ocupação semanal	Nº de postos	Taxa de ocupação a um turno
Máquina de dobrar tubo	CN-715	67 h	1	167%
Corte excedente simples	SL-201	76 h	1	189%
Corte excedente duplo	CN-716	10 h	1	23%
Colocar casquilho	SL-410	17 h	1	40%
Brasagem	SL-700	28 h	1	71%
Soldadura robotizada	SL-604	91 h	3	75%
Remoção de salpicos	SL-000	144 h	6	60%
Linha de pintura	PI-103	30 h	1	74%
Máquina de repassar rosca	SL-403	10 h	1	25%
Embalagem	EX-101	30 h	1	74%
	Total	503 h		

Como se pode observar na tabela acima, face à nova produção de pegadeiras, é indispensável o uso de um turno dedicado para a máquina de dobrar tubo e para o corte de excedente simples. O gargalo da produção continua a ser o corte de excedente simples, representado a cor vermelha.

3.5 Ligação de processos

A linha de pegadeiras comporta-se como uma linha produtiva não contínua, sendo a ligação entre processos realizada por contentor, criando assim *stocks* entre cada posto de trabalho. Esta quebra de continuidade aliada a um lote variável e a um planeamento de produção extenso cria um acúmulo excessivo de *stock* de produto intermédio.

A política de uso de célula de trabalho mostra-se inexistente nesta linha de produção, impedindo que o colaborador realize mais do que um processo tornado assim o balanceamento complexo.

A IETA SA não possui uma planta actualizada do *layout* em Autocad, tendo sido elaborado um desenho *layout* para o seu estado inicial, representado no ANEXO E, assim como os seus problemas iniciais.

3.6 Medição dos tempos de ciclo do estado inicial

Uma análise inicial deste projecto consistiu na medição dos tempos de ciclo de cada um dos processos constituintes para os diversos tipos de pegadeira. Através do volume de encomendas previstos pelo departamento comercial, referido anteriormente, foi possível determinar a ocupação semanal para cada tipo de produto e processo. Todos estes valores estão organizados na Tabela 11, assim como todos os processos necessários à produção de cada tipo de pegadeira.

Tabela 11 - Tempos de ciclo (Tc) e de ocupação semanal (Ts) com *set-up* incluídos.

Processos	Bengala		Com modelo inglês		Especial		Com farol		Com duas patilhas		Pegadeira T		Corte duplo	
	Tc (s)	Ts (h)	Tc (s)	Ts (h)	Tc (s)	Ts (h)	Tc (s)	Ts (h)	Tc (s)	Ts (h)	Tc (s)	Ts (h)	Tc (s)	Ts (h)
Dobragem	29	4	26	11	30	5	24	2	24	2	30	7	32	10
1º Corte simples	22	3	24	10	22	3	22	2	22	2	22	5		
2º Corte simples			22	9	22	3	22	2	22	2	22	5		
Corte duplo													32	9
Colocar casquilho					40	6					20	2	20	6
Brasagem					43	6					43	5	43	12
Soldadura	42	6	30	12	40	6	80	6	35	3	80	10	35	10
Salpicos	40	5	40	15	80	11	90	7	35	3	90	10	30	8
Pintura	15	2	15	6	15	2	15	1	15	1	15	2	15	4
Repassar rosca					15	2					15	2	15	4
Embalagem	15	2	15	6	15	2	15	1	15	1	15	2	15	4
Total		22		68		46		24		24		49		68

3.7 Estado inicial do *Value Stream Mapping*

A linha de produção de pegadeiras da IETA SA apresenta um lead time muito elevado, com um valor estimado superior a uma semana. O cliente indica uma previsão mensal, confirmando as quantidades exactas de produto na semana anterior ao envio. Esta situação leva à geração de um elevado volume de *stock* de segurança por parte da empresa, o que conduz a maior nível de custos associados. Todas as entregas são feitas semanalmente, à sexta-feira, compreende-se assim que o sistema ideal seria a produção ter um *lead time* inferior a uma semana, não sendo necessária a criação de *stock* de segurança. O estudo do VSM torna-se crucial na quantificação do *lead time* para a detecção de problemas e sua posterior resolução.

Para uma análise do estado inicial do VSM são necessários os tempos de ciclo, apresentados anteriormente na Tabela 11, e os tempos de espera entre as operações, como pode ser consultado na Tabela 12.

Tabela 12 - Média dos dias de espera entre processos para cada tipo de pegadeira.

	Bengala	Com modelo inglês	Especial	Com farol	Duas patilhas	Pegadeira T	Corte duplo
Processos	Dias	Dias	Dias	Dias	Dias	Dias	Dias
Dobragem	-	-	-	-	-	-	-
1º Corte simples	1	1	1	1	1	1	
2º Corte simples		1	1	1	1	1	
Corte duplo							1
Colocar casquilho			2			2	2
Brasagem			2			2	2
Soldadura	2	2	2	2	2	2	2
Salpicos	0	1	1	0	0	1	0
Pintura	3	3	3	3	3	3	3
Repassar rosca			1			1	1
Embalagem	1	1	1	1	1	1	1

Os valores medidos na tabela acima foram aprovados pelo departamento de produção e de planeamento. Na mesma detecta-se a existência de 3 dias de espera para se iniciar o processo de pintura, tal facto deve-se a uma subcontratação do processo de zincagem, processo este externo à fábrica, em que não se contabilizou os dias de espera. O tempo de espera para realização de salpicos varia entre os tipos de pegadeiras, já referido anteriormente, uma vez que em alguns tipos de pegadeiras não existe *Buffer*.

Assim, com os dados anteriormente recolhidos é possível construir os VSM para cada tipo de pegadeira, com foco à produção e não à capacidade logística, pode ser consultado na Figura 5 um exemplo, os restantes constam no ANEXO F.

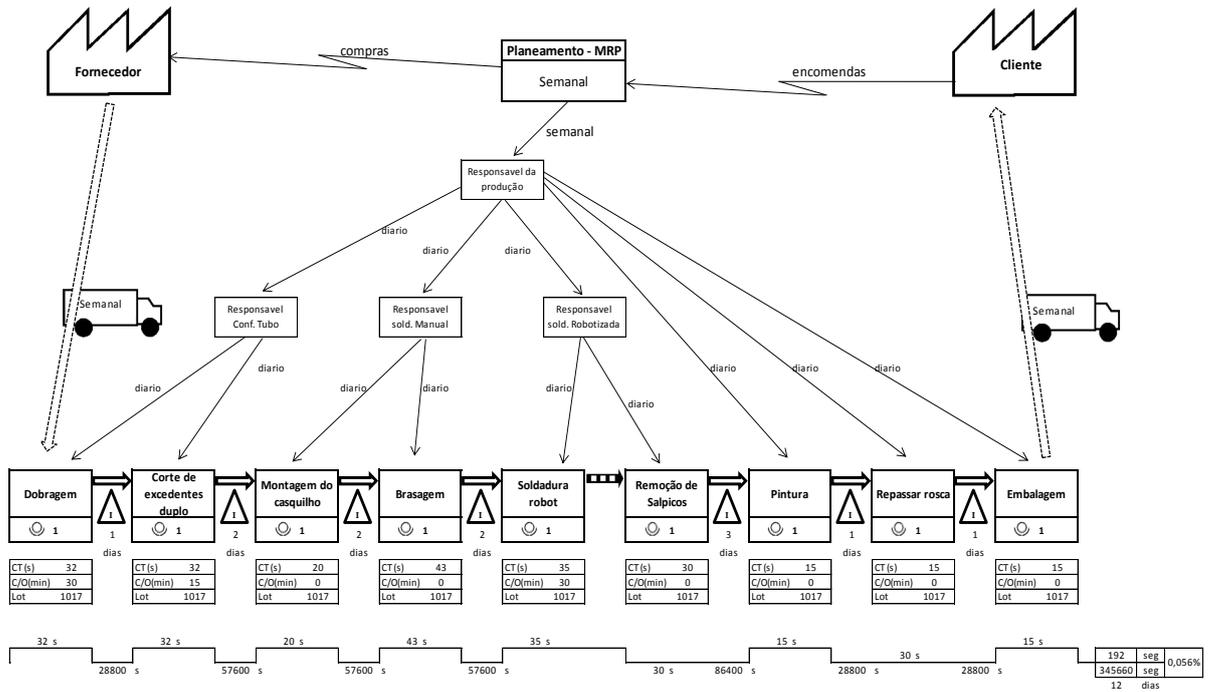


Figura 5 - VSM no estado inicial da pegadeira tipo corte duplo.

A Tabela 13 resume os dados obtidos pelo VSM inicial para cada tipo de pegadeira, concluindo-se que o *lead time* é superior a uma semana e que os valores de rácio de valor acrescentado são extremamente baixos, obtidos através da divisão tempo de operações de valor acrescentado pelo respectivo *lead time*, no caso da produção da pegadeira tipo corte duplo é de 0,056%.

Tabela 13 - Resumo dos dados obtidos no VSM inicial para cada tipo de pegadeira.

Descrição	VA	Lead time Inicial				Rácio	Encomenda	WIP	
	Segundos	Segundos	Dias	Semanas	Semanal		Pegadeiras	Contentores	
Bengala	123	230440	7	2	0.053%	466	933	4	
Com modelo inglês	132	293529	9	2	0.045%	1391	2782	10	
Especial	227	415192	13	3	0.055%	499	1498	5	
Com farol	178	237251	7	2	0.075%	266	533	2	
Duas patilhas	139	237196	7	2	0.059%	266	533	2	
Pegadeira T	247	421820	13	3	0.059%	400	1200	4	
Corte duplo	192	345660	12	3	0.056%	1017	3050	11	
Total								38	

O cálculo pegadeiras em *WIP* foi obtido pela multiplicação entre o número de semanas necessárias para produção e a quantidade a entregar por semana. O contentor em produção foi obtido para um contentor médio de 300 pegadeiras cada, com um total de 38 contentores em uso constante.

3.8 Melhorias por parte do Departamento de Engenharia

O Departamento de Engenharia tem em estudo a aplicação de várias melhorias na linha produtiva de pegadeiras, estas melhorias foram bastante úteis na medida em que são capazes de eliminar processos que não acrescentam valor. As mesmas encontram-se em aprovação por parte do cliente, prevendo estar viáveis aquando da introdução das novas pegadeiras, nomeadamente:

- Eliminação do processo de brasagem, utilizando um novo casquilho, garantindo a especificação de torção dada pelo cliente;
- Eliminação do processo de zincagem, adaptando uma nova tecnologia, o uso de silanos na linha de pintura, garantindo também a mesma especificação dada pelo cliente;

O conjunto das melhorias anteriormente citadas implica a eliminação de um processo que não acrescenta valor, o processo de repassar a rosca, dado que este deve-se ao calor introduzido pela brasagem e pelos defeitos inerentes ao processo de zincagem;

- Redução do tempo dos processos de remoção de salpicos e de soldadura na produção da pegadeira especial, passando a patilha a integrar uma parte que lhe era soldada, diminuindo o cordão de soldadura e por consequentemente o número de projecções, os salpicos.

4 Análise VSM

A análise *Value Stream Mapping* é a ferramenta mais adequada para detectar oportunidades de eliminação do desperdício existente no estado inicial da linha de produção de pegadeiras na IETA. Os tempos de espera do *Work In Progress*, *WIP*, são extremamente elevados, de tal forma que afecta o planeamento de matérias-primas, fazendo com que este use *stocks* de segurança elevados e dispendiosos.

Considerando o potencial incremento na produção de pegadeiras, foram analisadas duas abordagens:

- A aplicação de balanceamento em linha facilitado com um pequeno ajuste no *layout*, por forma obter na produção actual uma aplicação célere e com custos diminutos;
- A aplicação de balanceamento com maiores alterações de *layout*, com custos de implementação mais elevados.

4.1 Desenvolvimento do balanceamento em linha

A análise teve como objectivo uma abordagem com custos de implementação diminutos, optando-se por um balanceamento em linha, em que o operador continua a realizar apenas uma tarefa, o que originou que os tempos de ciclos não se alterassem, excepto numa operação de soldadura desenvolvida na Tabela 16. O balanceamento em questão não corresponde a um fluxo contínuo do princípio ao fim da cadeia de fluxo de valor, mas sim em operações sequenciais entre alguns postos de trabalho, sendo este possível atingir com assistência a um pequeno ajuste no *layout* e sem aquisição de novos equipamentos.

Como ponto de partida desta análise foi assumido que a melhoria resultante da eliminação do processo de zincagem, já estaria implementada. Tomou-se esta hipótese em consideração, uma vez que esta alteração de processos tecnológicos era a única que previsivelmente estaria aceite pelo cliente e implementada no momento.

A análise do balanceamento teve em consideração uma pequena alteração de *layout*, com o objectivo de facilitar o fluxo, consistindo na deslocalização da operação do corte de excedente duplo, como se pode ver na Figura 6.

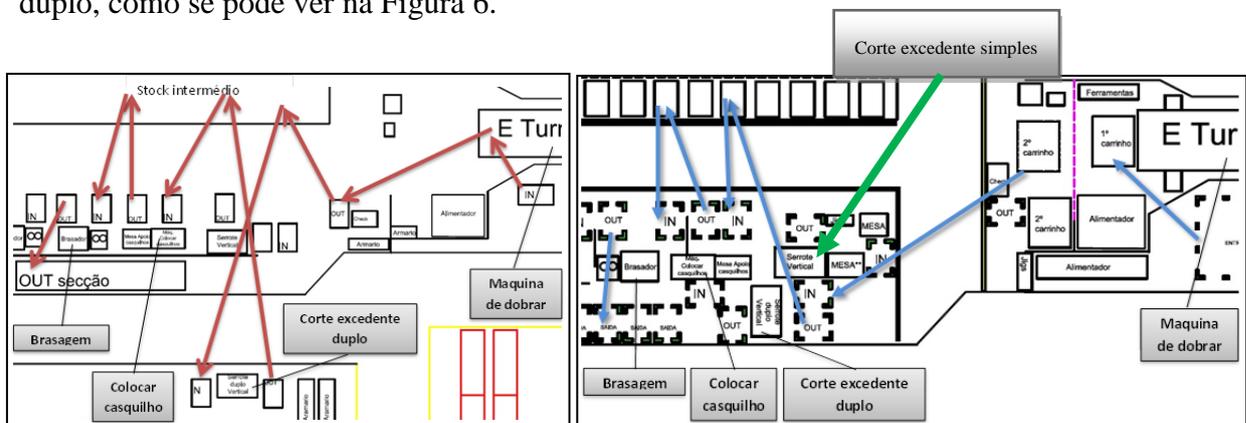


Figura 6 - *Layout* inicial e final do corte excedente duplo e representação de fluxo.

Implementando esta alteração na pegadeira que realiza o corte duplo, alcança-se um balanceamento entre a dobragem e o corte. Na Tabela 14 observa-se os tempos de ciclo destas duas operações, sendo assim o balanceamento fica sem folga e com um ciclo de 32 segundos, eliminando o *lead time* entre estas duas operações. Este torna-se possível pois na aplicação dos 5s foi criado um carro que permite a movimentação entre a dobragem e o corte de excedente.

Tabela 14 - Tempo de ciclo da dobragem e do corte de excedente duplo.

Pegadeira tipo corte duplo	
Designação	Tempo ciclo (segundos)
Dobragem	32
Corte excedente duplo	32

O local do corte de excedente simples encontra-se correctamente posicionado para a presente abordagem, permitindo o balanceamento entre a dobragem e o corte, com o auxílio do carro criado pela aplicação 5s. Este local está assinalado na Figura 6, com uma seta verde.

A última alteração de *layout* para esta abordagem versou sobre o local da máquina de repassar a rosca, que originalmente se encontrava no final da linha de pintura. Para se facilitar o balanceamento entre a operação de repassar a rosca e a embalagem, foi necessário transferir a máquina para a zona de embalagem.

Com o apuramento dos tempos de ciclo já recolhidos, Tabela 11, foi viável o estudo de quais os tempos de ciclos permitem a aplicação de balanceamento. A Tabela 15 ilustra sob a cor azul os balanceamentos previstos na presente abordagem. A cor azul claro refere-se aos balanceamentos a considerar e a cor azul-escuro refere-se aos balanceamentos já praticados. A Tabela 15 apresenta os tempos de ciclo enunciados a cor vermelha, referentes a tempos alterados para permitir a aplicação do balanceamento.

Tabela 15 - Tempos de ciclo (Tciclo) para todas pegadeiras e operações - 1ª abordagem.

	Bengala	Com modelo inglês	Especial	Com farol	Duas patilhas	Pegadeira T	Corte duplo
	Tciclo (s)	Tciclo (s)	Tciclo (s)	Tciclo (s)	Tciclo (s)	Tciclo (s)	Tciclo (s)
Dobragem	29	26	30	24	24	30	32
1º Corte simples	22	24	22	22	22	22	
2º Corte simples		22	22	22	22	22	
Corte duplo							32
Colocar casquilho			40			20	20
Brasagem			43			43	43
Soldadura	42	30	40	80	35	80	35
Salpicos com operador soldadura		5					
Salpicos	40	35	40	90	35	90	30
Pintura	15	15	15	15	15	15	15
Repassar rosca			15			15	15
Embalagem	15	15	15	15	15	15	15

Relativamente à pegadeira com modelo inglês a remoção de salpicos é um problema de análise, dado que o tempo de ciclo inicial é de 40 segundos e o de soldadura é de apenas 30 segundos.

De um ponto de vista técnico a remoção de salpicos quando efectuado com a peça quente tem uma maior facilidade de remoção, o que resulta numa diminuição do tempo neste caso em 10 segundos, ou seja 5 segundos ao tempo de ciclo.

A solução para este problema passa por introduzir uma primeira operação de remoção de salpicos no operador de soldadura, mantendo uma segunda operação para acabamento.

Assim aumenta-se 5 segundos ao operador de soldadura, mas retira-se 5 segundos no tempo de ciclo da remoção de salpicos, torna-se vantajoso na medida que existe dois operadores a remover salpicos, dando assim um benefício de 5 segundos num operador de remoção salpicos. Ficando este balanceamento nivelado, 35 segundos no operador do robot e 35 segundos na operação de acabamento de remoção de salpicos. Na Tabela 16 pode-se observar a ocupação semanal desta alteração.

Tabela 16 - Alteração da ocupação semanal na soldadura e remoção de salpicos.

Colaborador		Ocupação semanal por colaborador	
Designação	Nº colaborador	Estado inicial	Estado pretendida
Soldadura	1	11 h 36 min	13 h 32 min
Salpicos	2	15 h 27 min	13 h 32 min

Na tabela acima verifica-se um aumento de aproximadamente duas horas na soldadura e uma redução por colaborador na remoção de salpicos de cerca de duas horas. Existindo dois colaboradores na remoção de salpicos confirma-se um proveito total de aproximadamente duas horas de mão-de-obra.

A pegadeira especial admite um balanceamento entre o processo de colocar casquilho até ao da remoção de salpicos, dado que os tempos estão nivelados e o *layout* actual assim o permite. As restantes pegadeiras exigem um *Buffer* entre o processo de brasagem e de soldadura, pois os tempos de ciclo estão desnivelados e existe uma considerável distância entre o local da brasagem e o robot de soldadura para as mesmas.

4.1.1 Ajustamento do planeamento de produção

Para realizar o planeamento de produção mais eficaz, era necessário identificar o gargalo da produção através das horas de ocupação por cada operação, determinadas na Tabela 17.

Tabela 17 - Determinação das horas semanais de todas as operações - 1ª abordagem.

	Bengala	Com modelo inglês	Especial	Com farol	Duas patilhas	Pegadeira T	Corte duplo
	Ttotal (h)	Ttotal (h)	Ttotal (h)	Ttotal (h)	Ttotal (h)	Ttotal (h)	Ttotal (h)
1º Corte simples	4	11	5	2	2	7	10
2º Corte simples	3	10	3	2	2	5	
Corte duplo		9	3	2	2	5	
Colocar casquilho							9
Brasagem			6			2	6
Soldadura			6			5	12
Salpicos	6	14	6	6	3	10	10
Pintura	5	14	6	7	3	10	8
Repassar rosca	2	6	2	1	1	2	4
Embalagem			2			2	4
Repassar rosca	2	6	2	1	1	2	4

Com a identificação do gargalo na Tabela 18 pode-se otimizar o mesmo, através de uma redução do número de *set-up's* e garantir que este tenha uma alimentação sem interrupções, ficando assim uma produção nivelada. No segundo turno apenas existe uma operação de dobragem ou de corte simples, nunca as duas em simultâneo.

Tabela 18 - Identificação do gargalo da produção - 1ª abordagem.

Designação	1º Turno	2º Turno	Total	Nº Posto 1º turnos	Nº postos 2º turno	Taxa de ocupação
Dobragem	33 h	8 h	41 h	1	1	68%
Corte simples	25 h	22 h	47 h	1		78%
Corte duplo	10 h	-	10 h	1	0	25%
Colocar casquilho	14 h	-	14 h	1	0	35%
Brasagem	23 h	-	23 h	1	0	58%
Soldadura	55 h	-	55 h	3	0	46%
Salpicos	83 h	-	83 h	3	0	69%
Pintura	18 h	-	18 h	1	0	45%
Repassar rosca	8 h	-	8 h	1	0	20%
Embalagem	18 h	-	18 h	1	0	45%
		TOTAL	317 h			

Com a análise dos balanceamentos possíveis, na Tabela 15, tornou-se necessário analisar em quantos dias é possível produzir cada pegadeira, assim foi escolhido um diagrama de Gantt para obter os dias de espera da produção de cada tipo de pegadeira. A Figura 7 representa o diagrama obtido.

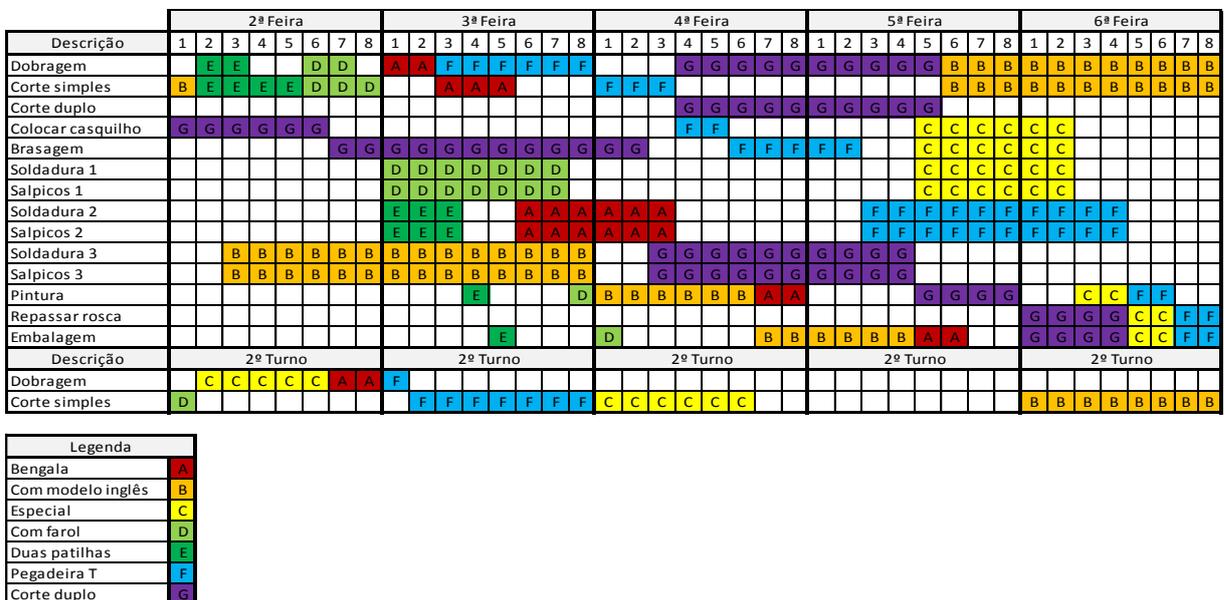


Figura 7 - Diagrama de Gantt para o planeamento da produção - 1ª abordagem

Ao realizar o planeamento da produção, verificou-se que não seria possível começar com as pegadeiras com maior volume, pois estas iriam atrasar a produção das restantes, a solução passou por atrasar a produção das pegadeiras corte duplo e com modelo inglês, como se pode verificar no diagrama de Gantt.

A Tabela 19 resume os dias necessários para a produção de cada tipo de pegadeira, obtidos pelo diagrama de Gantt, com ou sem zincagem e o respectivo ganho no lead time.

Tabela 19 - Lead time estimado para cada tipo de pegadeira - 1ª abordagem.

Tipo de pegadeira	Lead time inicial	Lead time estimado				
		Com zincagem	Sem zincagem		Com zincagem	
			Dias	Ganho		Dias
Bengala	A	7	3	133%	6	17%
Com modelo inglês	B	9	5	80%	8	13%
Especial	C	13	5	160%	8	63%
Com farol	D	7	3	133%	6	17%
Duas patilhas	E	7	3	133%	6	17%
Pegadeira T	F	13	4	225%	7	86%
Corte duplo	G	12	8	50%	11	9%

Na tabela acima o cálculo do *lead time* estimado com zincagem foi obtido somando 3 dias, duração necessária para realizar a zincagem subcontratada, ao *lead time* previsto sem zincagem. Assim pode-se diferenciar o que se ganha com a reorganização *lean* e com a alteração tecnológica.

Sendo as entregas ao cliente realizadas no último dia da semana, sexta-feira, e o recebimento de matérias-primas no primeiro dia, segunda-feira, então o *lead time* é arredondado da seguinte forma, até cinco dias corresponde a uma semana, até dez dias corresponde a duas semanas e até 15 dias corresponde a três semanas.

Com a eliminação da zincagem é possível ter um *lead time* inferior a uma semana em quase todas as pegadeiras, menos na de corte duplo. Ter um *lead time* inferior a uma semana é benéfico porque não seria necessário produzir com previsão, pois as encomendas são confirmadas uma semana antes da entrega. Não sendo necessário existir um *stock* de segurança para previsão, para desta forma não falhar o compromisso com o cliente.

4.1.2 Novo VSM com esta solução proposta

Com os resultados obtidos através do diagrama de Gantt, Figura 7, é possível realizar um novo VSM para os balanceamentos considerados anteriormente. A Figura 8 exemplifica a pegadeira de corte duplo. No ANEXO G constam os restantes VSM pretendidos.

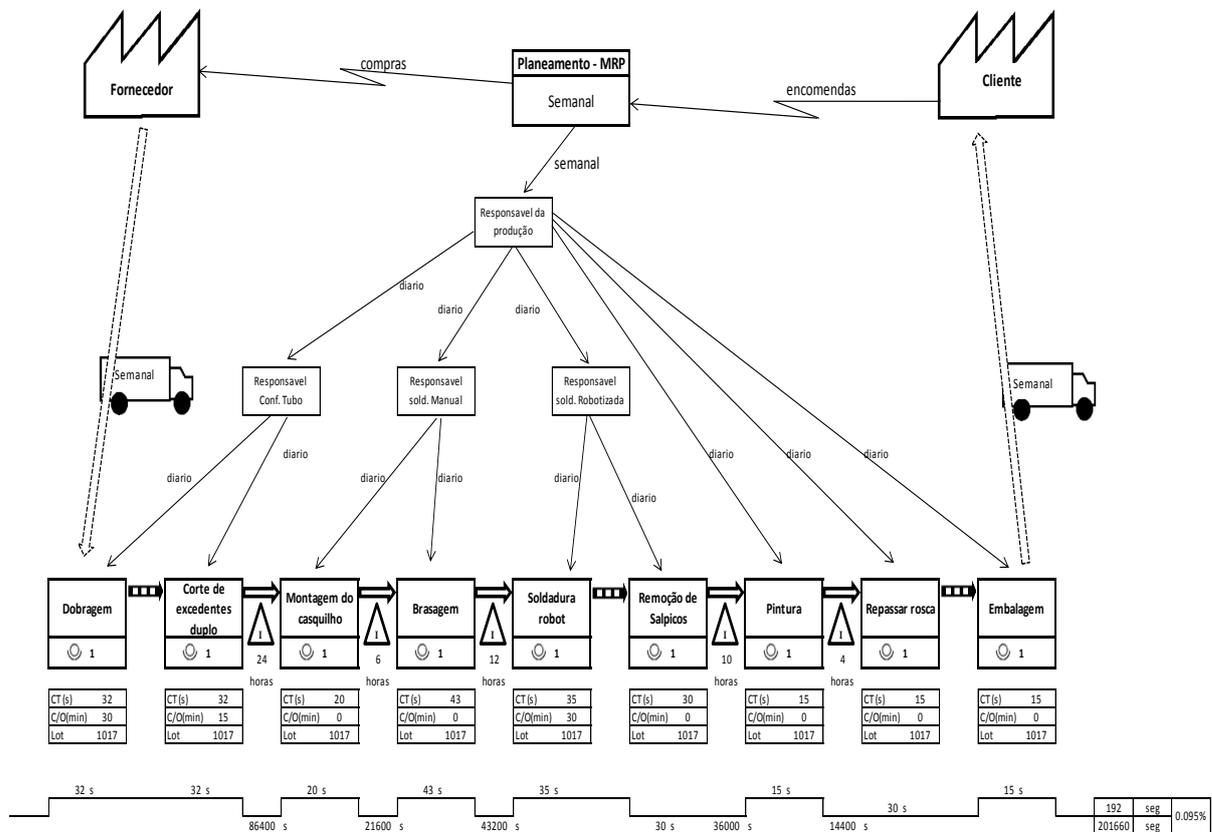


Figura 8 - VSM pretendido na pegadeira corte duplo - 1ª abordagem.

A Tabela 20 ilustra os ganhos estimados WIP pela aplicação do VSM pretendido, considerando o *lead time* sem a operação de zincagem.

Tabela 20 - Lead time, rácios e WIP estimados pela análise VSM pretendida.

Descrição	VA	Lead time inicial			Lead time pretendido			Ganho WIP	
	Segundos	Segundos	Dias	Rácio	Segundos	Dias	Rácio	Pegadeiras	Contentores
Bengala	123	230440	7	0.053%	79240	3	0.155%	466	2
Com modelo inglês	137	293529	9	0.045%	122435	5	0.112%	1391	5
Especial	227	415192	13	0.055%	126070	5	0.180%	998	3
Com farol	178	237251	7	0.075%	72090	3	0.247%	266	1
Duas patilhas	139	237196	7	0.059%	68435	3	0.203%	266	1
Pegadeira T	247	421820	13	0.059%	129720	4	0.190%	800	2
Corte duplo	192	345660	12	0.056%	201660	8	0.095%	1017	4
								Total	18

O WIP de pegadeiras e de contentores foi determinado da seguinte forma:

$$WIP_{pegadeiras} = \text{Encomenda semanal} \left[\frac{\text{Pegadeiras}}{\text{Semanas}} \right] \times \text{diferença no lead time [semanas]}$$

$$WIP_{contentores} = \frac{WIP_{pegadeiras}}{300 \text{ pegadeiras}}$$

Observa-se uma redução do uso de 18 contentores, como cada ocupa cerca de 1.4m², então existe uma libertação de espaço WIP de aproximadamente 25m².

4.1.3 Análise financeira da solução proposta

Os proveitos da presente abordagem consistem em custos financeiros improdutos e redução de mão-de-obra na remoção de salpicos. O valor residual da matéria-prima libertada não foi contemplado como um proveito, porque quando terminar a produção deste produto, independentemente se foi ou não aplicada esta abordagem, será sempre recuperado na totalidade esse valor.

A fim de determinar os custos financeiros improdutos, considerou-se uma taxa de juro nominal, a que IETA actualmente se financia, de 12% ao ano. Com auxílio da Tabela 21 constata-se que a implementação da primeira abordagem, sem a operação de zincagem, beneficia um resultado estimado em custos financeiros improdutos de 2.875,00 € por ano.

Tabela 21 - Cálculo da redução dos custos financeiros improdutos.

Descrição	Redução lead time		Encomendas Pegadeira/ Ano	Preço de venda Por pegadeira	Matéria-prima Por pegadeira	Facturação anual	Custos financeiros improdutos por ano
	Semanas	Dias					
Bengala	1	5	22387	8,00 €	1,14 €	179.098,00 €	260,00 €
Com modelo inglês	1	5	66778	6,00 €	0,95 €	400.666,00 €	590,00 €
Especial	2	10	23962	7,00 €	0,81 €	167.731,00 €	476,00 €
Com farol	1	5	12787	11,00 €	0,96 €	140.659,00 €	194,00 €
Duas patilhas	1	5	12787	7,00 €	0,96 €	89.510,00 €	129,00 €
Pegadeira T	2	10	19200	12,00 €	1,94 €	230.400,00 €	680,00 €
Corte duplo	1	5	48806	8,00 €	0,78 €	390.451,00 €	544,00 €
						TOTAL	2.875,00 €

Os custos financeiros improdutivos significam numa aproximação dos encargos financeiros, devidos à falta de produtividade, sendo estes estimados através da seguinte fórmula:

$$[MP \text{ anual} + (Facturação \text{ anual} - MP \text{ anual}) \times 50\%] \times \frac{\text{redução lead time}}{\text{Dias úteis}} \times Taxa \text{ juro nominal}$$

Neste cálculo foi considerado o valor dos produtos intermédios e não apenas da matéria-prima, porque não só a esta fica pendente no *lead time* mas também a mão-de-obra associada e os componentes de cada operação. Para este fim, nesta fórmula, considera-se um valor intermédio entre o valor inicial, matéria-prima, e o valor final, valor de venda. Este cálculo é uma aproximação, pois há processos que acrescentam mais valor do que outros, o que não se considera.

Como o *lead time* foi determinado em dias úteis, o juro nominal terá ser aplicar sobre esses dias. No ano corrente existe 251 dias úteis e a empresa fica encerrada durante 15 dias, ou seja, existem na IETA 236 dias úteis de trabalho.

A redução do *lead time* foi arredondada à semana porque as entregas de matéria-prima são realizadas na segunda-feira e a saída do produto final na sexta-feira.

O Departamento de manutenção estimou que seriam necessárias 20 horas de trabalho de um operário para proceder às alterações de *layout* definidas. Atendendo que o custo/hora de um operário é de 9,00 €, o resultado do custo de implementação é de 180,00 €. Como determinado na Tabela 16, houve uma redução de 2 horas por semana na operação de remoção de salpicos, o que resulta num proveito de mão-de-obra ao final do ano no valor de 864,00 €. A Tabela 22 resume todos estes proveitos e custos associados à aplicação da primeira abordagem.

Tabela 22 - Resumo dos proveitos estimados e custo da aplicação.

Redução WIP	
Número de pegadeiras	1017
Número de contentores	18
Área (m ²)	25
Custos improdutivos de financiamento	2.875,00 €
Custo de alteração de Layout	
Preço hora da manutenção	9,00 €
Horas necessárias	20
Custo da alteração <i>layout</i>	180,00 €
Proveito com mão-de-obra na remoção de salpicos	
Preço de mão-de-obra/hora	9,00 €
Redução de horas/semana	2
Proveito ao ano	864 €
Resultado da análise financeira	
Ao final do primeiro ano	3.559,00 €
Ao final de 5 anos	18.514,00 €

Nesta primeira abordagem estima-se um proveito no final do primeiro ano de 3.559,00 € e nos próximos 5 anos de previsão de continuidade de produção, um valor 18.514,00 €.

4.2 Desenvolvimento do balanceamento em célula com as novas pegadeiras

Esta nova abordagem consiste na criação de novas células para proceder ao nivelamento da produção e à eliminação dos desperdícios muda, mura e muri, como exposto no Estado da Arte, item 2.4.1. Para esta criação de células, os operários ficam “livres” dos seus postos de trabalho, permitindo-lhes assim realizarem mais do que uma tarefa, originando folgas menores entre balanceamentos.

Existe disponibilidade de uso de um robot para ser aplicado na primeira célula, entre a dobragem e os cortes de excedente. Este robot anteriormente utilizado numa estação de soldadura, que se encontra inactiva e sem previsão de ocupação, tem como característica a mobilidade para duas posições, entre uma distância de dois metros e com um raio de acção em cada posição de 1 metro. O robot pode ser observado na Figura 9.



Figura 9 - Fotografia do robot de duas posições disponível.

Uma vez que esta segunda abordagem não teria implementação imediata, considerou-se que todas as melhorias desenvolvidas pelo Departamento de Engenharia já estariam em prática, nomeadamente, a eliminação da zincagem, eliminação da brasagem e eliminação da operação de repassar a rosca.

Nesta abordagem foi considerada a carga actual de pegadeiras juntamente com as novas encomendas, expostas no item 3.4.

Os tempos de ciclo do novo robot foram estimados pelo Departamento de Engenharia conforme a Tabela 23.

Tabela 23 - Tempos de ciclo para todos os tipos de pegadeira do robot de corte.

Tipo de operação	Tempo ciclo (segundos)
Corte duplo	24
1 Corte simples	24
2 Corte simples	31

Este novo robot terá uma utilização de transporte entre a dobragem, o corte de excedentes e contentor de saída. A determinação dos tempos de ciclo consta no ANEXO H.

As alterações de *layout* necessárias para a implementação do robot de corte, consistem em mover a máquina de dobrar vizinha à *e-turn*, as máquinas de corte de excedente e de colocar o casquilho, como podem consultadas na Figura 10.

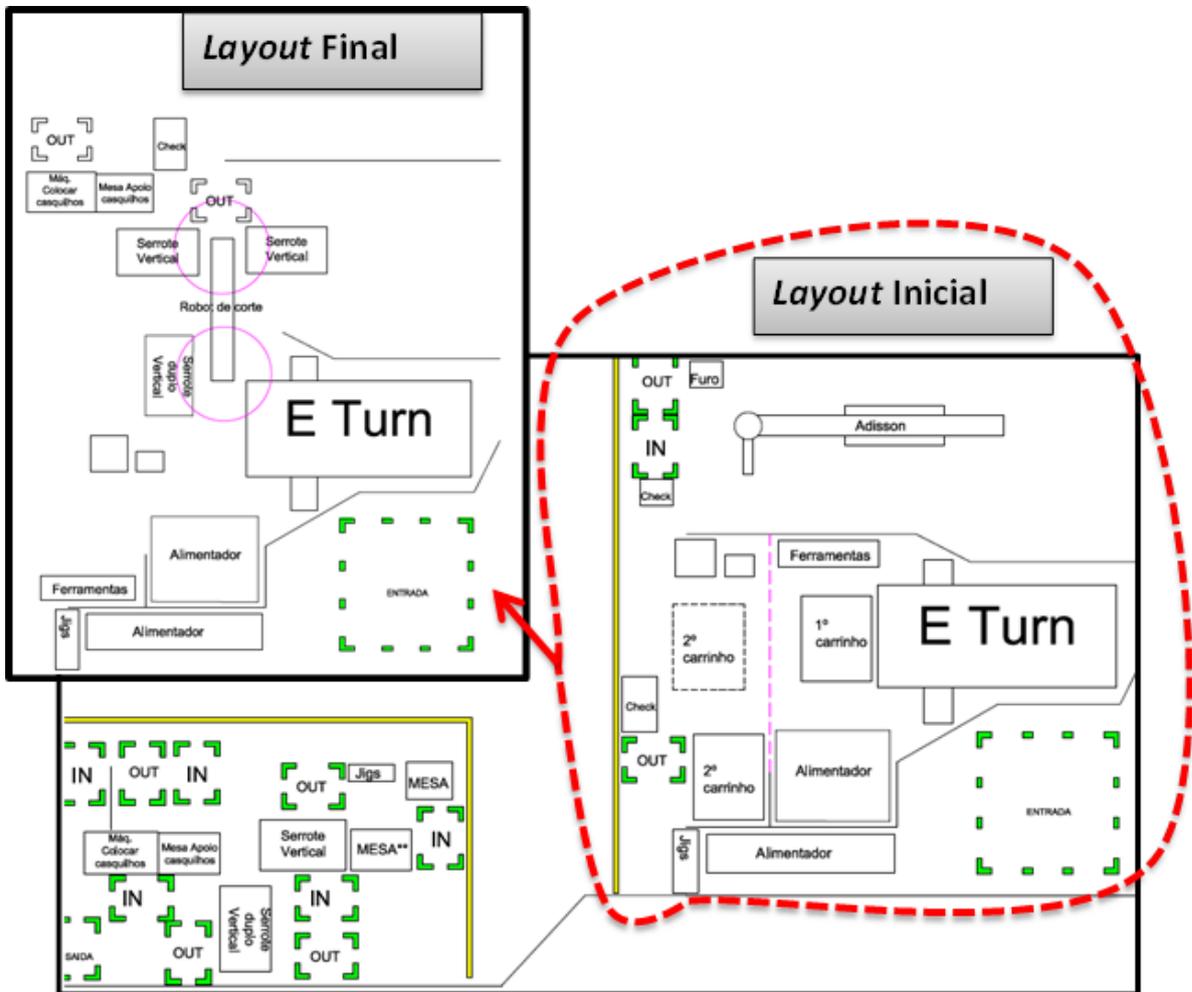


Figura 10 - Alterações do *layout* para implementação do robot de corte.

Não existindo a possibilidade da linha de pintura trabalhar a dois turnos, uma vez que os seus custos seriam elevados relativamente à taxa de utilização que lhe seria dada, então o *Takt time* será determinado para um turno, definido na Tabela 24.

Tabela 24 - Determinação do *Takt time* para balanceamento a um turno de 40 horas/semana.

	Encomenda	Disponibilidade	Takt Time
	Pegadeiras/semana	Horas/semana	Segundos
Balanceamento total	7132	40	20

Com um *Takt time* de apenas de 20 segundos torna-se impossível balancear toda a linha de pegadeiras, dado que os tempos de ciclo na célula de dobragem juntamente com o robot de corte são superiores, como se observa na Tabela 23. Uma solução possível seria a aquisição de novos equipamentos, contudo o seu custo associado seria elevado, superior à colocação da linha de pintura a dois turnos.

Assim sendo é necessário que as células fiquem em turnos diferentes, com a dobragem e o robot de transporte de corte a dois turnos, um robot de soldadura e remoção de salpicos a um turno, um robot de soldadura e remoção de salpicos a dois turnos, e a linha de pintura com embalagem apenas a um turno. Na Tabela 25 pode-se observar o *Takt time* para estas células para os seus respectivos turnos.

Tabela 25 - Determinação do *Takt time* para as células a um turno de 40 horas/semana.

	Encomendas	Disponibilidade	Takt time
	Pegadeiras/semana	Horas/semana	Segundos
1 - Célula corte + dobragem	8000	80	36
2 - Célula soldadura + remoção de salpicos	7132	120	61
3 - Célula pintura + embalagem	7132	40	20

Com este resultado, teoricamente, é possível viabilizar a capacidade desta nova linha, uma vez que os tempos de ciclo estão dentro dos limites do *Takt time*.

Sendo inviável o balanceamento entre células, há a necessidade de criar um *buffer*, devido aos diferentes tempos de operação, que poderia ser transportado quer por carro ou por contentor. Como na IETA existe o uso do contentor foi considerado o uso do mesmo, pois não existe necessidade de reduzir os tempos de ciclo do robot de soldadura, a linha de pegadeiras encontra-se estrangulada pelo corte de excedentes, o gargalo.

O balanceamento estimado para a soldadura permanece o mesmo utilizado na primeira abordagem. Havendo uma pequena diferença na alimentação da célula de soldadura, foi considerado um sistema de supermercado para a otimizar. Então é necessário efectuar a estimativa das horas de *buffer* mínimas entre células, como a ligação entre o robot de corte e o robot de soldadura se efectua por intermédio de contentor, procedeu-se ao cálculo do tempo necessário para completar um contentor de 300 pegadeiras na nova linha de pegadeiras. Esses cálculos podem ser consultados na Tabela 26.

Tabela 26 - Tempo de *buffer* mínimo entre cada célula.

	Bengala	Com modelo inglês	Especial	Com farol	Duas patilhas	Pegadeira T	Corte duplo
Célula de corte + dobragem	3 h	3 h	3 h	3 h	3 h	3 h	3 h
Célula de soldadura + salpicos	4 h	3 h	4 h	8 h	3 h	8 h	3 h
Célula de pintura + embalagem	2 h	2 h	2 h	2 h	2 h	2 h	2 h

No *layout* inicial, apenas consta um robot de soldadura na secção para produzir pegadeiras, encontrando-se os restantes num local mais afastado do primeiro. Nesta abordagem utilizam-se dois robots de soldadura a dois turnos, sendo necessário mover um robot de soldadura para a presente secção.

A última alteração de *layout* necessária encontra-se na linha de pintura e de embalagem, onde é necessário que a zona de embalagem fosse integrada na saída da linha de pintura, alteração esta não aplicada anteriormente uma vez que apenas se justificaria na introdução das novas pegadeiras. Assim, após o término da pintura da pegadeira, esta seria imediatamente embalada, sem a criação de *stock* entre estes dois processos. Para aplicação desta alteração torna-se crucial que a inspecção final seja efectuada após pintura. Assim, as pegadeiras rejeitadas ou com hipótese de serem recuperadas seriam colocadas de lado, permitindo que as pegadeiras aceites na inspecção fossem imediatamente embaladas.

Na Tabela 27 encontram-se os tempos de ciclo estimados para cada célula após a implementação das alterações de *layout* impostas. O critério de balanceamento, seleccionado para cada célula, constou no tempo ciclo mais elevado, assinalado a cor vermelha. O balanceamento é feito por toda a célula, respectivamente, 1 - célula do robot de corte + dobragem, 2 - célula de soldadura + remoção de salpicos e 3 - célula pintura + embalagem.

Tabela 27 - Tempos de ciclo (Tciclo) de todas pegadeiras e operações - 2ª abordagem.

Célula	Processos	Bengala	Com modelo inglês	Especial	Com farol	Duas patilhas	Pegadeira T	Corte duplo
		Tciclo (s)	Tciclo (s)	Tciclo (s)	Tciclo (s)	Tciclo (s)	Tciclo (s)	Tciclo (s)
1	Dobragem	29	26	30	24	24	30	32
	1º Corte simples	24						
	2º Corte simples		31	31	31	31	31	
	Corte duplo							24
	Colocar casquilho			20			20	20
2	Soldadura	42	35	40	80	35	80	35
	Salpicos	40	35	40	90	35	90	30
3	Pintura	15	15	15	15	15	15	15
	Embalagem	15	15	15	15	15	15	15

Pela observação da Tabela 25 consta-se que o maior tempo de ciclo de cada célula, da Tabela 27, é inferior ao limite do *takt time* definido, excepto no robot de soldadura e remoção de salpicos na pegadeira com farol e pegadeira T.

4.2.1 Ajustamento do planeamento de produção

Para realizar o planeamento de produção mais eficaz, era necessário identificar o gargalo da produção através das horas de ocupação por cada operação, determinadas na Tabela 28.

Tabela 28 - Determinação das horas semanais de todas as operações - 2ª abordagem.

	Bengala	Com modelo inglês	Especial	Com farol	Duas patilhas	Pegadeira T	Corte duplo
Processos	Ttotal (h)	Ttotal (h)	Ttotal (h)	Ttotal (h)	Ttotal (h)	Ttotal (h)	Ttotal (h)
1 - Célula robot de corte + dobragem	18	16	5	2	3	15	10
2 - Célula soldadura	26	19	6	7	4	22	10
3 - Célula pintura + embalagem	9	8	2	1	2	4	4

Com as horas de ocupação semanais pode-se proceder ao cálculo do gargalo na produção. A Tabela 29 determina o gargalo na presente abordagem.

Tabela 29 - Identificação do gargalo da produção - 2ª abordagem.

Designação	1º Turno	2º Turno	Total	Nº postos	Nº de turnos	Taxa de ocupação	
1 - Célula robot de corte + dobragem	40 h	29 h	69 h	1	2	86%	Gargalo
2 - Célula soldadura	63 h	31 h	94 h	2	2	59%	
3 - Célula pintura + embalagem	30 h	-	30 h	1	1	75%	

Após a identificação do gargalo, é possível a realização do planeamento de produção de forma que o mesmo esteja nivelado e com apenas um *set-up* para cada tipo de pegadeira, para assim o automatizar. Este planeamento foi determinado através do diagrama de Gantt que pode ser consultado na Figura 11.

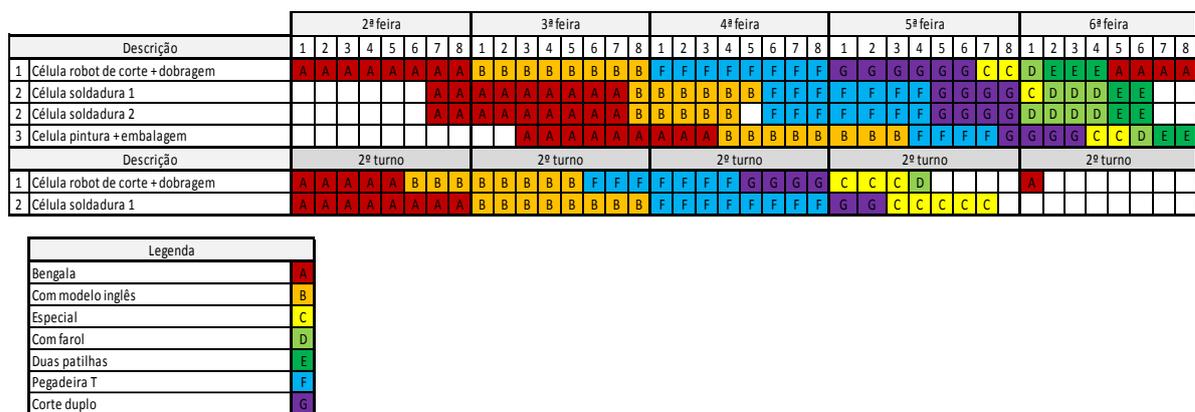


Figura 11 - Diagrama de Gantt para o planeamento da produção - 2ª abordagem.

A pegadeira A, Bengala, na simulação de Gantt terá de ser iniciada na semana anterior para não comprometer a entrega das restantes pegadeiras à sexta-feira. Na Tabela 30 consta o *lead time* desta produção para cada tipo de pegadeira.

Tabela 30 - *Lead time* estimado para cada tipo de pegadeira - 2ª abordagem.

Tipo de pegadeira	Lead time (dias)
Bengala	A
Com modelo inglês	B
Especial	C
Com farol	D
Duas patilhas	E
Pegadeira T	F
Corte duplo	G

4.2.2 Novo VSM com esta solução proposta

Com base na Figura 11 foi possível a construção do VSM da segunda abordagem, para os balanceamentos considerados previamente. A Figura 12 traduz o VSM para a pegadeira de corte duplo, constando no ANEXO I os VSM das restantes pegadeiras.

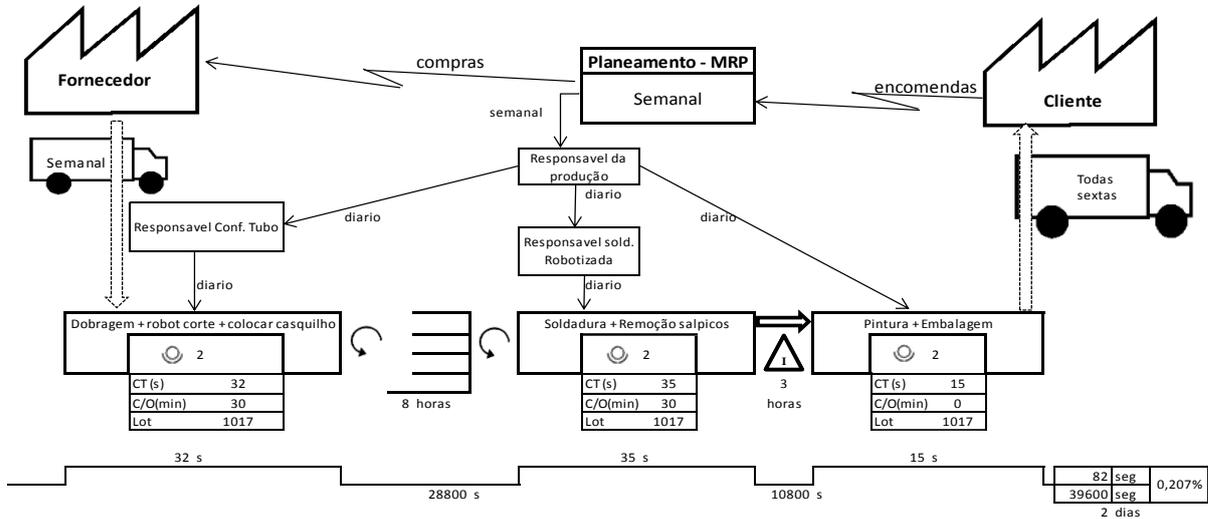


Figura 12 - VSM pretendido na pegadeira corte duplo - 2ª abordagem.

Na Tabela 31 estão expostos os resultados estimados do *lead time* com o rácio de valor acrescentado para a análise VSM futura. Apenas se tornará necessária a existência de uma semana de *stock* para cada tipo de pegadeira, visto a produção estimada das mesmas ser inferior a uma semana.

Tabela 31 - Lead time e rácios estimados pela análise do VSM futuro.

Descrição	VA futuro	Lead time futuro			Rácio
	Segundos	Segundos	Dias	Semanas.	
Bengala	86	79200	3	1	0,1086%
Com modelo inglês	81	79200	3	1	0,1023%
Especial	86	46800	2	1	0,1838%
Com farol	136	36000	2	1	0,3778%
Duas patilhas	81	18000	1	1	0,4500%
Pegadeira T	136	79200	3	1	0,1717%
Corte duplo	82	39600	2	1	0,2071%

Através do VSM obtido nesta segunda abordagem é possível aferir quais os *buffers* máximos em horas para cada tipo de pegadeira. Sabendo que cada contentor possui uma capacidade máxima de 300 unidades de pegadeiras e o tempo de ciclo para cada célula, pode estimar-se o número de contentores entre cada célula, após a célula 1 e 2. A área de um contentor é de 1,4m², permitindo então a determinação de qual a área necessária para os *stocks* intermédios. A Tabela 32 expõe os resultados anteriormente referidos.

Tabela 32 - Cálculo do stock WIP.

Descrição	Buffer célula 2	Buffer célula 3	Tempo ciclo (segundos)		Contentores		Área Contentores (m ²)	
	Horas	Horas	Célula 1	Célula 2	Após célula 1	Após célula 2	Após célula 1	Após célula 2
Bengala	10	12	29	42	5	4	7	5,6
Com modelo inglês	10	16	31	35	4	6	5,6	8,4
Especial	4	6	31	40	2	2	2,8	2,8
Com farol	1	7	31	90	1	1	1,4	1,4
Duas patilhas	3	4	31	35	2	2	2,8	2,8
Pegadeira T	8	20	31	90	4	3	5,6	4,2
Corte duplo	8	6	32	35	3	3	4,2	4,2
Total					21	21	29,4	29,4

4.2.3 Análise financeira da solução proposta

Com auxílio do Departamento de Manutenção foi possível estabelecer quais os custos e as horas necessárias para a implementação das alterações de *layout* sugeridas para esta abordagem. Na Tabela 33 esses custos e horas laborais estão demonstrados.

Tabela 33 - Custos necessários para implementação do *layout*.

		Custo manutenção	9,00 €
Custo para implementação da segunda abordagem			
Custos associados à instalação de novas máquinas		Horas necessárias	Preço
Mover máquina vizinha da e-turn		30	270,00 €
Mover robot de duas posições		60	540,00 €
Mover robot de soldadura		40	360,00 €
Mover máquina de corte excedente simples		20	180,00 €
Mover máquina de corte de excedente duplo		20	180,00 €
Instalação da nova máquina de corte de excedente simples		20	180,00 €
Programação de <i>software</i> dos robots		40	360,00 €
Custos associados à compra de material			Preço
Preço da nova máquina de excedente simples			12.000,00 €
Adaptação do robot de duas posições			5.000,00 €
Adaptação das máquinas de corte de excedente simples e dupla (<i>Jigs</i> de corte)			10.000,00 €
Total			29.070,00 €

Com os resultados obtidos na análise VSM torna-se necessário determinar qual o novo espaço WIP a utilizar com a nova carga de encomendas das pegadeiras. Na Tabela 31, constata-se a necessidade do uso de mais 4 contentores e com uma área de ocupação de 6m², mas em contrapartida existe uma redução de investimento no inventário de 2.819,00 €.

Tabela 34 - Variação WIP da segunda abordagem relativamente ao estado inicial.

WIP Futuro		WIP inicial		Aumento WIP	
Número de contentores	42	Número de contentores	38	Número de contentores	4
Área necessária (m ²)	58,8	Área necessária (m ²)	53	Área (m ²)	6
Custo de inventário	7.825,00 €	Inventário inicial	10.644,00 €	Redução inventário	2.819,00 €

Esta abordagem através da célula do robot de corte permite estimar uma redução de horas de trabalho, resultando num proveito económico. O cálculo efectuado para esta redução foi aferido pelo número de horas de ocupação por cada posto do estado inicial, visualizado na Tabela 10, menos o estado futuro, a segunda abordagem, com um custo de 9 €/ hora. Ambos os estados são com as novas encomendas incluídas. Na Tabela 35 pode-se observar que existe uma redução de cerca de 86 horas semanais, com um ganho estimado de 37.152,00 €.

Tabela 35 - Proveitos com o pessoal.

Descrição	Estado inicial com nova carga	Estado futuro			Redução (h/semana)
	Tempo de operários (h/semana)	1º Turno (h/semana)	2º Turno (h/semana)	Tempo de operários (h/semana)	
Dobragem	67	40	29	69	84
Corte excedente simples	76				
Corte excedente duplo	10				
Colocar casquilho	17				
Soldadura	91	63	31	94	-3
Salpicos	144	89	50	139	5
Pintura	30	30	0	30	0
Embalagem	30	30	0	30	
Total horas/semana					86
Custo operário/hora					9,00 €
Ganho total anual					37.152,00 €

Na operação de remoção de salpicos existem diferentes necessidades, nomeadamente para as pegadeiras tipo com modelo inglês, especial e a pegadeira T, sendo necessário o uso de dois operários para essa operação, as horas correspondentes a estes colaboradores encontram-se a vermelho na tabela anterior.

Ainda de referir que na Tabela 35, existe uma redução com horas negativas, no robot de soldadura. Isto sucede porque esta operação necessita de mais horas de trabalho, para realizar balanceamento na sua respectiva célula. No estado inicial, não existindo balanceamento os tempos de ciclo não sofrem variações, contrariamente à presente abordagem na qual ocorre perdas por folga.

De salientar que, no somatório da célula de soldadura o resultado final se encontra positivo, porque na operação de salpicos se diminui o tempo de ciclo, em consequência de na operação de soldadura existir mais tempo para proceder à remoção inicial de salpicos a quente, como desenvolvido na primeira abordagem.

Na célula de pintura mais embalagem não houve alterações quer nos tempos de ciclo quer no número de colaboradores necessários, ficando assim com o mesmo número de horas necessárias.

Na Tabela 36 encontra-se o resumo desta segunda aplicação do VSM, onde está determinado o total de custos para a sua implementação, assim como os seus custos financeiros com uma taxa de juro nominal a 12%. O ganho com o pessoal e seu resultado é apresentado de três formas, ao final do primeiro ano, anos seguintes e ao final de 5 anos de continuidade de produção de pegadeiras.

Tabela 36 - Resumo dos custos e lucros.

Resumo 2ª Abordagem		
Custo da aplicação do <i>layout</i>		29.070,00 €
Custo de financiamentos	12%	3.240,00 €
Ganho com pessoal		37.152,00 €
Proveito ao final 1º ano		4.842,00 €
Anos seguintes		37.152,00 €
5 Anos de produção garantida		153.450,00 €

Caso o número de pegadeiras em produção se mantenha nos próximos 5 anos, é estimado um proveito no valor de 153.450,00 €.

4.3 Alterações efectuadas com vista ao VSM

Face ao panorama actual da IETA, ambas as abordagens de VSM não foram até ao momento praticáveis no *gemba*, apesar de já terem sido aplicadas as alterações necessárias à implementação da primeira abordagem.

4.3.1 Primeira abordagem

Como pressuposto para esta abordagem, seriam necessárias alterações de *layout*, nomeadamente, alteração do local do corte de excedente duplo e do local da máquina de repassar a rosca, e também um melhoramento no transporte entre a e-turn, máquina de dobrar, e os cortes de excedente, simples e duplo. Todas estas operações foram concluídas com sucesso.

Na Figura 13, pode-se observar a alteração de local da máquina de corte de excedente duplo, pois para além de estar num local impróprio, na saída da estação de lavagem, também não facilitava o fluxo de produção, de pegadeiras de corte duplo, como anteriormente explicado.

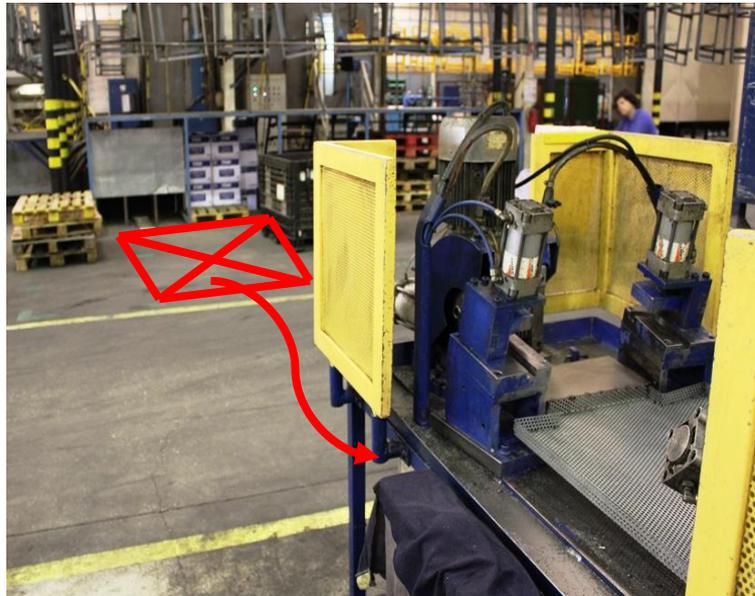


Figura 13 - Fotografia da mudança de *layout* da máquina de corte de excedente duplo.

Com vista a facilitar o fluxo, foi determinado um local onde existisse uma proximidade à máquina de dobrar o tubo, sem interromper a entrada na secção, como pode ser observado na Figura 14. As setas a verde representam o fluxo actual entre a dobragem e o corte.

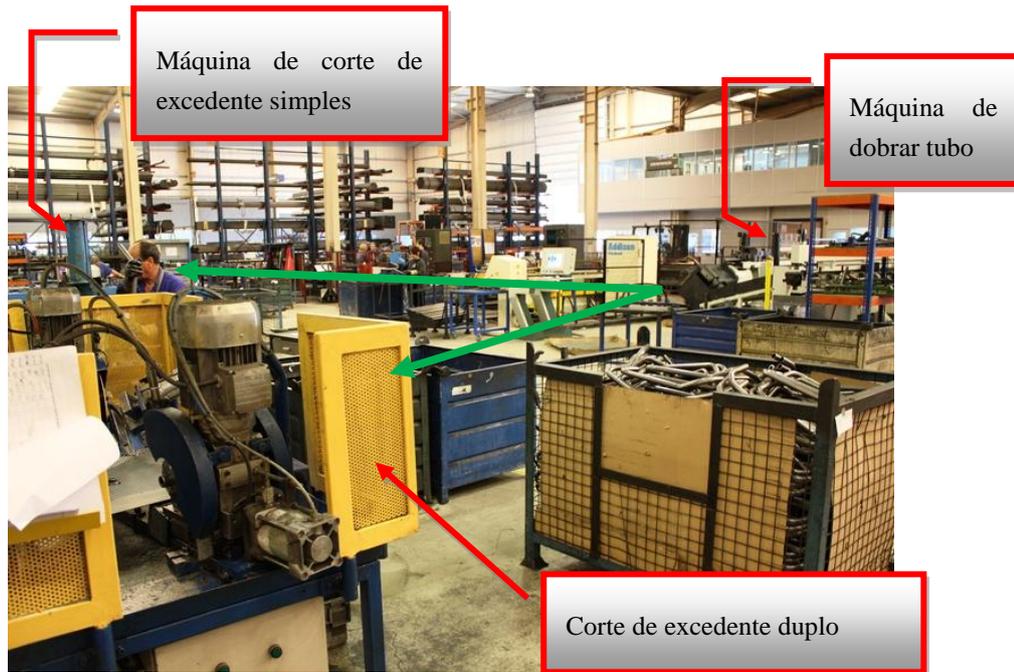


Figura 14 - Fotografia representativa do fluxo entre dobragem e corte de excedente.

Visando facilitar o fluxo anteriormente citado, foi criado um carro de transporte de pegadeiras, realizado numa intervenção 5s exemplificada no item 5.4.2, Figura 19. Assim ficam concluídas todas as alterações necessárias para a implementação de balanceamento entre a máquina de dobrar e o corte de excedente, quer seja simples ou duplo.

No ANEXO L encontra-se estas três máquinas com detalhe a todas as alterações efectuadas e programadas.

A máquina de repassar a rosca, também ela foi movida com facilidade, para a secção de embalagem, como demonstrado na Figura 15.



Figura 15 - Fotografia da máquina de repassar a rosca.

4.3.2 Segunda abordagem

A aplicação da segunda abordagem somente se encontra prevista uma vez que esta foi desenvolvida com intuito de ser iniciada aquando da produção das novas pegadeiras, não se justificando como um investimento adequado à produção actual. De referir que actualmente ainda não se encontra aprovada.

Neste momento a manutenção está empenhada na adaptação do novo robot para aplicação da segunda abordagem, havendo já um contacto com os fornecedores para todas as placas electrónicas necessárias assim como sensores e a garra do robot.

5 Aplicação prática 5s na linha de produção

5.1 Introdução dos 5s na IETA SA

No panorama actual da IETA SA a implementação da ferramenta 5s sempre foi considerada fulcral e eminente devido à quantidade de desperdício existente nesta. Eleito um alvo de acção inicial foi possível a criação de uma base inicial, no sector de produção de pegadeiras, com boas práticas produtivas que futuramente se irá expandir a todo o sector produtivo.

A aplicação dos 5s apresenta um cariz motivador, na medida em que, num curto espaço de tempo são possíveis sensíveis melhorias na organização da produção, contribuindo para uma boa adesão dos colaboradores e que, com o tempo, promovam a cultura da melhoria contínua.

Este capítulo visa a demonstração de todos os passos da implementação dos 5S estando organizado da seguinte forma:

Definição da equipa – constituição da equipa e a sua formação fornecida;

Alvo de acção – área seleccionada para a aplicação dos 5s;

Implementação dos 5s – descrição de todas as fases de implementação;

Síntese – resumo da influência dos 5S no trabalho quotidiano na IETA com vista à melhoria contínua.

5.2 Definição e acção de formação da equipa

A equipa de trabalho que participou no projecto da implementação dos 5s é constituída pelos seguintes elementos:

Abílio Soares – responsável pelo departamento da engenharia e da qualidade, coordenador da equipa dos 5s;

Armando Pereira – elemento do departamento da qualidade;

Manuel Jesus – elemento do departamento da manutenção;

Luís Pinto – responsável pelo departamento da produção e da manutenção;

Pedro Monteiro – elemento do departamento da engenharia.

Os colaboradores pertencentes à equipa de trabalho receberam formação específica, na qual foi abordada a metodologia dos 5s, sensibilizando-os para a aplicação desta ferramenta na IETA, garantindo-lhes habilitações para o início deste projecto, como pode ser consultado no ANEXO J o registo de formação e treino por turma aprovado pelo departamento de recursos humanos.

5.3 Alvo de acção

A área de acção eleita englobou a conformação de tubo até à soldadura, nomeadamente:

- Corte de tubo;
- Máquinas de dobrar;
- Corte de excedentes;
- Posicionar casquilho;
- Brasar o casquilho;
- Soldadura;
- Remoção de salpicos.

A Figura 16 mostra o alvo de acção no seu estado inicial, área essa sujeita a alteração de *layout*, com princípios de arrumação e facilidade de movimentação dos fluxos.



Figura 16 - Fotografia panorâmica inicial do sector de conformação de tubo.

5.4 Implementação dos 5s

Posteriormente à formação da equipa dos 5s estar concluída, procedeu-se à sua implementação através de eventos com duas horas de duração de modo a não afectar o sector produtivo. As datas de tais eventos foram definidas em reuniões de planeamento com a equipa dos 5s. A aplicação dos 5s subdivide-se em duas fases distintas: S operativos - separação, arrumação e limpeza, e S comportamentais - normalização e disciplina.

5.4.1 Primeiro S – Separação

Todas as ferramentas não necessárias ao sector produtivo são registadas com uma *red tag* – Figura 17, catalogadas para uma janela temporária de um mês e posteriormente removidas da produção. Todas as ferramentas eliminadas da produção são encaminhadas para a zona de espera dos 5s.



Figura 17 - Fotografia de *Jigs* de controlo na zona de espera com as respectivas *red tags*.

No decorrer desta etapa, observou-se uma certa afeição dos colaboradores às matérias e equipamentos, seja por um valor sentimental ou por uma futura e incerta necessidade das mesmas, dificultando a separação. Um caso grave registado desta insegurança pela parte dos colaboradores foi facto de se ter encontrado algumas matérias-primas, que deviam estar na posse do armazém, nos seus postos de trabalho transformando estes num armazém próprio. É de extrema importância salientar que as ferramentas não serão encaminhadas para a sucata mas sim para uma zona de espera, até serem precisas e devolvidas.

Durante a eliminação também foram detectados objectos pessoais, como telemóveis, casacos, alimentos e garrafas de águas em locais incorrectos. Esta situação foi registada e analisada posteriormente para resolução na aplicação do 2º s e 4º s, arrumação e normalização respectivamente. O uso de batas também foi um caso registado para análise.

No ANEXO K descreve cada elemento removido e sua respectiva acção e local de destino, pela equipa de 5s. De salientar que a eliminação dos *Jigs* de soldadura sem uso libertou um grande espaço nas *rack's*, permitindo o ganho de uma *rack* e o espaço respectivo. As fotografias iniciais e finais constam na Tabela 37.

Tabela 37 - Fotografias iniciais e finais da aplicação do primeiro pilar.

Área	Estado inicial	Estado final
<p>Área perdida (local errado para stock carro eléctrico)</p>		
<p>Jigs de soldadura eliminados da rack</p>		
<p>Removida máquina de medição (entrada da E-turn)</p>		
<p>Eliminação de ferramentas e de um armário preto da Mesa de colocar os casquilhos</p>		
<p>Mesa de trabalho no meio do stock intermédio (WIP)</p>		

<p>Armário da SOPSA sem utilidade produtiva actualmente, no meio do WIP.</p>		
<p>Eliminadas ferramentas e caixas de cartão da mesa de brasagem</p>		
<p>Criação da zona de espera 5s</p>		

- Zona de espera

Para a aplicação do primeiro s – arrumação, foi necessário criar uma zona de espera para que os artigos removidos ficassem retidos sem serem eliminados, sendo a sua utilidade avaliada em 4 semanas, no caso dos artigos, e em 12 semanas, no caso de ferramentas, em tempo de funcionamento da empresa. O local escolhido para a zona de espera foi lateralmente ao armazém 90 como exemplificado na Figura 18.

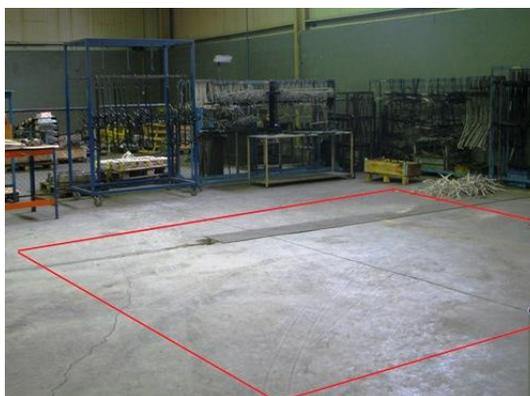


Figura 18 - Local da zona de espera no seu estado inicial.

5.4.2 Segundo S – Arrumação

A aplicação deste pilar foi extremamente extensa e complexa, desde o levantamento de ferramentas para a criação de melhores condições de trabalho até alterações de *layout* para dinamizar o fluxo e arrumação.

A utilização do 2s acarreta uma motivação extra aos colaboradores dada a sua vantagem clara no trabalho diário no *gemba*, tornando-o menos fatigante.

Posteriormente ao levantamento de todo inventário de ferramentas necessárias concluiu-se a imprescindibilidade de aquisição de um novo carro de ferramentas.

Nesta etapa foram criados as seguintes medidas de arrumação:

- Reorganização da *rack* dos *Jigs* de soldadura;
- Levantamento de todas as necessidades de cada posto, para fornecer melhores meios de arrumação;
- Protecção da cablagem da e-turn (maquina de dobrar);
- Colocação de rodas nas mesas de apoio aos *Jigs* de controlo de dobragem e corte de excedentes;
- Criação de mesas para reuniões rápidas no *gemba*;
- Arrumação de todos os contentores do *stock* intermédio com uma certa ordem para dinamizar o fluxo;
- Definição de um novo local para o serrote duplo;
- Compra de um novo carro de ferramentas para suporte à secção;
- Criação de uma placa para guardar as ordens de fabrico no serrote duplo;
- Criação de dois carros para retirar os tubos dobrados da e-turn.

A última medida acima assinalada constituiu um passo bastante importante, quer a nível visual como operacional, na medida em que substituiu a situação provisória de uma caixa de cartão, esta situação prolongou durante muito tempo por não se considerar relevante aquando da compra da máquina e-turn. Para contrariar este problema urgente, numa primeira fase foram criados dois carros para receber os tubos dobrados e transporta-los até ao contentor de saída, eliminando-se assim o tempo de espera para descarregar a máquina de dobrar. Depois, numa segunda fase, foi criado um sistema automático. Na Figura 19 pode ser observada a evolução do projecto para a construção dos carros necessários. A plataforma do carro foi projectada para um baixo perfil, adoptando uma forma ergonómica para evitar um choque com o sistema de dobragem da e-turn.

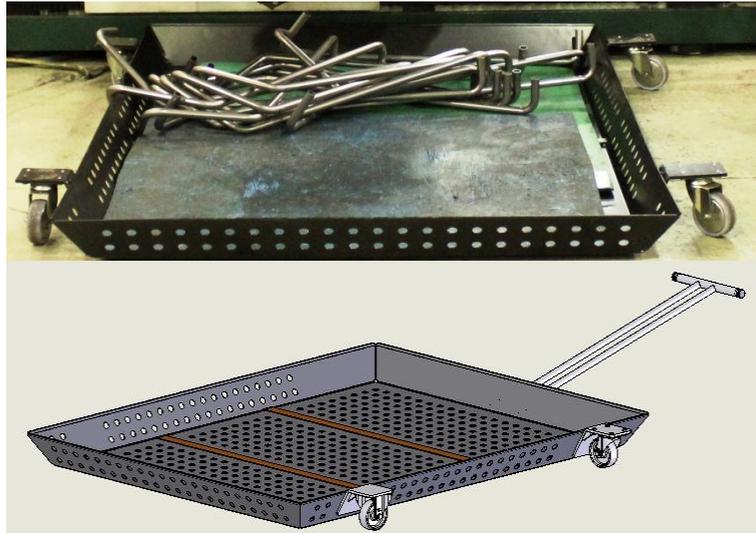


Figura 19 - Fotografia do carro desenvolvido para e-turn e projecto do *solidworks*.

As fotografias iniciais e finais resultantes destas medidas encontram-se na Tabela 38.

Tabela 38 - Fotografias iniciais e finais da aplicação do segundo pilar.

Área	Estado inicial	Estado final
Rack dos Jigs de soldadura removida e arrumada (criação de uma nova zona – entrada de soldadura)		
Rodas nas mesas de apoio a Jigs de controlo		
Cablagem desprotegida na máquina de dobrar		

<p>Novo local do serrote duplo</p>		
<p>Definição zona saída da secção de conformação de tubo</p>		
<p>Definição da zona de saída da lavagem (linha de pintura)</p>		
		
<p>Pintura das zonas de circulação</p>		
		
<p>Pintura do pavimento da secção</p>		
		

5.4.3 Terceiro S – Limpeza

O objectivo fulcral desta etapa centra-se na sensibilização dos colaboradores para um ambiente de trabalho limpo e cuidado, de modo a manter limpas as ferramentas utilizadas bem como a colocar e manter as mesmas no seu devido local, tornando o ambiente de trabalho mais operacional.

Apesar do nível de motivação da equipa dos 5s e dos colaboradores ser baixo para esta etapa, dado o nível de poluição elevado no ar, algumas medidas e acções de limpeza foram tomadas entre as quais:

- Aprovação de uma nova instrução de manutenção/limpeza para uma das máquinas de dobrar CNC, de acordo com as novas exigências;
- Criação de uma nova zona de limpeza, com acessórios específicos de limpeza;
- Limpeza e pintura do pavimento na conformação de tubo.

O ruído foi também abordado para uma actuação num futuro próximo, considerando a aplicação de revestimento em algumas máquinas, o qual ao amortecer os choques, geraria um ruído menor.

5.4.4 Quarto S – Normalização

A normalização constituiu um dos factores mais discutidos em reuniões da equipa dos 5s, para a criação de novos procedimentos, definição de novas zonas, gestão visual e restrições, mantendo assim os pilares anteriores em conformidade.

O código por um sistema de cores torna-se importante na medida que permite um sector de trabalho mais organizado e mais perceptível. Devido à não uniformização na escolha de cores nesta empresa foi elaborado um procedimento (ANEXO M) para a mesma escolha ser adequada à sua função e aplicação. A escolha das cores foi obtida pela norma de segurança OSHA e norma ANSI. O *RAL* utilizado para cada cor que consta no procedimento foi acordado com o responsável da manutenção.

A criação de uma nova zona de descanso permitiu evitar que toda a zona produtiva pudesse servir de zona de descanso e a remoção de bancos de descanso espalhados pela secção, criando assim uma zona mais confortável e agradável para fazer pausas laborais.

Com vista à manutenção de um ambiente de trabalho organizado foram implementadas algumas restrições entre as quais a proibição de objectos pessoais visíveis bem como bebidas sem identificação e com mais de 1,5L nos postos de trabalho. Na produção, com excepção do chefe de equipa, não são permitidos armários ou gavetas pessoais e todos os documentos têm de ser aprovados pelo director de produção.

5.4.5 Quinto S – Disciplina

A implementação do quinto “S” tem como objectivo o controlo e a validação dos processos, e a manutenção dos pilares anteriores de forma a dar continuidade à zona alvo actual e início de outras áreas de produção, num futuro próximo.

Futuramente é importante incutir na IETA a necessidade de realização de auditorias mensais futuras, que actualmente não existem, de modo a verificar se os colaboradores interiorizaram os conceitos 5s e a filosofia de melhoria contínua e se o espírito de equipa de trabalho é promovido.

De forma a garantir a motivação dos colaboradores, foi criada uma zona de informação que expõe o trabalho executado e os resultados obtidos, evitando o desinteresse e o esquecimento das vantagens da implementação contínua dos 5s pelos colaboradores da empresa. A zona de informação está ilustrada na Figura 20.



Figura 20 - Quadro de informação actual dos 5s.

Num futuro próximo, todos os colaboradores poderão participar nesta zona de informação escrevendo sugestões e anotações relevantes para o trabalho quotidiano.

5.5 Síntese

Como relatado anteriormente, a ferramenta 5S proporciona, num curto espaço de tempo, a eliminação de desperdício na produção constituindo uma ferramenta bastante vantajosa a nível organizacional e humano. Por parte da empresa não existiu qualquer restrição relativamente à aplicação desta ferramenta e a mesma foi bem aceite por parte de todos os colaboradores.

A sua implementação na IETA SA obteve melhorias de sucesso, foi um elemento chave para cultivar nos colaboradores o espírito de melhoria contínua e motivá-los para as práticas *lean*, sendo estes os primeiros a reconhecê-las. É relevante salientar a importância de auditorias mensais para manter estes novos hábitos e torná-los espontâneos e imprescindíveis ao sector produtivo.

Numa perspectiva futura há uma vontade por parte da empresa na aplicação dos 5s noutras áreas produtivas expandindo a filosofia 5s a todo o sector produtivo. Outras medidas a tomar ficaram pendentes entre as quais:

- Melhoria dos meios de arrumação, tendo cada posto todas as ferramentas necessárias;
- Cedência de vestuário IETA a todos os operários por parte dos recursos humanos;
- Novos bebedouros espalhados pela fábrica visando a eliminação de garrafas de água nos postos;
- Criação da nova zona de descanso com novas máquinas *vending*;
- Eliminação do ruído no *rotor finish*;
- Pintura do pavimento de toda a fábrica assim como todas as zonas de circulação.

Em ANEXO N pode-se visualizar a folha de planeamento de acções sobre aplicação 5s.

6 Conclusão e perspectivas futuras

A presente dissertação baseou-se numa estratégia de implementação da filosofia *Lean Management* na empresa IETA SA, numa linha produtiva, nomeadamente a linha de produção de pegadeiras, com um suporte e acompanhamento do projecto AUTO 2015. O projecto, com duração de quatro meses e meio, focalizou-se na aplicação dos conceitos 5s e VSM.

A aplicação dos 5s teve como objectivo a criação de uma área de trabalho exemplar com boas práticas e com vista à expansão futura de todos os outros sectores da fábrica, sendo aceite pela empresa com grande motivação e expectativa. Tal aceitação é perceptível pelo facto de estar previsto para Agosto de 2011 a sua implementação numa nova secção da fábrica. A complexidade desta aplicação, expressa pela ideia de melhoria contínua, foi ultrapassada através de reuniões semanais com toda a equipa.

Relativamente à aplicação do primeiro pilar, a separação, não era reconhecida, na empresa, a quantidade de bens e recursos desperdiçados no sector, pois anteriormente não era praticada a eliminação de qualquer tipo de material não utilizado. A arrumação, destinando um local para cada material e produto em produção, tornou o trabalho mais prático e acessível, apesar da dificuldade de adaptação dos colaboradores, facilitada pela criação de zonas de arrumação novas e bem definidas. A implementação do terceiro pilar, a limpeza, apesar de se ter revelado bastante complicada, dada a falta de motivação, foi superada através de pinturas do pavimento e máquinas. A manutenção e disciplina consistem nos pilares que actualmente ainda não estão implementados na sua totalidade, dada a sua aplicação morosa. Assim, todos os pilares estão presentemente em prática e será dada continuidade aos mesmos, sendo esta uma filosofia de melhoria contínua. Como referido previamente, os 5s revelam-se como uma prática comum e benéfica noutras empresas, como ocorreu e permanece na IETA.

A ferramenta do *Value Stream Mapping* revela-se bastante útil na medida em que permite a visualização e determinação da “fotografia inicial”, detectando facilmente os problemas e auxiliando a caracterizar o estado futuro, com uma visão clara de onde e como se deve actuar.

Nesta dissertação foram apresentadas duas abordagens distintas com métodos diferenciados, sendo a primeira constituída por pequenas alterações no sistema de produção ao invés da segunda com alterações mais agressivas, implicando um aumento de custos na sua implementação. Com duas abordagens é então possível a criação de condições fundamentais à introdução progressiva de balanceamentos em células na IETA, nunca antes pensado. Não se considera viável a aplicação de um fluxo contínuo da primeira à última operação, dado os tempos de ciclo serem desnivelados e não sendo viável produzir com os postos de trabalho ao mesmo número de turnos.

A primeira abordagem visou a aplicação em balanceamentos em linha, levando a uma redução significativa do *Work In Progress*. Com esta redução estima-se um proveito em custos de financiamento improdutivo e com a alteração na célula do robot de soldadura, na pegadeira com modelo inglês, também se estima um ganho relativamente à redução de horas de mão-de-obra. Todas as alterações necessárias à sua implementação foram efectuadas durante a dissertação.

A segunda abordagem teve como o princípio de uso de balanceamento em célula, referir que na primeira abordagem também foi usado o critério de célula no robot de soldadura com remoção de salpicos. Na segunda abordagem tem em conta grandes alterações no *layout* e

consequente aumento de custos de implementação. Através da utilização de um robot para a primeira célula, é possível eliminar vários postos de trabalho, garantindo assim uma produção estável e sem variações nos tempos de ciclo. Esta aplicação é considerada uma automação de processo, que não é propriamente uma ferramenta discutida no Estado da Arte, apesar de esta em termos práticos justificar o maior ganho potencial. A ferramenta Lean Management, na presente abordagem, apenas ajudou a identificar onde o problema se localizava, com princípio na redução do *lead time* e tempo de resposta ao cliente.

Relativamente à primeira abordagem, o princípio da sua aplicação está estimada para início do mês de Julho, encontrando-se a mesma em validação com o Departamento de Planeamento.

Por sua vez, a segunda abordagem, será testada no final do mês de Julho, para viabilização dos resultados estimados, sendo esta data flexível, uma vez que o arranque das novas pegadeiras será faseado entre Agosto e Novembro de 2011. Dado o carácter dispendioso do seu investimento e de acordo com o estado actual da empresa, o mesmo será também faseado, levando a que a implementação ocorra durante algum tempo.

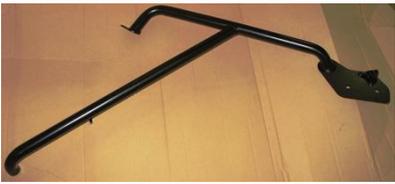
O projecto AUTO 2015 serviu de suporte e acompanhamento, para implementação de um programa de desenvolvimento de fornecedores, com auxílio de uma equipa de auditores experientes na aplicação *Lean* e melhoria contínua. Na conclusão deste projecto, final de Maio, houve uma auditoria externa, realizada pelo Engenheiro Sérgio Caldeirinha da Olipso, que resultou num feedback positivo às acções realizadas, no âmbito do projecto. Com esta auditoria final positiva, a IETA encontra-se seleccionada para o programa de desenvolvimento de fornecedores. A integração neste programa é importante na medida que facilita a divulgação das capacidades da empresa no mercado automóvel eléctrico, atraindo novos clientes.

Referências

- Abdullah, Fawaz. 2003. Lean Manufacturing tools and techniques in the process industry with a focus on steel, Mechanical Engineering, University of Pittsburgh School of Engineering, Pittsburgh.
- Alukal, G., and A. Manos. 2006. *Lean kaizen: a simplified approach to process improvements*: ASQ Quality Press.
- Asay, Diane. 2002. *Kaizen for the shopfloor*. New York: Productivity Press.
- Bresko, M. 2009. Production preparation process (3P): Lean concepts for project planning. *Iron and Steel Technology* 6 (12):35-43.
- Hirano, H. 1996. *5S for operators: 5 pillars of the visual workplace*: Productivity Press.
- Marchwinski, C., and J. Shook. 2003. *Léxico Lean: glossário ilustrado para praticantes do pensamento lean*: Lean Enterprise Institute.
- Miller, Jon. 2011. *Layout de Fabrica*. Research, Gemba 1998 [cited 26 Abril 2011]. Available from <http://www.gemba.com/portuguese/consulting.cfm?id=690>.
- Narusawa, T., and J. Shook. 2009. *Kaizan express*: Lean Enterprise Institute, Incorporated.
- Ohno, Taiichi. 1978. *Toyota Production System Beyond Large-Scale Production*. Portland: Productivity.
- Peterson, J., and R. Smith. 1998. *5s Pocket Guide*: Productivity Press.
- Picchi, Flávio Augusto. 2003. Oportunidades da aplicação do Lean Thinking na construção. *Revista da antac*.
- Pinto, JPO. 2008. Lean Thinking: glossário de termos e acrónimos. *Comunidade Lean Thinking*.
- Rother, M., and J. Shook. 2003. *Learning to see: value stream mapping to create value and eliminate muda*: Lean Enterprise Institute.
- Womack, James P., and Daniel T. Jones. 2003. *Lean thinking banish waste and create wealth in your corporation*. Vol. Revised and updated. New York: Free Press.
- Womack, James P., Daniel T. Jones, and Daniel Roos. 1991. *The machine that changed the world: the story of lean production*: HarperPerennial.

ANEXO A: Planeamento do projecto Auto 2015.

ANEXO B: Fotografias de todos os tipos de pegadeiras.

Fotografia	Referência	Tipo
	JDCM00269	Bengala
	JDCM00031	Com modelo inglês
	JDCM00289	Especial
	JDCM00279	Com farol
	JDCM00304	Duas patilhas
	JDCM00283	Pegadeira em T
	JDCM00003	Corte duplo

ANEXO C: Análise Tartaruga da linha de pegadeiras.

 Dados: Processo de "pegadeiras" à data Março 2011			 Dados: Processo de "pegadeiras" à data Março 2011		
Com quê? Posto: CN-803 Máquina corte de tubo ADIGE Fita-métrica (1ª peça ok-comprimento do tubo)	Com quem? 1 Operário qualificado	Quem participa? Produção	Com quê? Posto: CN-715 Máquina dobrar tubo E-turn BLM Jig's de controlo de dobragem	Com quem? 1 Operário qualificado	Quem participa? Produção
Input Tubo longo	Processo Corte de tubo	Output Tubo Cortado	Input Tubo Cortado	Processo Dobragem	Output Tubo dobrado
Como? A máquina gera automaticamente a operação de corte	Processos de apoio? Logística Qualidade Planeamento	Indicadores? # peças produzidas	Como? Insere os tubos na alimentação e todo o processo de dobragem é feito automaticamente. No final o mesmo operador coloca no contentor.	Processos de apoio? Logística Qualidade Planeamento	Indicadores? # peças produzidas
 Dados: Processo de "pegadeiras" à data Março 2011			 Dados: Processo de "pegadeiras" à data Março 2011		
Com quê? Posto: SL-201 Serra vertical Jig's de controlo de excedentes	Com quem? 1 Operador c/ formação	Quem participa? Produção	Com quê? Posto: SL-410 Prensa posicionadora de casquilho	Com quem? Operador c/formação	Quem participa? Produção
Input Tubo Dobrado	Processo Corte de excedentes	Output Tubo sem excedentes	Input Tubo sem excedentes	Processo Montagem do casquilho	Output Tubo com casquilho sem brasagem
Como? Insere o tubo no apoio e acciona um pedal para operação de corte.	Processos de apoio? Logística Qualidade Planeamento	Indicadores? # peças produzidas	Como? Insere o tubo numa matriz e acciona o hidráulico para inserir o casquilho	Processos de apoio? Logística Qualidade Planeamento	Indicadores? # peças produzidas
 Dados: Processo de "pegadeiras" à data Março 2011			 Dados: Processo de "pegadeiras" à data Março 2011		
Com quê? Posto: SL-701 Brasagem GASFLUX	Com quem? Operador c/formação de soldador	Quem participa? Produção	Com quê? Posto: SL-604 Robot de soldadura	Com quem? Programador do robot (qualificado) Operário c/formação	Quem participa? Produção
Input Tubo com casquilho sem brasagem	Processo Brasagem	Output Tubo com casquilho	Input Tubo com casquilho Patilha	Processo Soldadura	Output Conjunto soldado
Como? Acciona a tocha e coloca o fio junto do casquilho, para realizar a brasagem. Realizado numa banca.	Processos de apoio? Logística Qualidade Planeamento	Indicadores? # peças produzidas	Como? Coloca no gabarit de soldadura e acciona o robot de soldadura	Processos de apoio? Logística Qualidade Planeamento	Indicadores? # peças produzidas
 Dados: Processo de "pegadeiras" à data Março 2011			 Dados: Processo de "pegadeiras" à data Março 2011		
Com quê? Posto: SL-000 Cinzel, lixas e mesa de apoio	Com quem? Operário	Quem participa? Produção	Com quê? Posto: PI-101 Linha de pintura	Com quem? Operador de alimentação Pintor	Quem participa? Produção
Input Conjunto soldado	Processo Salpicos	Output Conjunto soldado sem salpicos	Input Conjunto soldado sem salpicos	Processo Pintura	Output Pegadeira
Como? Com auxílio ao cinzel retira os salpicos existentes no conjunto soldado	Processos de apoio? Logística Qualidade Planeamento	Indicadores? # peças produzidas	Como? Coloca na linha de pintura O pintor dá os retoques finais e controla a velocidade da linha e qualidade da tinta	Processos de apoio? Logística Qualidade Planeamento	Indicadores? # peças produzidas

Análise utilizada para auditoria do projecto AUTO 2015 para facilitar a análise dos processos.

ANEXO D: Diagrama de Spaghetti dos processos da linha de pegadeiras.

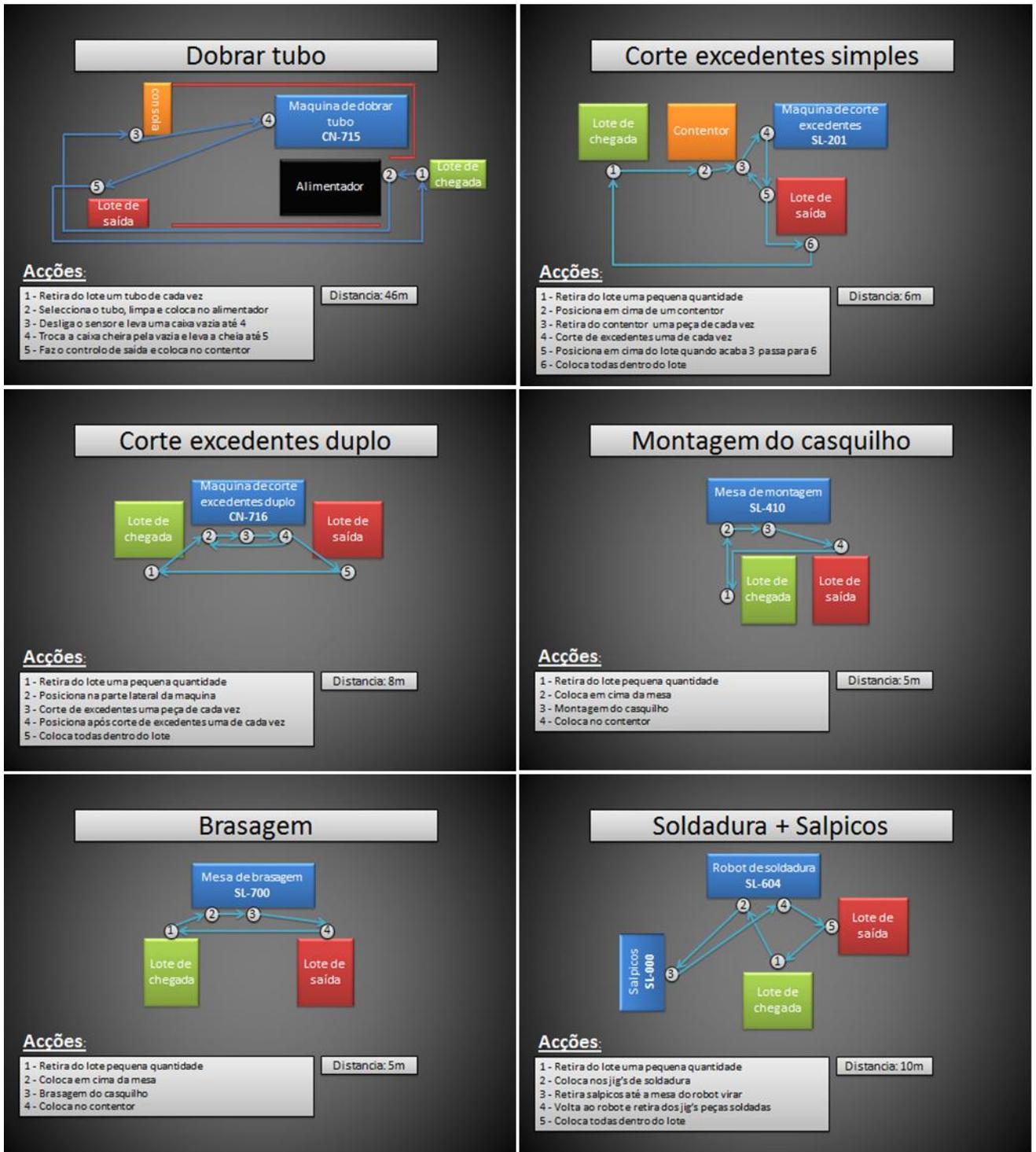
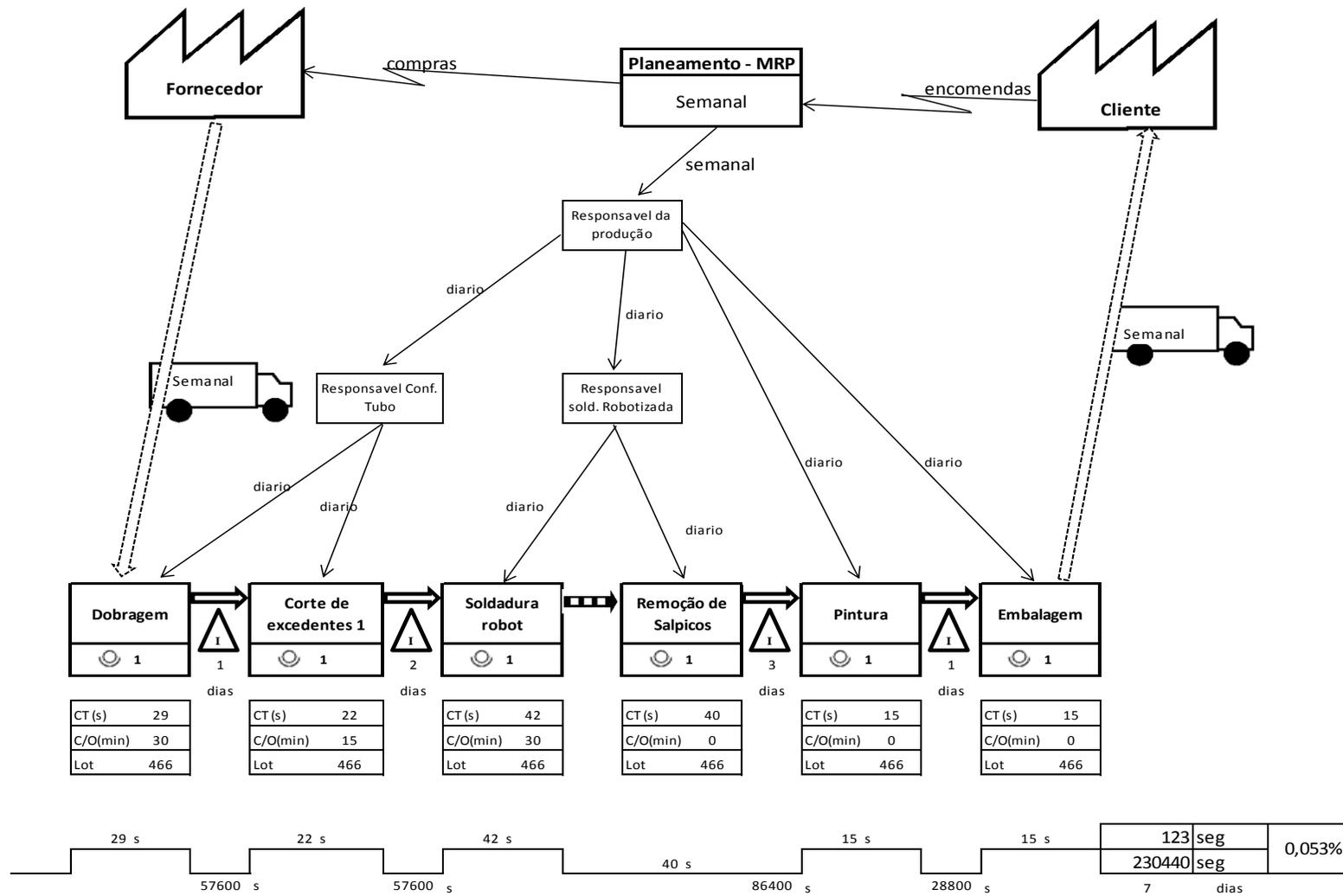


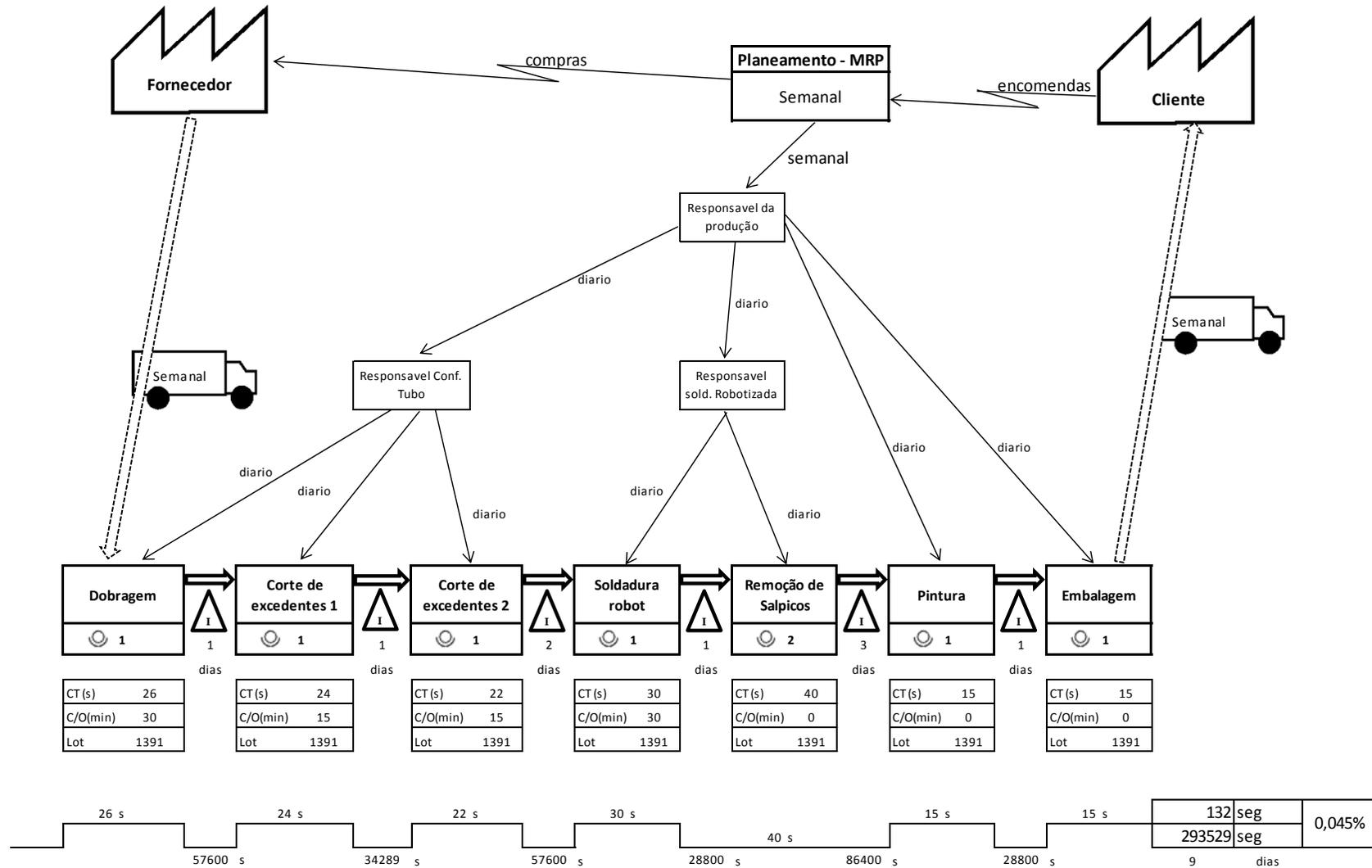
Diagrama utilizado para compreender movimentos críticos e para auditoria do projecto AUTO 2015.

ANEXO F: *Value Stream Mapping* do estado inicial – restantes tipos de pegadeiras.

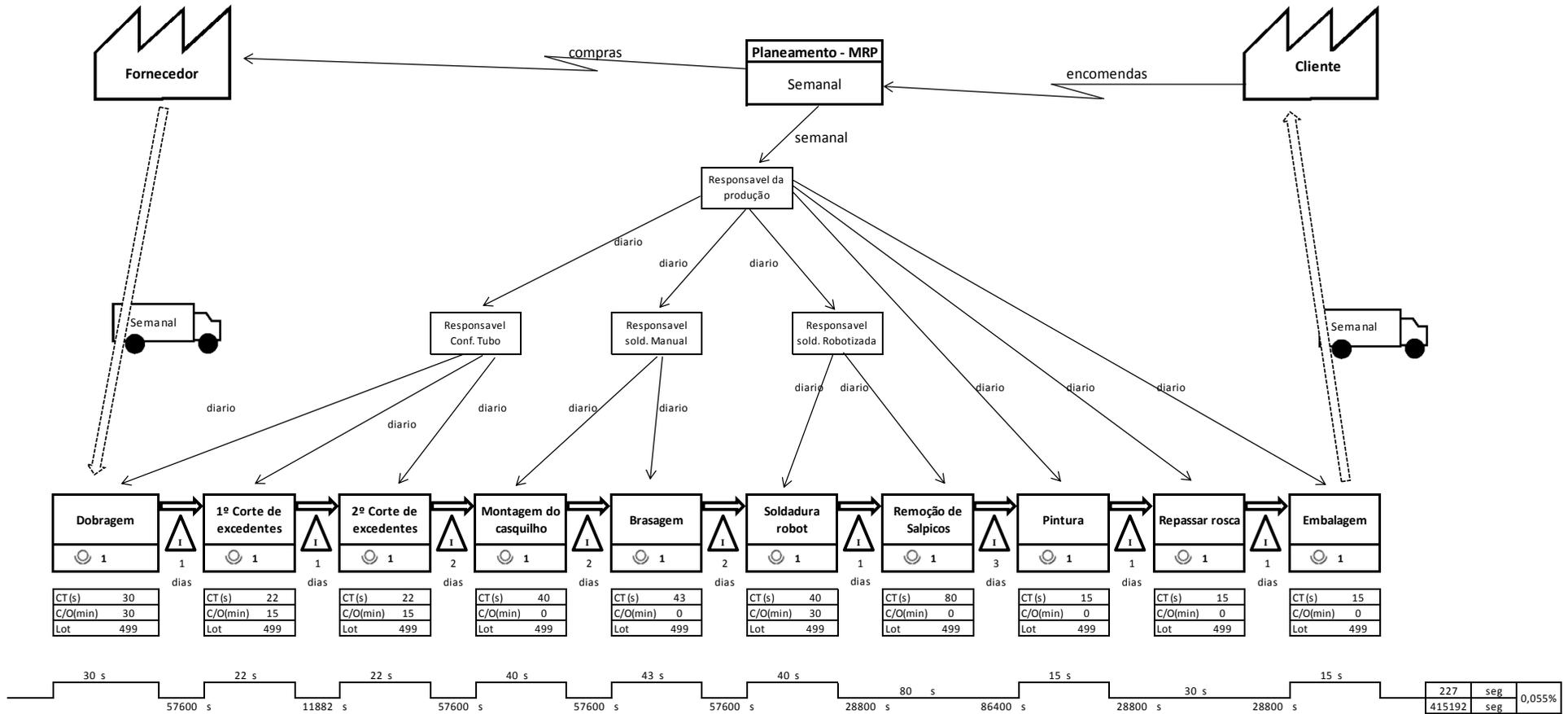
VSM Inicial – Pegadeira Bengala



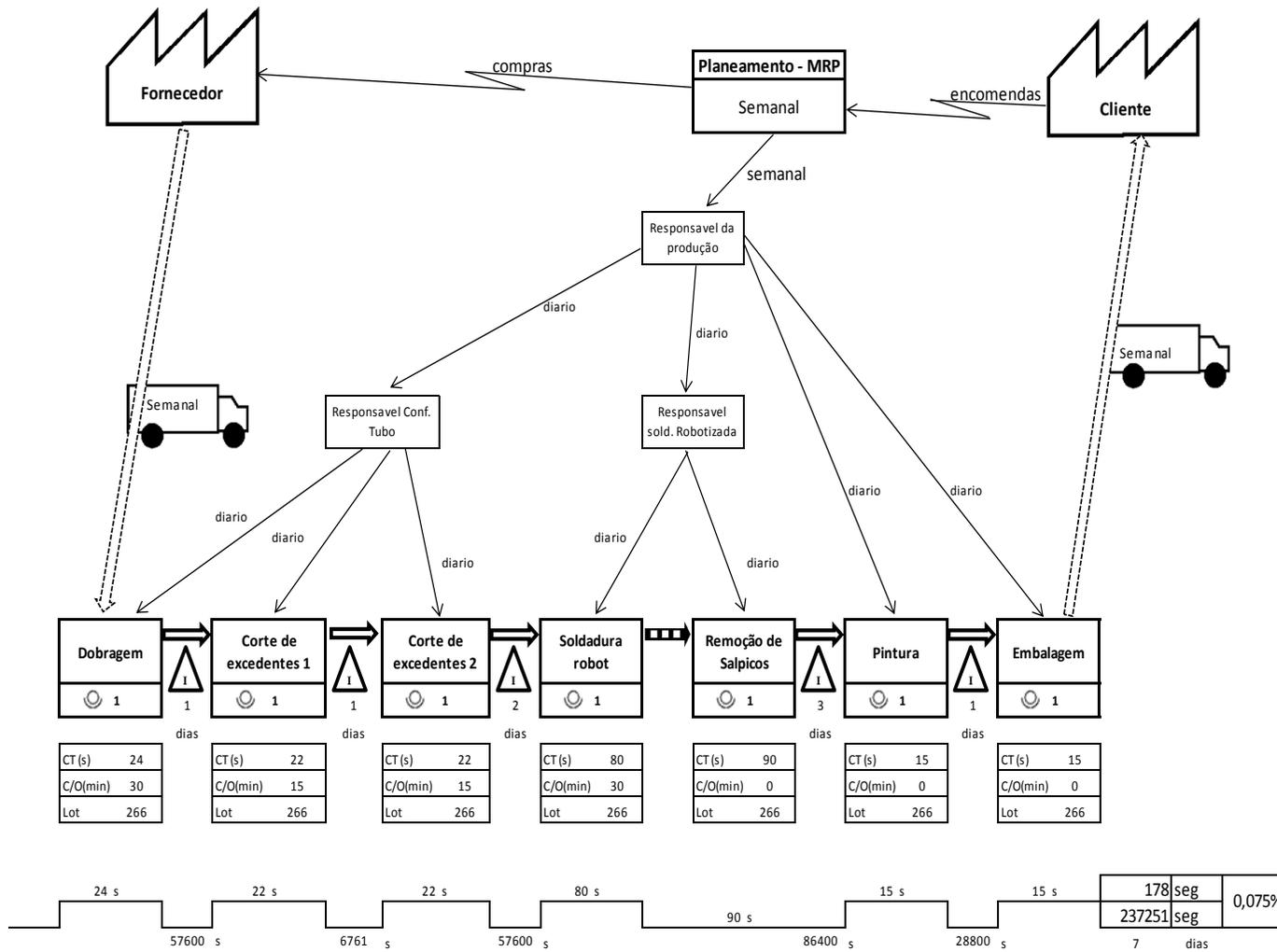
VSM Inicial – Pegadeira com modelo Inglês



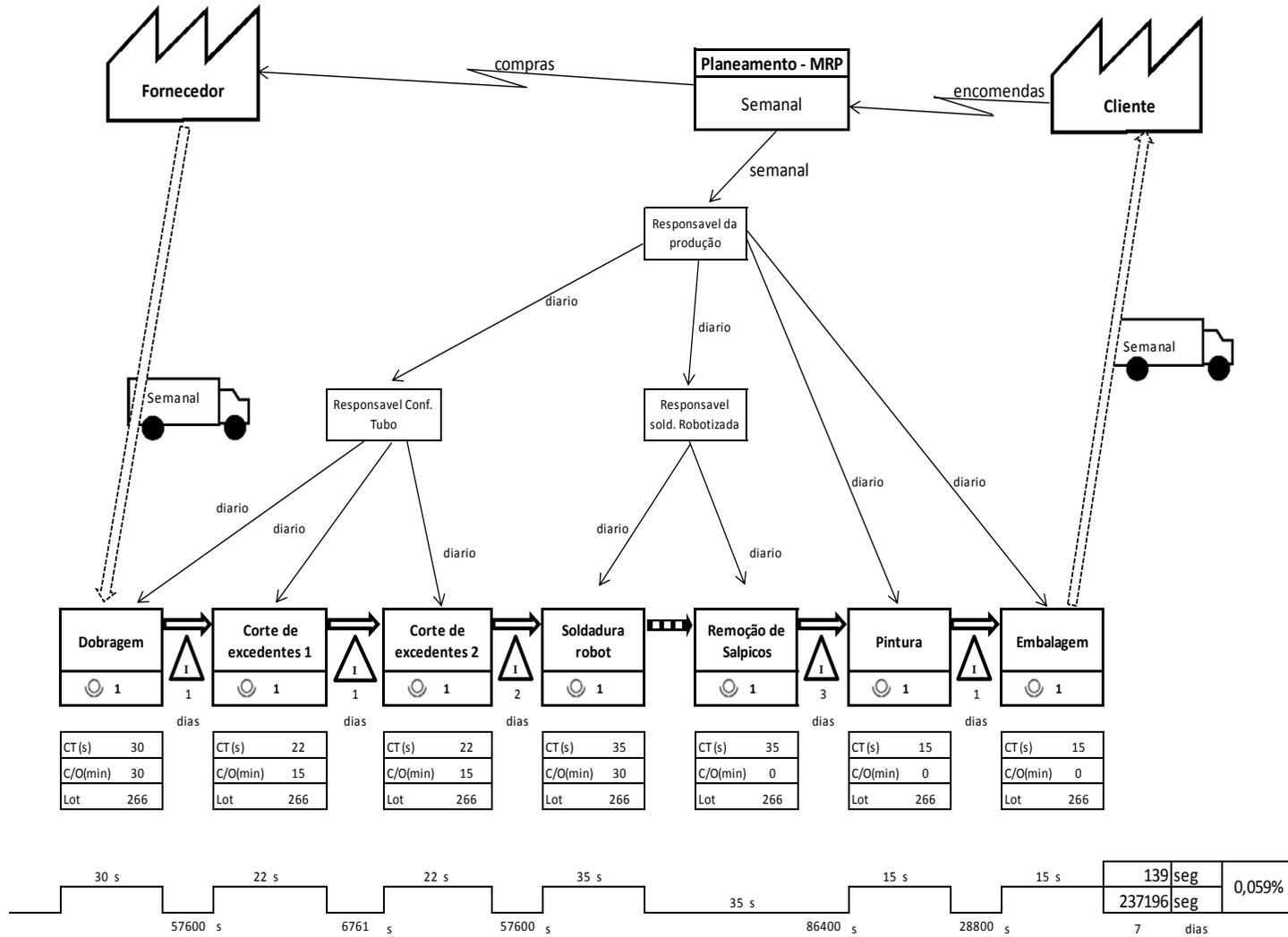
VSM Inicial – Pegadeira especial



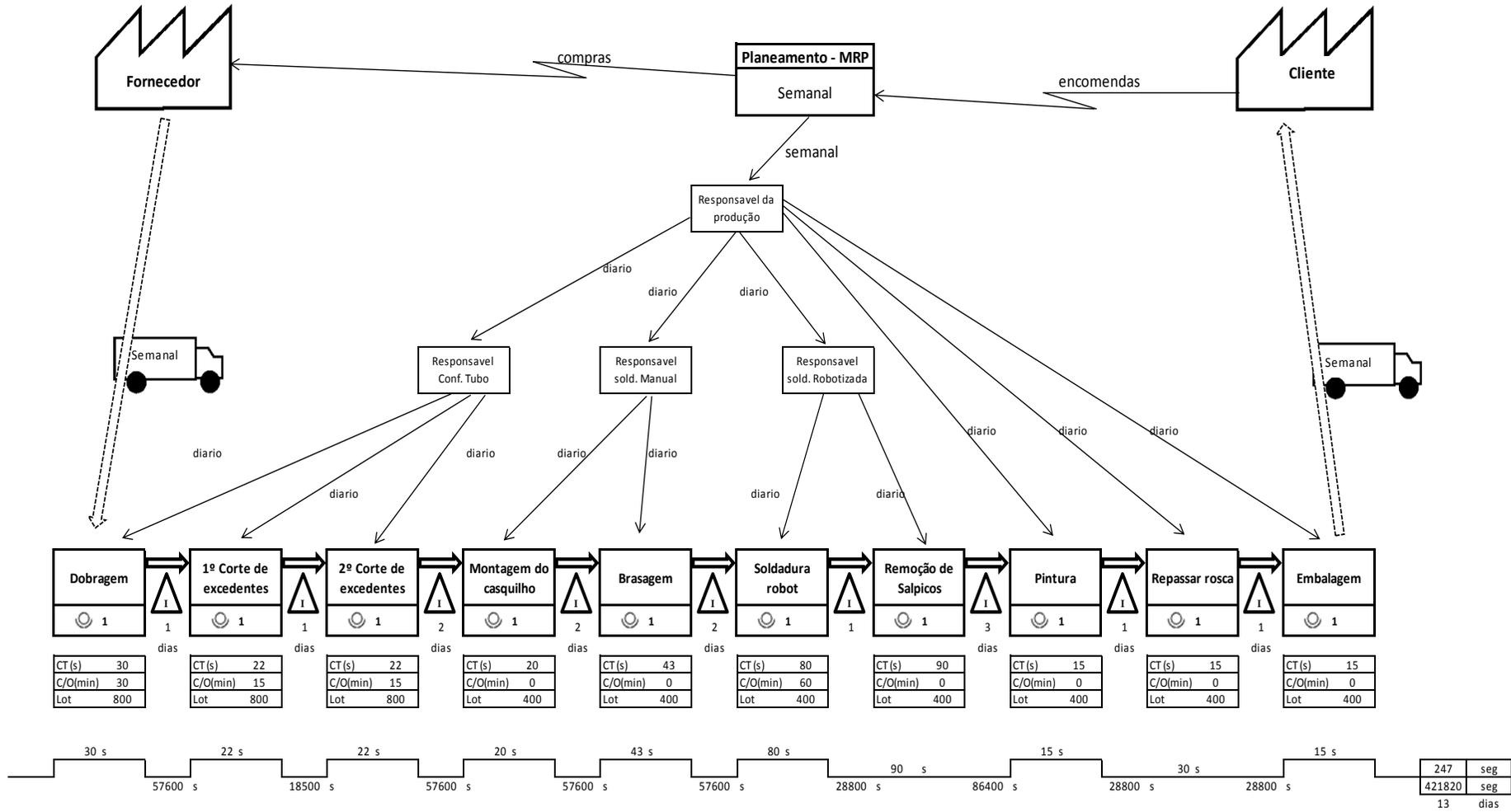
VSM Inicial – Pegadeira com farol



VSM Inicial – Pegadeira duas patilhas

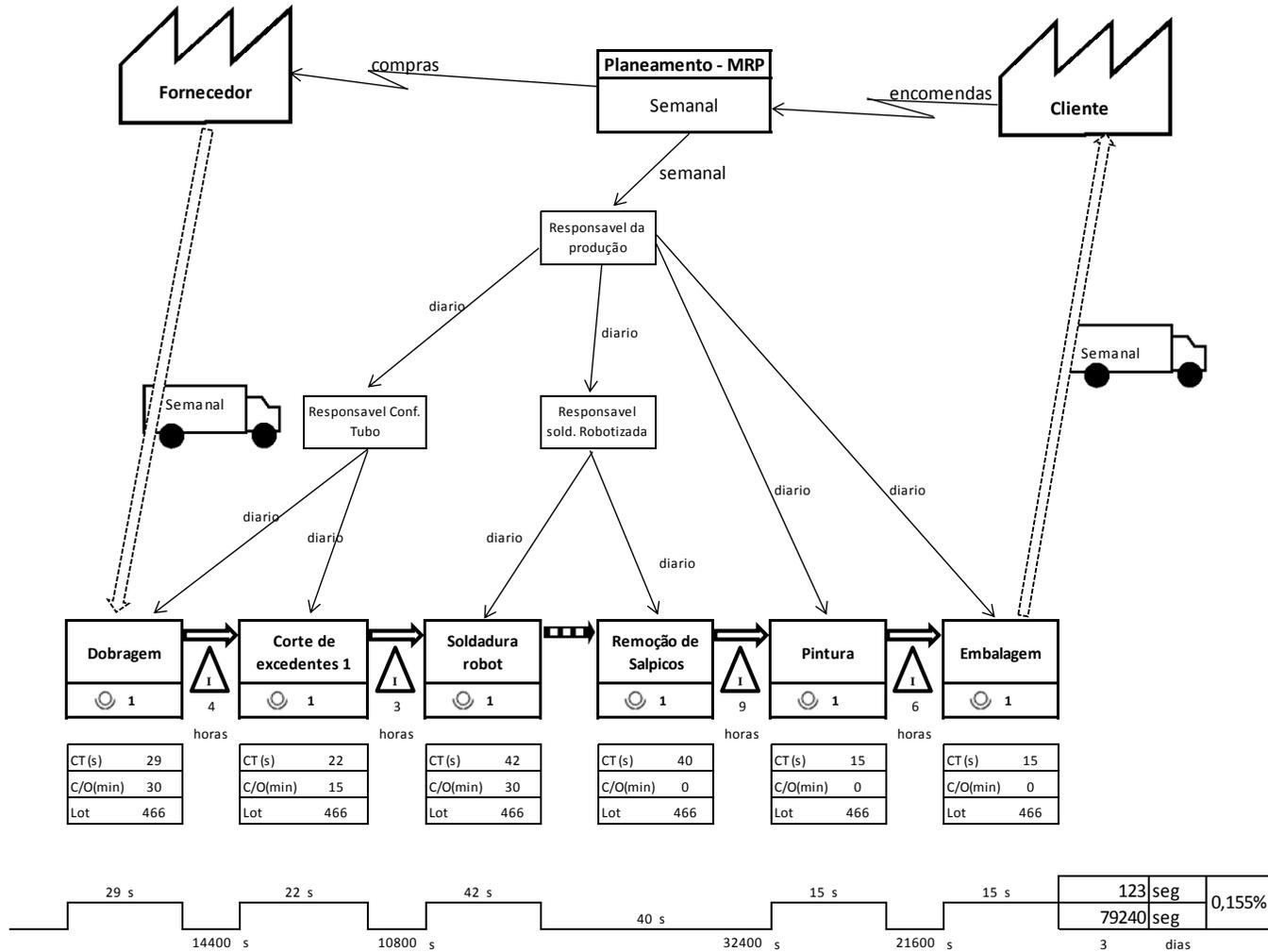


VSM Inicial – Pegadeira T

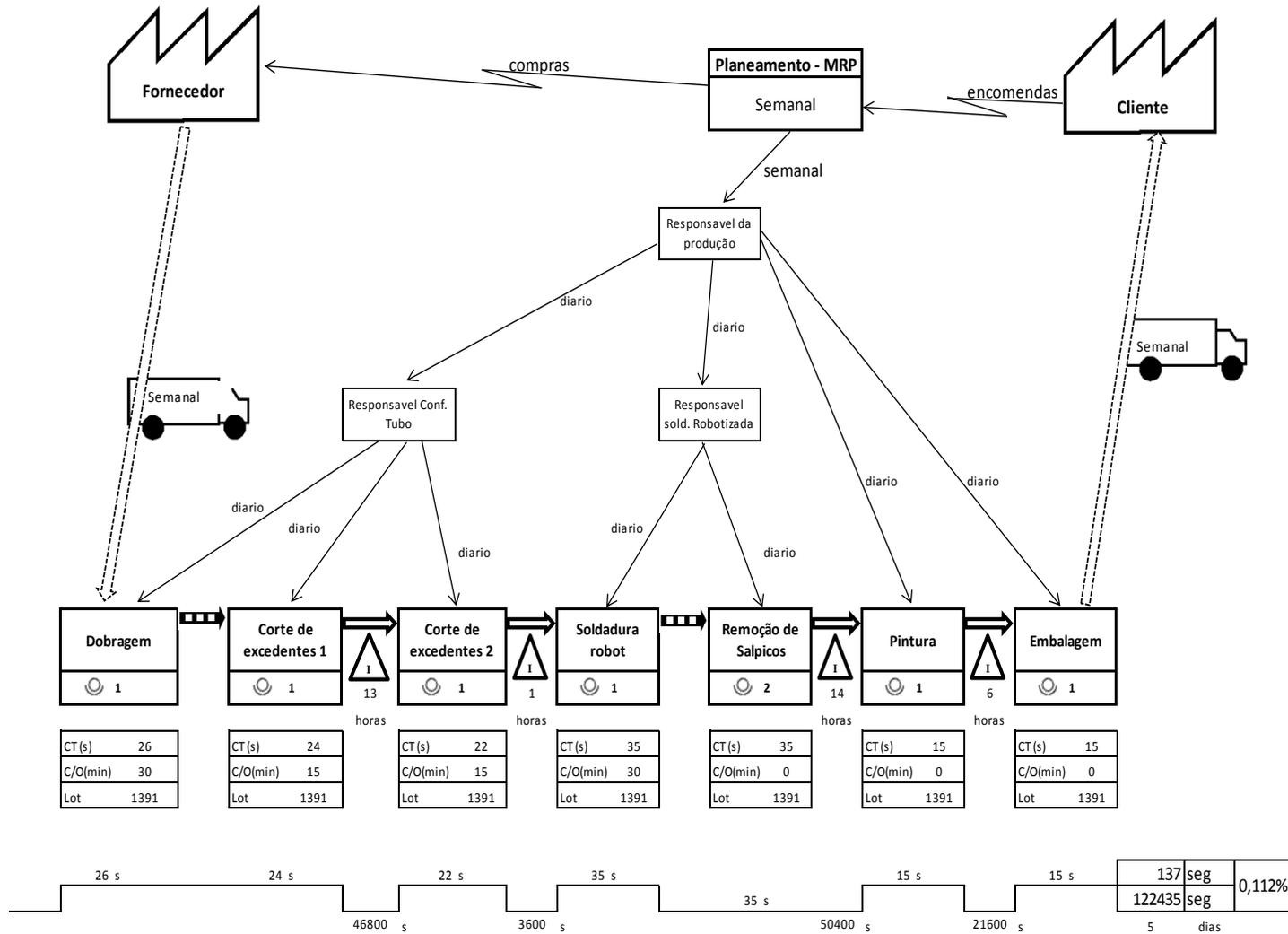


ANEXO G: *Value Stream Mapping* do estado pretendido – restantes tipos de pegadeiras.

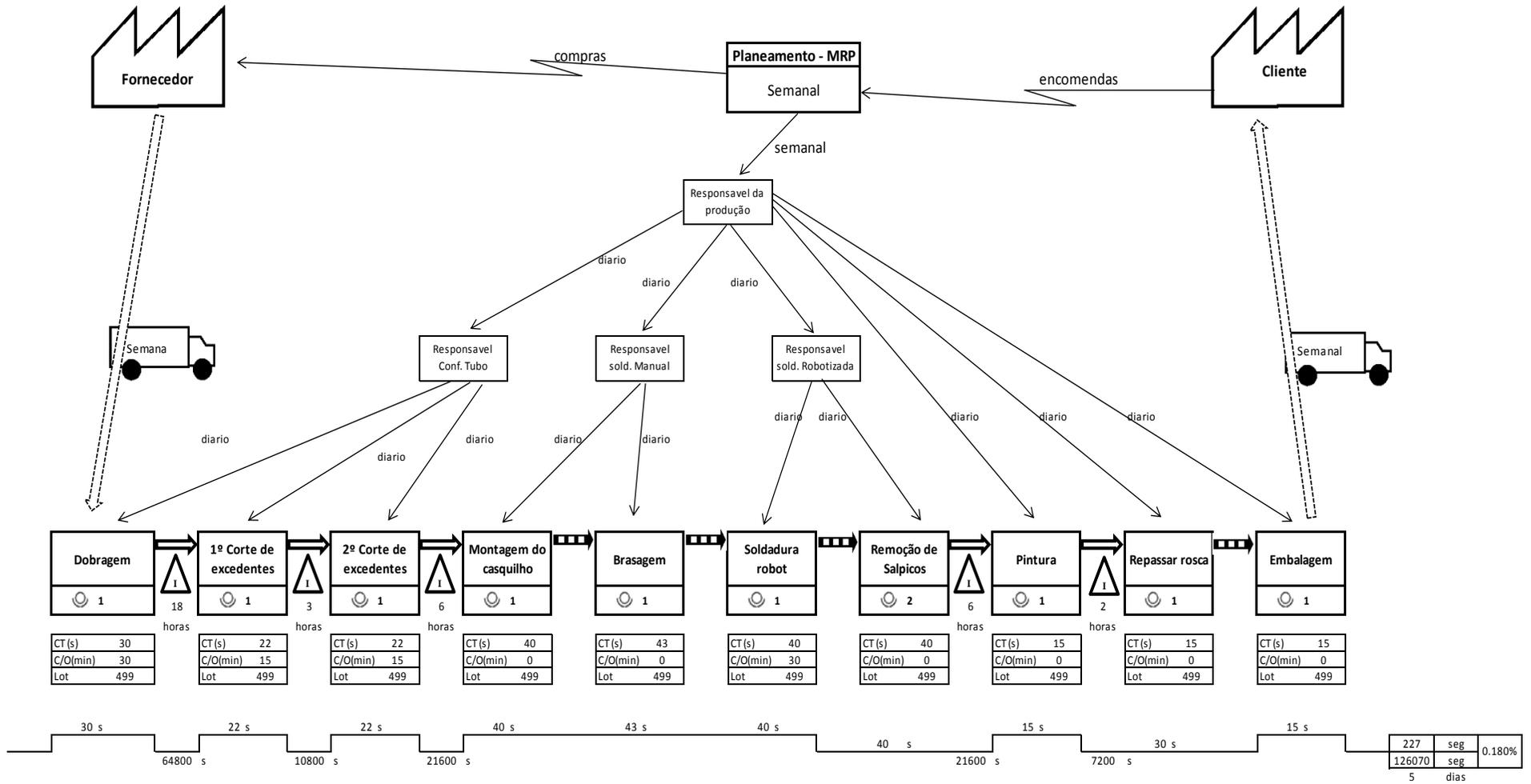
VSM Pretendido – Pegadeira Bengala



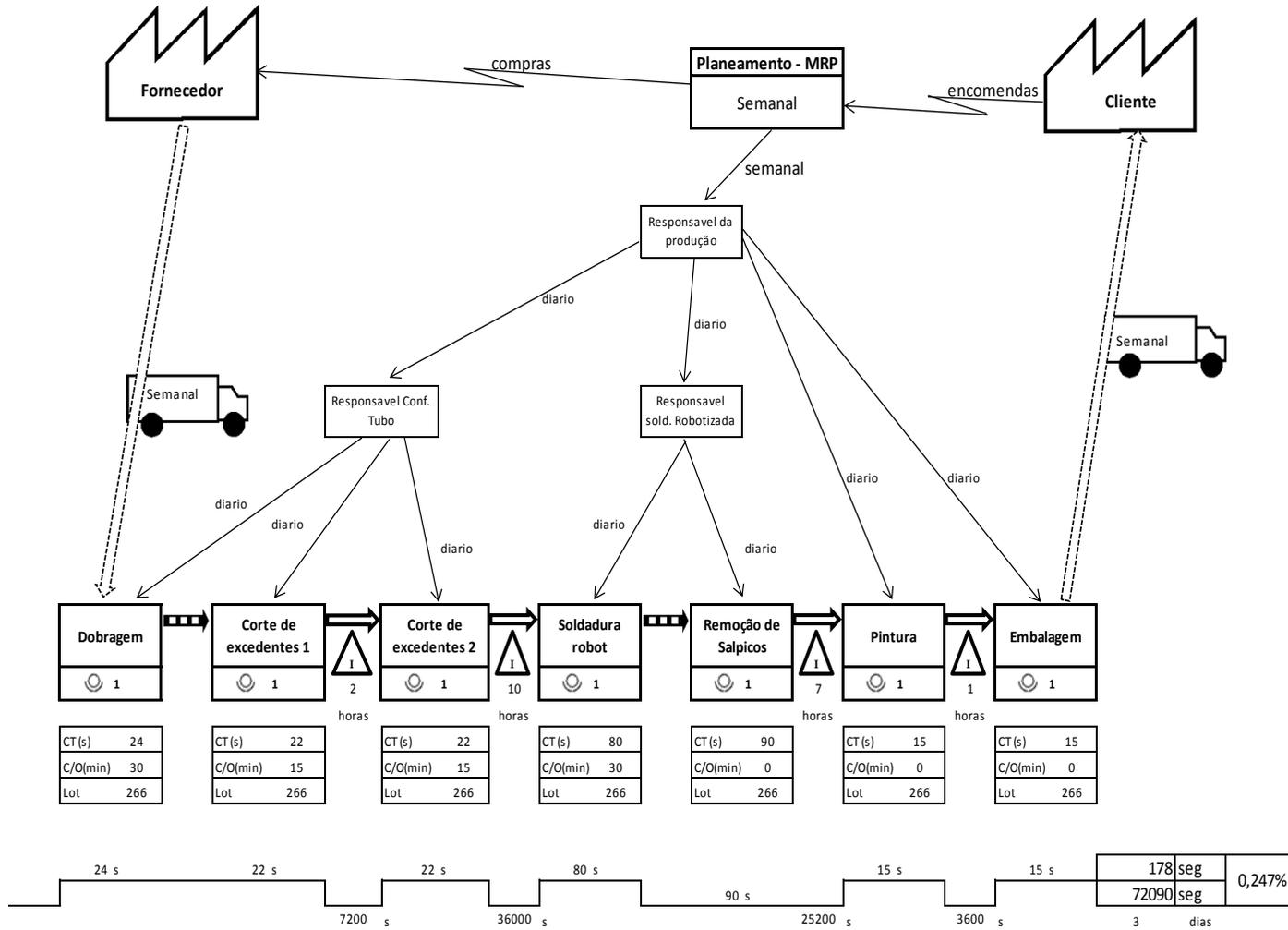
VSM Pretendido – Pegadeira com modelo inglês



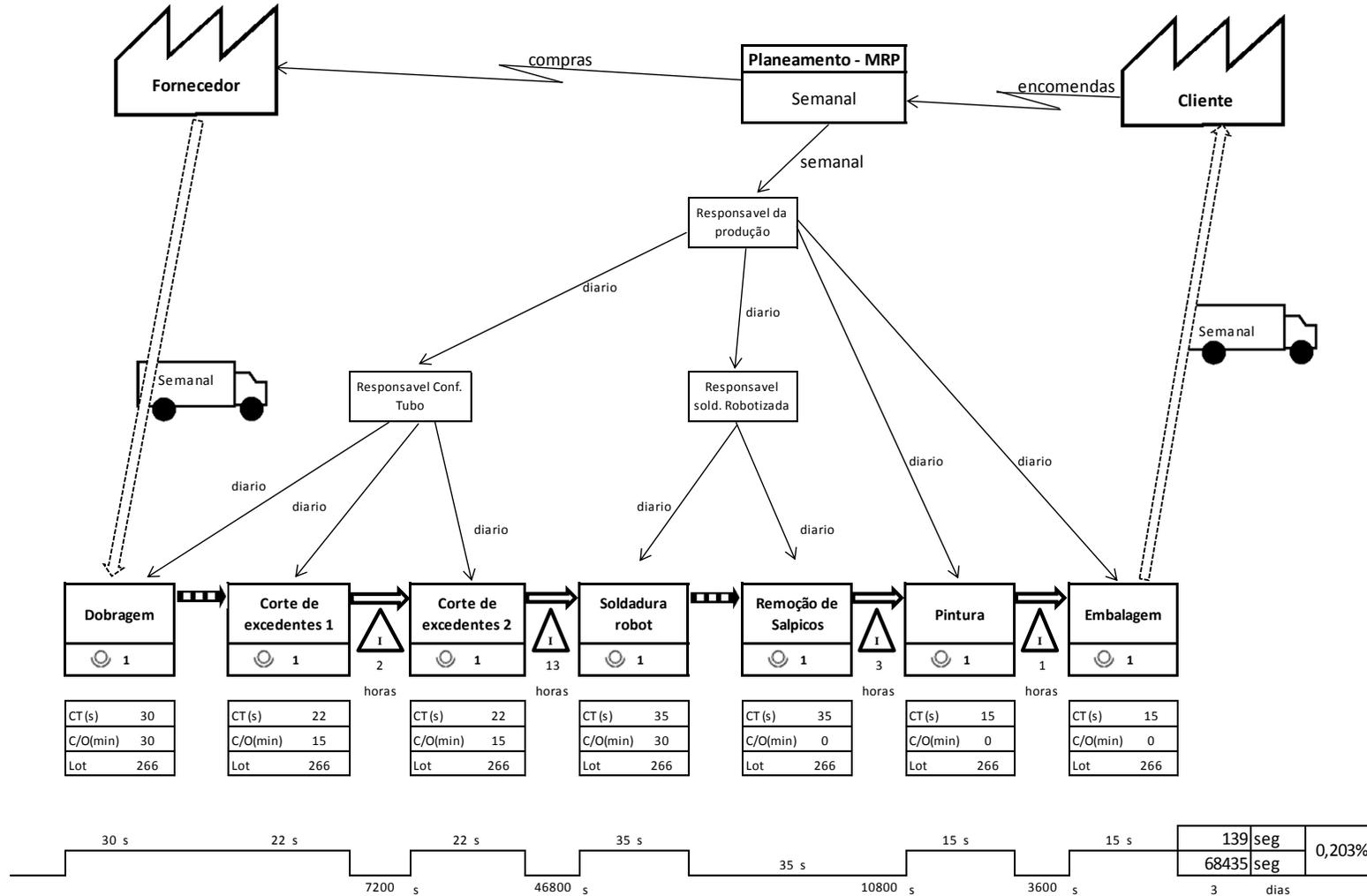
VSM Pretendido – Pegadeira especial



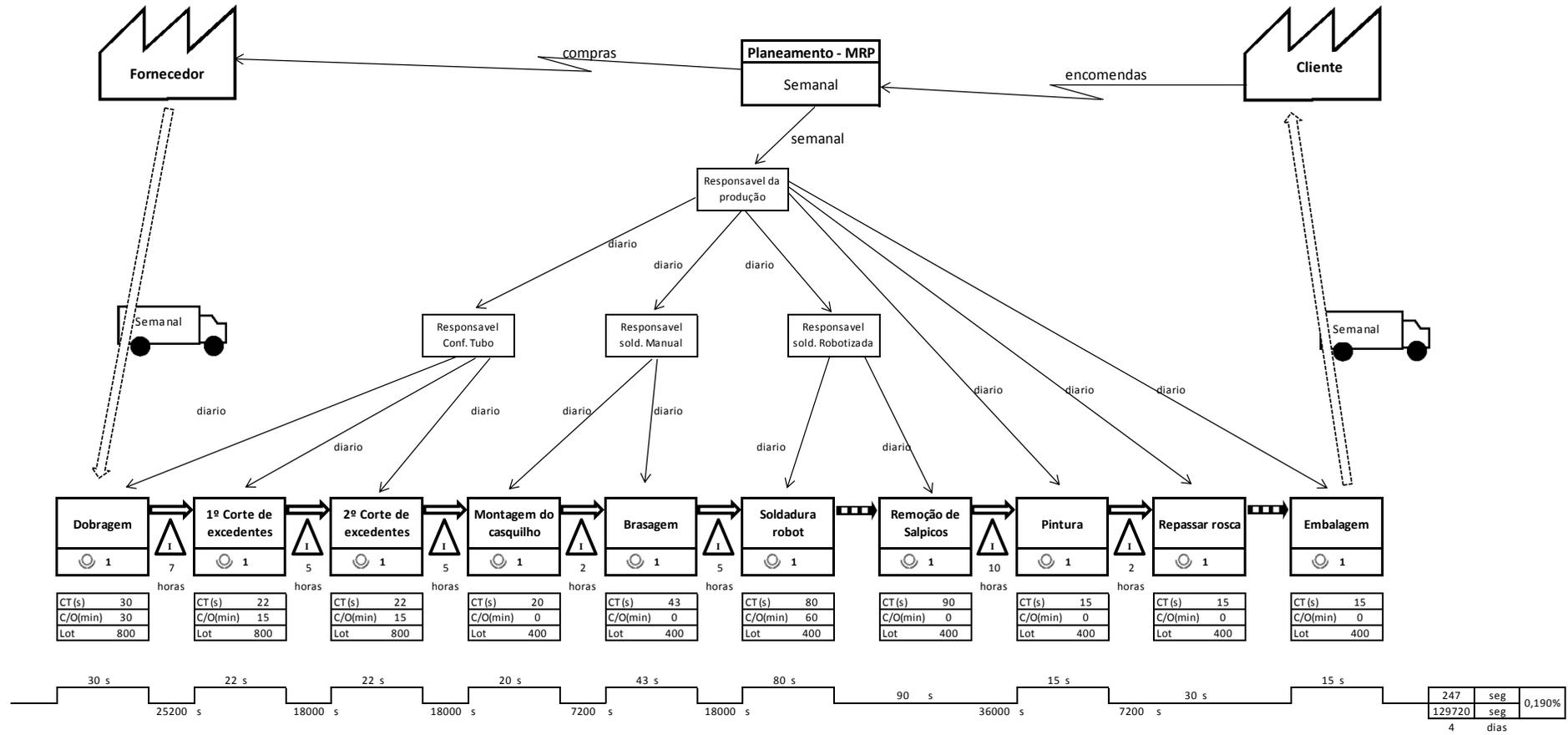
VSM Pretendido – Pegadeira com farol



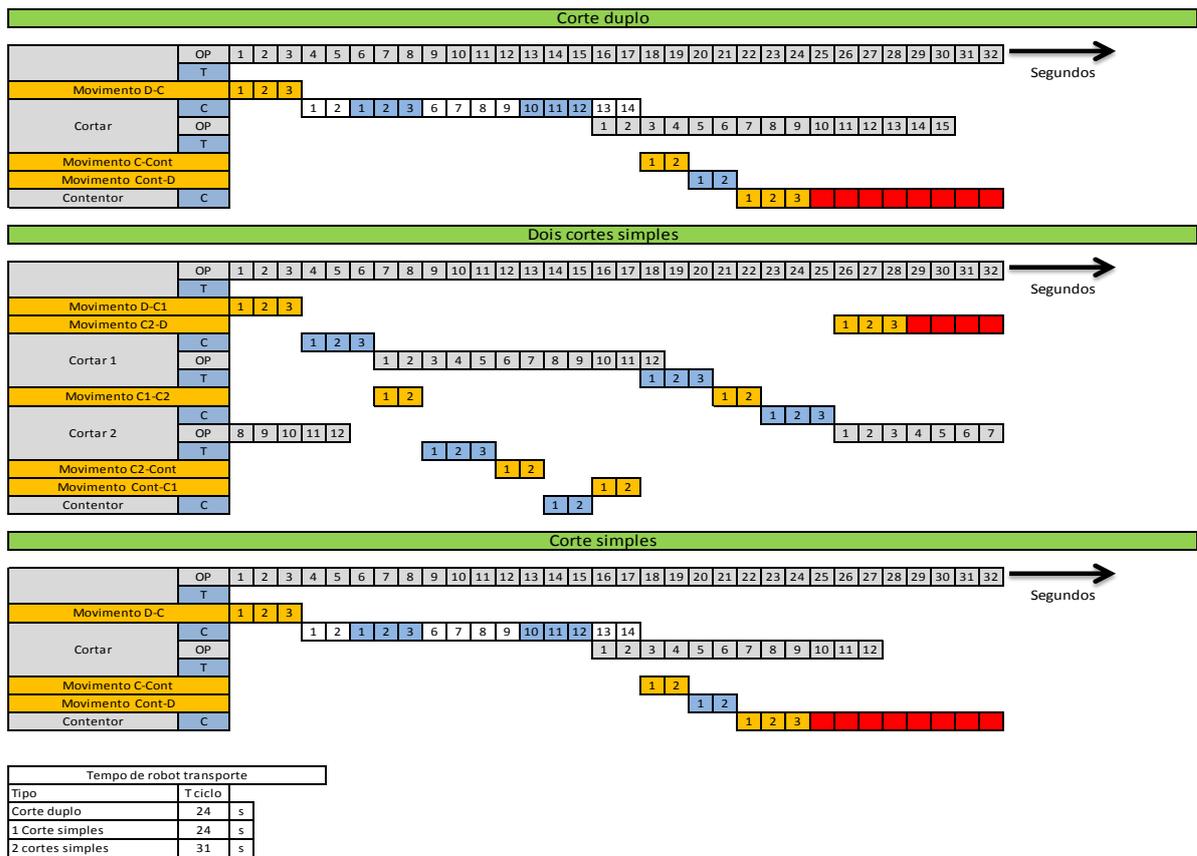
VSM Pretendido – Pegadeira duas patilhas



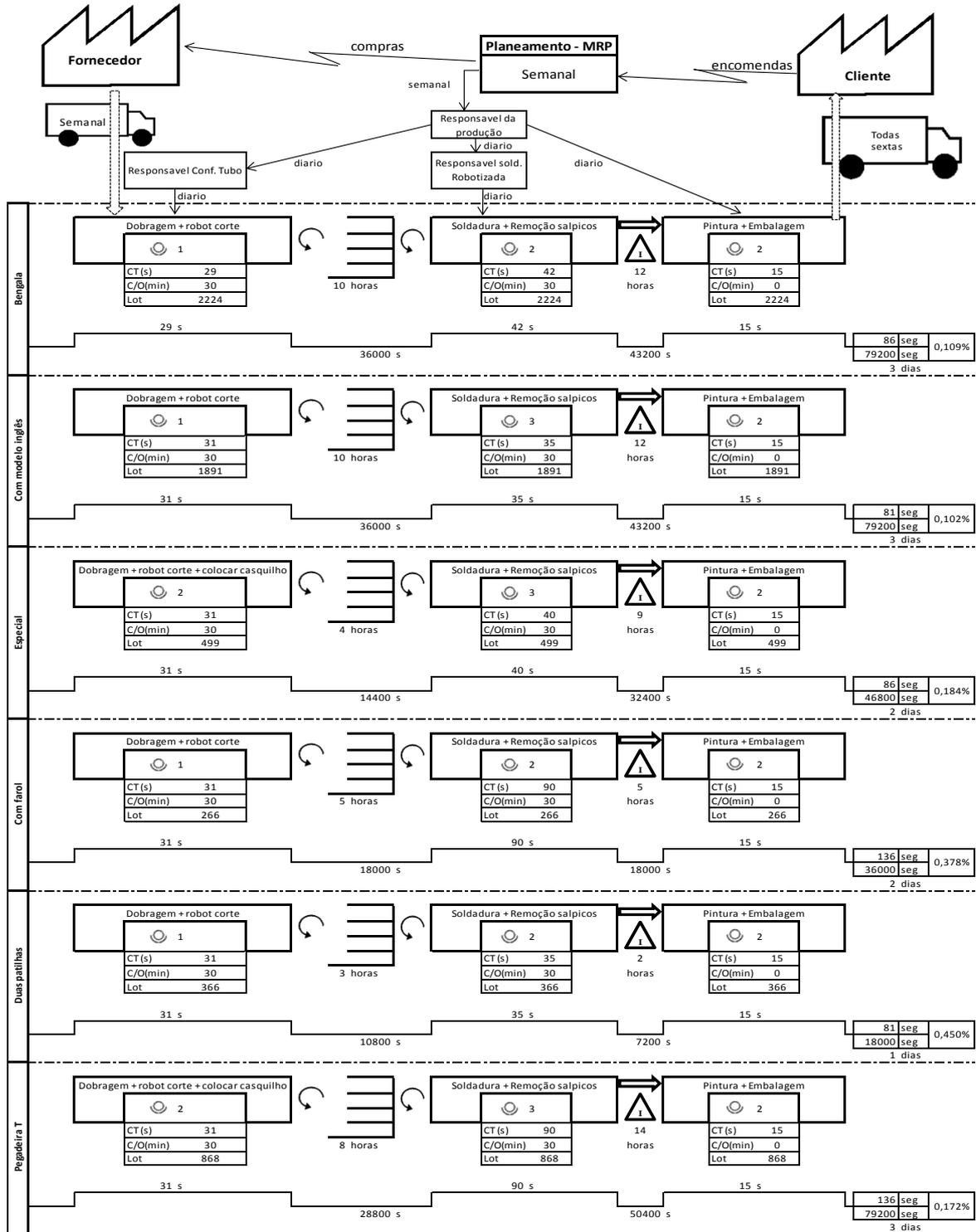
VSM Pretendido – Pegadeira T



ANEXO H: Diagrama de Gantt do futuro robot de corte – determinação do tempo de ciclo.



ANEXO I: Value Stream Mapping do estado futuro – restantes tipos de pegadeiras.



ANEXO J: Acção de formação da equipa 5s

	REGISTO DE FORMAÇÃO E TREINO POR TURMA	DRH
		Pág. 1 / 1

Curso: Formação 5S	Duração: 2 Horas
Entidade Formadora: Ieta – Eng. Abílio soares	Data: 14/3/2011

N.º IETA	Nome do Formando	Rúbrica
1008	Alvaro Monteiro	<i>Alvaro Monteiro</i>
1678	António Silva	<i>António Silva</i>
1040	Fernando Silva	<i>Fernando Silva</i>
1136	Luis Gonçalves	<i>Luis Gonçalves</i>
1705	Susana Gonçalves	<i>Susana Gonçalves</i>
1092	Manuel Jesus	<i>Manuel Jesus</i>
1007	Álvaro Marçal	<i>Álvaro Marçal</i>
1124	Victor carneiro	<i>Victor Carneiro</i>
1329	Augusta Teixeira	<i>Augusta Teixeira</i>
1011	Anibal Almeida	<i>Anibal Almeida</i>
1753	Luis Pinto	<i>Luis Pinto</i>
2046	Pedro Monteiro	<i>Pedro Monteiro</i>
1022	Armando pereira	<i>Armando pereira</i>

Sumário:

Introdução Metodologia 5S

Sensibilização à introdução da metodologia/ferramenta 5S na Ieta

Formador: *Abilio Soares*Rubrica: *[Signature]*

Data final: 14/3/2011

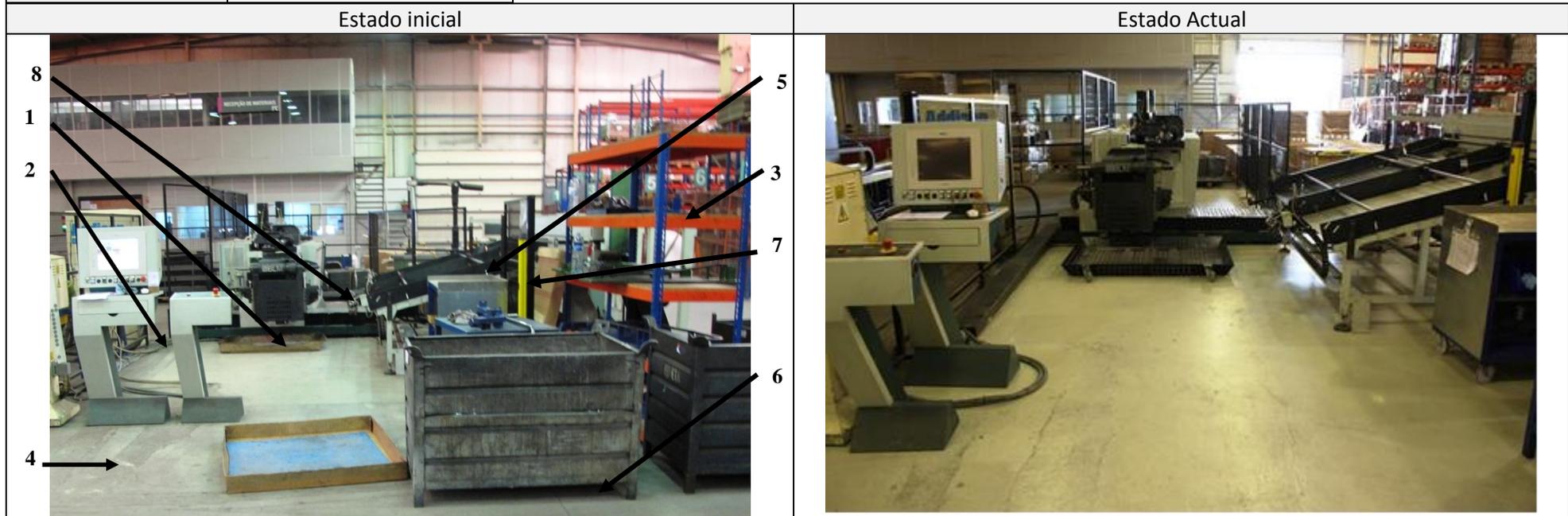
ANEXO K: Descrição dos itens a remover e a sua respectiva acção

Posto	Descrição	Acção	Destino
Corte de tubo	Sem necessidade de eliminação		
Maquinas de dobrar	Máquina de medição na entrada da <i>E-turn</i>	Removido	Zona de espera
	Ferramentas sem uso no posto	Removido	Zona de espera
	Ferramentas de dobrar sem uso	Removido	Zona de espera
	<i>Jigs</i> de controlo sem uso	Removido	Zona de espera
	Garrafas de água	Análise	-
Corte de excedentes	Ferramentas sem uso no posto	Removido	Zona de espera
	<i>Jigs</i> de controlo de corte sem uso	Removido	Zona de espera
Posicionar casquilho	Armário pequeno sem utilidade produtiva, usado para guardar itens pessoais	Removido	Sucata
	Ferramentas sem uso no posto	Removido	Zona de espera
Brasar casquilho	Ferramentas sem uso no posto	Removido	Zona de espera
Soldadura	<i>Jigs</i> de soldaduras em utilidade futura	Removido	Zona de espera
	Removido material perigoso junto ao robot de soldadura	Removido	Local próprio
	Ordens de fabrico acumuladas	Removido	Local próprio
	Euro palete a substituir degrau para a plataforma do robot	Análise	-
Remoção de salpicos	Sem necessidade de eliminação		
Conformação de tubo	<i>Rack</i> da SOPSA no meio do <i>stock</i> intermédio	Removido	Local próprio
	Posto de trabalho sem uso no meio do <i>stock</i> intermédio	Removido	Local próprio
	Stock do carro eléctrico sem uso futuro	Removido	Local próprio e sucata
	Bengaleiro para casacos e itens pessoais	Análise	-

ANEXO L: Estado inicial e final ao pormenor de várias máquinas

Área	Conformação de tubo
Posto	E-turn

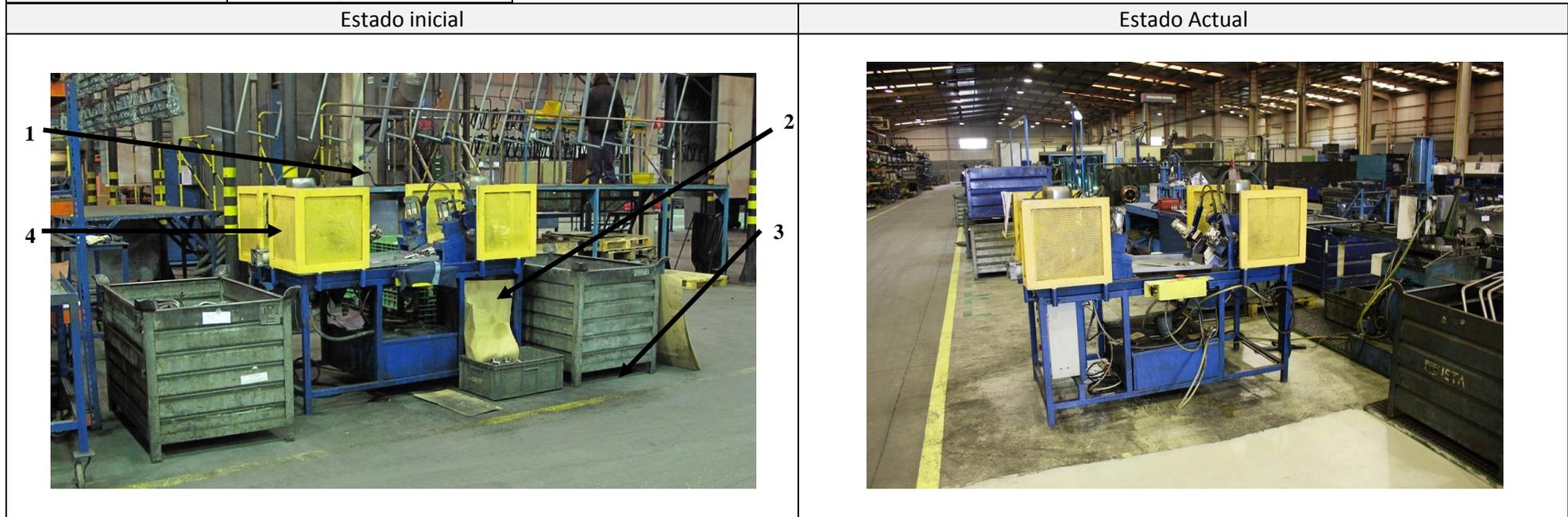
Lean Management numa Linha de Produção de Pegadeiras



Estado inicial		Estado actual		Estado futuro	
Código	Descrição	Corregido	Acção	Planeado	Acção
1	Saída de peça por caixa de cartão	Ok	Desenvolvido um carro	Ok	Sistema automático
2	Cabos não protegidos	Ok	Calha de protecção	-	-
3	Armário com <i>jigs</i> desnecessários	Ok	Separação (5s)	-	-
4	Pintura com desgaste	OK	Limpeza (5s)	-	-
5	Mesa com ferramentas desnecessárias	OK	Separação (5s)	-	-
6	Espaço para contentores não definido	NOK	Arrumação (5s)	OK	Definir contentor com linhas
7	Sensor limita zona de segurança excessiva	OK	Sensor deslocado para ganho de espaço	-	-
8	Necessária limpeza	OK	Limpeza (5s)	-	-

Área	Conformação de tubo
Posto	Serrote duplo

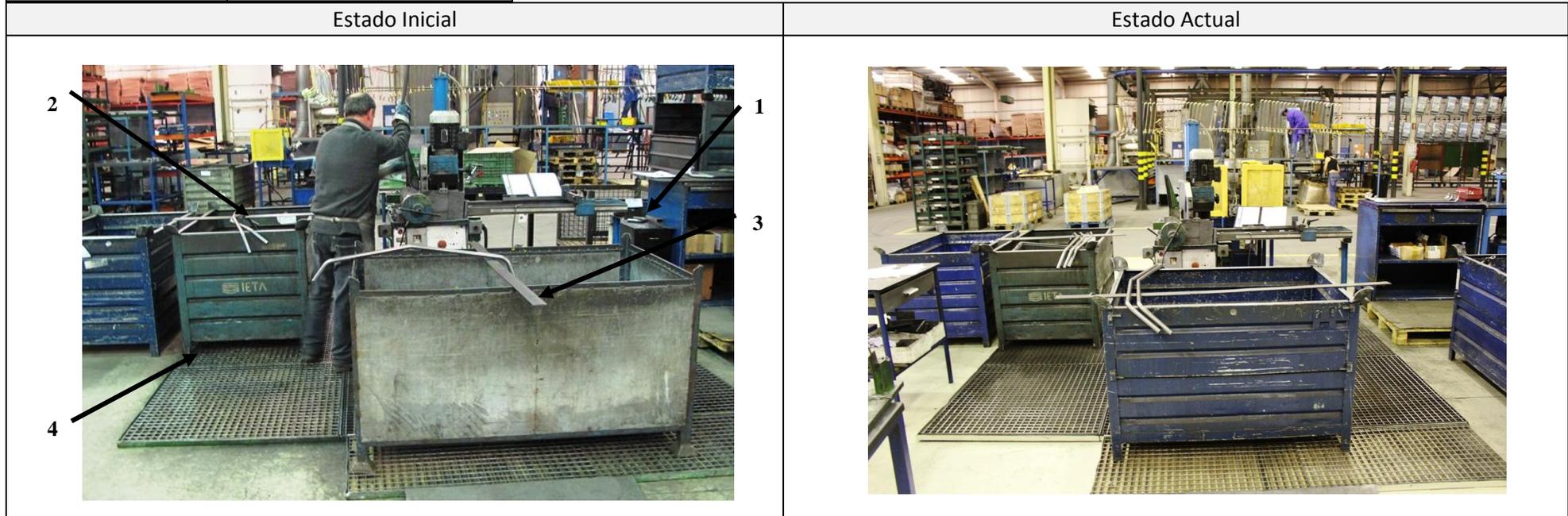
Lean Management numa Linha de Produção de Pegadeiras



Estado inicial		Estado actual		Estado futuro	
Código	Descrição	Corregido	Acção	Planeado	Acção
1	Local inapropriado para corte de excedentes	Ok	Alteração de <i>layout</i>	-	-
2	Limpeza e verificação de pingos de óleo	OK	Verificado e corregido	-	-
3	Espaço para contentores não definido	NOK	Arrumação (5s)	OK	Definir contentor com linhas
4	Sem local para guardar as ordens de fabrico	Ok	Criação de uma placa para as OF	-	-

Área	Conformação de tubo
Posto	Serrote simples

Lean Management numa Linha de Produção de Pegadeiras



Estado inicial		Estado actual		Estado futuro	
Código	Descrição	Corregido	Acção	Planeado	Acção
1	Armário sem utilidade	Ok	Separação (5s)	-	-
2	Contentor com material desnecessário	Ok	Separação (5s)	-	-
3	Falta mesa de apoio	NOK	Arrumação (5s)	Ok	Nova mesa de apoio
4	Espaço para contentores não definido	NOK	Arrumação (5s)	Ok	Definir contentor com linhas

ANEXO M: Procedimento de pintura



Cor	RAL	DESIGNAÇÃO	APLICAÇÃO
AMARELO	1016	AMERLOCK 400	Corredores de tráfego e células de trabalho
CINZENTO	7038	<i>em testes</i>	Produção, carrinhos, bancadas e todos os outros equipamentos não abrangidos por outra cor
VERMELHO	3020	AMERLOCK 400	Defeitos, sucata, áreas etiqueta vermelha
LARANIA	2008	AMERLOCK 400	Materials ou produtos em inspeção, equipamentos com aviso de energia
VERDE	6029	AMERLOCK 400	Matérias-primas, stock intermédio, produtos acabados
AZUL	5005	AMERLOCK 400	Matérias-primas, stock intermédio, produtos acabados
VERMELHO BRANCO	3020 9003	AMERLOCK 400	Áreas livres por motivo de segurança (zonas de emergência, Painéis eléctricos, combate a incêndios)
PRETO BRANCO	9005 9003	AMERLOCK 400	Áreas livres sem motivo de segurança
PRETO AMARELO	9005 1016	AMERLOCK 400	Áreas de risco à integridade física dos colaboradores

Sistema de cores recomendado pela norma OSHA e ANSI

	
Aprovado - Manutenção	Realizado

Data: 23/05/2011

ANEXO N: Planeamento de acções da aplicação 5s

Lean Management numa Linha de Produção de Pegadeiras

Planeamento aplicação 5s

Actividade	Estado	Março							Abril							Maio							Junho							Julho																																																																		
		14	15	16	17	18	21	22	23	24	25	28	29	30	31	1	4	5	6	7	8	11	12	13	14	15	18	19	20	21	22	25	26	27	28	29	2	3	4	5	6	9	10	11	12	13	16	17	18	19	20	23	24	25	26	27	30	31	1	2	3	6	7	8	9	13	14	15	16	17	20	21	22	27	28	29	30	1	4	5	6	7	8	11	12	13	14	15	18	19	20	21	22	25	26	27
Implementação do 3º S - Limpeza	44%																																																																																															
Nova instrução de manutenção/limpeza máquinas de dobrar	NOK																																																																																															
Limpeza e pintura da E-turn	OK																																																																																															
Limpeza e verificação dos pingos oleo serrote duplo	OK																																																																																															
Criação de uma zona de limpeza	NOK																																																																																															
Limpeza do pavimento da secção alvo	OK																																																																																															
Pintura da secção alvo	OK																																																																																															
Eliminação parcial do ruído no rotor finish (melhorar revestimento)	NOK																																																																																															
Pintura de todo pavimento da secção	NOK																																																																																															
Cedência de vestuário IETA a todos operarios do sector produtivo	NOK																																																																																															
Implementação do 4º S - Normalização	83%																																																																																															
Criação de um procedimento de pintura	OK																																																																																															
Zona de documentos	NOK																																																																																															
Registo de todas as entradas na zona de espera	OK																																																																																															
Apenas ao chefe de equipa é permitido armario ou gavetas	OK																																																																																															
Restrição de bebidas de 1.5L não identificadas	OK																																																																																															
Restrição de objectos pessoais nos postos de trabalho	OK																																																																																															
Implementação do 5º S - Disciplina	0%																																																																																															
Auditoria mensais à zona alvo	NOK																																																																																															
Zona de informação c/ comunicação entre colaboradores	NOK																																																																																															
Reuniao de planeamento (2 *zona alvo)	0%																																																																																															