

Implementação de Metodologias Lean numa Unidade de Fabrico de Louça Metálica

Manuel Maria Tavares Sequeira Pinto

Dissertação de Mestrado

Orientador na FEUP: Eng.º Eduardo Gil da Costa



FEUP

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

2014-01-27

*À minha família,
e a ti, Ana.*

Resumo

Na última década, a Silampos tem vindo a alargar o seu *product mix*, situando-se atualmente em mais de três mil produtos finais, devido à sua estratégia de fornecer diferentes mercados, o que levou também à redução do tamanho dos lotes de fabrico. Foi necessário, assim, iniciar um novo projeto com o objetivo de implementar novos métodos e processos de planeamento, produção e logística para melhorar a eficiência e o serviço ao cliente.

O projeto consistiu na redução do tempo de mudança de ferramenta dos equipamentos de soldadura, no dimensionamento de um supermercado de componentes no atual armazém intermédio, e na eliminação de ruturas de componentes no abastecimento às linhas de acabamento. Com o decorrer do projeto acrescentou-se mais um objetivo, dado o desenrolar favorável verificado: reformular a linha de Acabamento das painéis de pressão.

A implementação de diversas metodologias *lean* – incluindo a metodologia SMED (*Single Minute Exchange of Die*), supermercado, balanceamento de linhas, e 5S, entre outras – melhorou a produtividade dos colaboradores da Silampos de forma significativa (número de peças produzidas por pessoa, por hora) ao mesmo tempo que a Silampos ficou mais flexível e mais capaz de responder a desafios concretos de produção a partir das vendas (*pull system*).

Cumpriram-se, assim, os objetivos globais do projeto, com a redução de *mudas*, embora antes da normalização dos novos hábitos de trabalho as pessoas demonstraram, ao longo de todo o projeto, um receio significativo da mudança pretendida. Essa resistência foi ultrapassada com sessões de formação e de esclarecimento e com o apoio da gestão intermédia e de topo – que se verificou desde o início – e que em muito aumentou as probabilidades de sucesso do projeto.

Palavras-chave: Silampos, SMED, *lean manufacturing*, supermercado, *kanban*, melhoria contínua, fluxo unitário

The Implementation of Lean Methodologies in a Manufacturing Unit of Metal Dishware – Silampos S.A.

Abstract

Over the last decade Silampos has been broadening its product mix, which currently stands at more than three thousand end products, due to its strategy to supply different markets, which also led to the reduction of batch sizes. It was thus necessary to initiate a new project with the objective of implementing new methods and processes related to planning, production, and logistics to improve the efficiency and service to the customer.

The project consisted in reducing the tool change time of the welding equipment, in dimensioning a supermarket of components in the current intermediate warehouse and in the elimination of stock disruptions in the supply of the finishing lines. As the project progressed another objective was added, due to the favourable situation registered: to reformulate the pressure cooker finishing line.

The implementation of a number of lean methodologies – including the SMED methodology (Single Minute Exchange of Die), supermarket, line balancing, 5S, among others – significantly improved the productivity of the Silampos employees (number of pieces produced per person, per hour) at the same time that Silampos became more flexible and more capable of answering the specific challenges of producing according to sales (pull system).

The global project objectives were thus fulfilled, with the reduction of *muda*, though before standardizing the new work habits the shop-floor employees showed, during the whole project, significant fear of the desired change. That resistance was overcome with training and clarification sessions and with the support of middle and top management – which was present from the beginning – and which greatly increased the probabilities of success of the project.

Key words: Silampos, SMED, lean manufacturing, supermarket, *kanban*, continuous improvement, one-piece flow

Agradecimentos

Queria em primeiro lugar agradecer ao meu Orientador na FEUP, o Eng.º Eduardo Gil da Costa, pela sua disponibilidade e pela sua ajuda incansável no sentido de tornar o meu relatório o mais completo possível. A transmissão da sua experiência foi fundamental para o sucesso do projeto.

Ao Eng.º João Campos, meu Orientador na Silampos, o meu sincero agradecimento, por ter tornado estes cinco meses de projeto na Silampos uma verdadeira experiência de aprendizagem em todos os sentidos. A camaradagem que senti na Silampos servirá de exemplo e será um objetivo pessoal conseguir replicá-la durante a minha carreira profissional, tal foi o espírito de entreajuda verificado.

Aos meus Pais e Irmãos, pelo seu apoio incondicional, não só nesta etapa da minha vida mas desde que tenho memória, o meu Muito Obrigado.

À Ana, Obrigado por tudo.

Na Silampos interagi com numerosos colaboradores, e todos estiveram sempre disponíveis e com o maior profissionalismo, ficando assim aqui o meu agradecimento também a eles.

Em relação à interação com o Kaizen Institute, nomeadamente com o Eng.º António Sotto Mayor e com o Eng.º Luís Guerra, tenho a agradecer também toda a transferência de conhecimento, ajuda e disponibilidade.

Por último ao meu tio Manuel Oliveira o meu agradecimento pelas conversas que tivemos acerca do projeto, fico grato pelo interesse demonstrado. Obrigado.

Índice de Conteúdos

1	Introdução	1
1.1	Apresentação da Silampos, S.A.....	1
1.2	Breve descrição do projeto.....	2
1.3	Metodologia utilizada no projeto.....	3
1.4	Organização e Temas Abordados no Presente Relatório	4
2	Conceitos teóricos.....	5
2.1	Filosofia <i>Kaizen</i>	5
2.2	<i>Lean Manufacturing</i>	5
2.2.1	Tipos de desperdício associados ao <i>Lean Manufacturing</i> – <i>Muda</i>	6
2.2.2	Tipos de produção	7
2.2.3	Kanban	8
2.2.4	5S	8
2.2.5	SMED - Single Minute Exchange of Die	9
2.2.6	<i>Layouts</i>	12
2.2.7	Balanceamento de linhas.....	14
2.2.8	Supermercado	15
2.2.9	Outros conceitos Lean.....	15
2.3	Análise ABC.....	16
3	Pergunta de Pesquisa e Descrição do Problema	17
3.1	Descrição do Processo Produtivo	17
3.2	Análise da Situação Atual	18
3.2.1	Descrição do Fluxo de Informação/Produção	19
3.2.2	Caracterização da secção de Acabamento	19
4	Solução Proposta.....	27
4.1	Aplicação da metodologia SMED em equipamentos de soldadura e implementação de melhorias.....	27
4.1.1	Redução do tempo de <i>Setup</i>	27
4.1.2	Resultados da metodologia SMED nos equipamentos de soldadura	36
4.2	Desenho de um Supermercado de abastecimento às linhas de acabamento.....	38
4.2.1	Dimensionamento – Acessórios e artigos de embalagem	38
4.2.2	Avaliação da necessidade de alteração do tamanho dos lotes	41
4.2.3	Proposta alternativa de dimensionamento.....	43
4.2.4	Proposta de <i>layout</i> do supermercado	44
4.2.5	Fluxo de <i>Kanban</i> e <i>Junjo</i>	46
4.2.6	Resultados do dimensionamento do supermercado.....	47
4.3	Criação de fluxo no acabamento de painéis de pressão.....	48
4.3.1	Balanceamento da linha	48
4.3.2	Resultados da criação de fluxo no acabamento de painéis de pressão	51
5	Conclusões e discussão face à literatura existente	52
6	Perspetivas de trabalho futuro	54
	Referências	55

ANEXO A:	Principais ocorrências e observações geradas – mantido no âmbito do projeto	58
ANEXO B:	Meios de comunicação visual (em tamanho A3, fixados na parede da entrada principal do edifício da Silampos) realizados no âmbito do projeto	59
ANEXO C:	Produção média diária mensal (2013) da secção de Acabamento.....	61
ANEXO D:	Guia de Operação – Acabamento	62
ANEXO E:	Folha e cronómetro para registo de tempos.....	63
ANEXO F:	Classificação das tarefas – Lista detalhada	64
ANEXO G:	Instrução de Trabalho – Ferramentas de soldadura	65
ANEXO H:	Dimensionamento – Acessórios	66
ANEXO I:	Dimensionamento – Artigos de embalagem	71
ANEXO J:	Proposta de <i>layout</i> para o supermercado	76
ANEXO L:	Lista de tarefas e tempos – Linha de acabamento das painéis de pressão	77
ANEXO M:	Acabamento painéis de pressão – antes e depois	78
ANEXO N:	<i>Standard Work</i> – Instruções de trabalho da célula de painéis de pressão	79

Siglas

5S – *Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke*

AMP – Armazém de Matéria-Prima

APA – Armazém de Produto Acabado

ATO – *Assembly to Order*

BOM – *Bill of Materials*

FIFO – *First In, First Out*

JIT – *Just in Time*

MRP – *Material Requirement Planning*

MTO – *Make to Order*

MTS – *Make to Stock*

PDCA – *Plan, Do, Check, Act*

SMED – *Single Minute Exchange of Die*

TPS – *Toyota Production System*

WIP – *Work in Progress*

Índice de Figuras

Figura 1: Instalações da Silampos (Fonte: Silampos).....	1
Figura 2: Exemplo de produtos fabricados na Silampos (Fonte: Silampos).....	2
Figura 3: Exemplo quadro <i>Kaizen</i> na Silampos.....	4
Figura 4: Casa <i>Toyota Production System</i> . (Liker 2004).....	6
Figura 5: Fluxo de informação de um sistema Push. (Bonney et al. 1999).....	7
Figura 6: Fluxo de informação de um sistema Pull. (Bonney et al. 1999).....	7
Figura 7: Etapas da metodologia SMED (Silampos – Manual de formação SMED, 2011).....	10
Figura 8: Redução do custo de preparação, mantendo-se o custo de posse, permite reduzir a dimensão do lote económico de fabrico. (Assis 2000).....	12
Figura 9: Do lado esquerdo, <i>layout</i> de processo ou linha; do lado direito, <i>layout</i> funcional (Fonte: <i>Kaizen Institute</i>).....	13
Figura 10: <i>Layout</i> célula em U (Fonte: <i>Kaizen Institute</i>).....	13
Figura 11: Gráfico Yamazumi. Adaptado de 4Lean (2011).....	14
Figura 12: Área de trabalho e Bordo de Linha (Fonte: <i>Kaizen Institute</i>).....	15
Figura 13: Curva de Pareto - Análise ABC (Slack, Chambers, e Johnston 2010).....	16
Figura 14: Processo Produtivo.....	17
Figura 15: Processo Produtivo – painéis de pressão.....	18
Figura 16: Perímetro da fábrica (Fonte: Silampos).....	19
Figura 17: <i>Layout</i> Acabamento (Adaptado de documento interno da Silampos).....	20
Figura 18: Operações da linha principal - acabamento (aço).....	21
Figura 19: Máquinas de soldadura por resistência. 219A do lado esquerdo, 219E do lado direito.....	21
Figura 20: <i>WIP</i> - Válvulas rotativas, do lado esquerdo; sacos de acessórios, do lado direito - resultado de pré-montagem e introdução posterior na linha.....	23
Figura 21: <i>WIP</i> - Cestos previamente montados e ensacados, do lado esquerdo; e roscas de fixação montadas, do lado direito.....	23
Figura 22: Acessórios em <i>kanban</i> - Armazém 35.....	24
Figura 23: Armazém 35.....	25
Figura 24: Carros de tampas – aço.....	25
Figura 25: Do lado esquerdo, <i>stock</i> de corpos e tampas - painéis de pressão. Do lado direito, <i>stock</i> junto ao armazém 35.....	25
Figura 26: Jogo SMED.....	27
Figura 27: Exemplo da informação das ferramentas presente na guia (Fonte: Guia da Silampos).....	30
Figura 28: Carros SMED para transporte de ferramentas.....	30

Figura 29: Caixa de nivelamento.....	30
Figura 30: Armário das ferramentas sem qualquer identificação visível - antes dos 5S.....	31
Figura 31: Ferramentas fora de serviço	31
Figura 32: Marcação do código da ferramenta – antes e depois.....	32
Figura 33: 5S no armário de ferramentas – do lado esquerdo uma visão geral da organização; do lado direito, etiquetas de identificação e etiquetas sombra	32
Figura 34: Apertos rápidos na regulação da placa de encosto - antes e depois	33
Figura 35: Aperto rápido no centrador - antes e depois	33
Figura 36: Apertos rápidos na base - antes e depois	33
Figura 37: Sistema de encaixe da ferramenta superior - antes e depois	34
Figura 38: Sistema de encaixe da ferramenta inferior - antes e depois	34
Figura 39: Exemplo de alteração das ferramentas inferiores - antes e depois	35
Figura 40: Exemplo de alteração das ferramentas superiores - antes e depois	35
Figura 41: Caixa com as guias de Acabamento	36
Figura 42: Exemplo - <i>Repacking</i> do fornecedor.....	41
Figura 43: Exemplo de <i>Repacking</i> de travessões.....	42
Figura 44: Protótipo do carro de tampas - aço.....	43
Figura 45: Carro de tampas panelas de pressão – antes e depois	43
Figura 46: Exemplo de plataforma com rodas para paletes (Catálogo 4Lean - http://www.4lean.net)	46
Figura 47: Gráfico <i>Yamazumi</i> - Painelas de pressão	49
Figura 48: Postos de trabalho e <i>layout</i> panelas de pressão - antes e depois	50

Índice de Tabelas

Tabela 1: Etapas de um <i>Setup</i> tradicional (Shingō 1985)	9
Tabela 2: Produtividade Peças/Pessoa/Hora – Acabamento	20
Tabela 3: Dados de setup iniciais	22
Tabela 4: Análise ABC – Armazém 35.....	24
Tabela 5: Análise ABC - Artigos semifabricados	26
Tabela 6: Taxa de rutura semanal	26
Tabela 7: Classificação das tarefas	28
Tabela 8: Resultados SMED	37
Tabela 9: Resultado ensaios SMED	37
Tabela 10: Análise ABC - Acessórios	39
Tabela 11: Análise ABC - Artigos de embalagem.....	39
Tabela 12: Dimensionamento – acessórios	40
Tabela 13: Dimensionamento - artigos de embalagem	40
Tabela 14: Repacking interno de componentes panelas de pressão	42
Tabela 15: Acessórios – Dimensionamento.....	44
Tabela 16: Artigos de embalagem – Dimensionamento	44
Tabela 17: Espaço necessário – Supermercado	45
Tabela 18: Variação do número de referências de acessórios.....	47
Tabela 19: Resultados do balanceamento da linha de panelas de pressão	51

Índice de Gráficos

Gráfico 1: Etapas do <i>setup</i> tradicional	29
Gráfico 2: Evolução do tempo médio semanal	36
Gráfico 3: Tempo médio Pré-SMED vs. tempo médio dos testes	37
Gráfico 4: Consumo diário anual.....	40
Gráfico 5: Estado Inicial vs. Dimensionamento.....	47
Gráfico 6: Estado inicial antes do balanceamento	48

1 Introdução

O presente trabalho foi realizado no âmbito da dissertação de Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica (MIEM), opção de Gestão da Produção. O projeto, com uma duração total de 5 meses, decorreu nas instalações da Silampos – Sociedade Industrial de Louça Metálica, S.A. em Cesar, Oliveira de Azeméis.

1.1 Apresentação da Silampos, S.A.

A Silampos (figura 1) encontra-se localizada em Cesar, zona geográfica de S. João da Madeira, distrito de Aveiro, zona essa caracterizada por uma forte tradição industrial.



Figura 1: Instalações da Silampos (Fonte: Silampos)

A Silampos foi fundada em 5 de Julho de 1951, tendo iniciado a sua atividade no fabrico de louça de alumínio para uso doméstico, usando a técnica de repuxagem.

Posteriormente passaram a ser usadas prensas mecânicas, o que permitiu uma mudança de processo e a substituição da repuxagem pela estampagem. O aperfeiçoamento técnico criou condições para a introdução de um produto novo em Portugal – a panela de pressão – cujo sucesso tornou possível a expansão da atividade e a alteração do posicionamento da Silampos no mercado.

Na década de 70 a Silampos produziu, embora de forma não definitiva, artigos para campismo, e iniciou o fabrico de louça de aço inoxidável com fundo simples e, de seguida, com fundo térmico, atividade em que foi pioneira em Portugal.

A partir de 1993, recorrendo a um programa de investimento, a empresa passou a utilizar processos de soldadura de fundos térmicos por impacto, o que se traduziu numa vantagem comercial tanto no mercado interno como externo, tendo contribuído para a sua competitividade.

O processo de internacionalização da Silampos foi iniciado em 2000, com a criação da Silampos UK.

Em 2004 a Silampos passou a dedicar-se ao mercado da hotelaria e restauração, o que implicou produzir uma linha de louça industrial em aço inoxidável para responder às

principais exigências dos grandes chefes de cozinha. Tendo em perspetiva a inovação, e a sustentabilidade ambiental, a Silampos desenvolveu em 2005, uma linha topo de gama com base na tecnologia “*Multi-disc*”, que permite reduzir grande parte do consumo de energia, tendo sido criada a marca ‘Concepta Silampos’.

A Silampos possui um Sistema de Gestão da Qualidade certificado segundo a norma NP EN ISO 9001-2008, e um Sistema de Gestão Ambiental de acordo com a norma NP EN ISO 14001 em fase final de implementação.

Atualmente a Silampos atua em duas áreas distintas:

1. Produtos e/ou serviços destinados à casa em geral e, em particular, relacionados com a confeção, conservação e/ou simples manuseamento, doméstico ou industrial, de alimentos (figura 2);
2. Produtos e serviços identificáveis com mobiliário urbano.”



Figura 2: Exemplo de produtos fabricados na Silampos (Fonte: Silampos)

A *missão* da Silampos é “conceber, desenvolver, produzir e comercializar utensílios de cozinha, mesa e/ou casa, e de mobiliário urbano, criando valor para os clientes, colaboradores, fornecedores, acionistas e comunidades com as quais interage e contribuindo para a melhoria do meio ambiente e da qualidade de vida em geral. Apoiar e incentivar iniciativas que visem o desenvolvimento sustentado do sector.” (fonte: intranet da Silampos).

Os *valores* da Silampos são (fonte: intranet da Silampos):

- ◆ Integridade e honestidade;
- ◆ Profissionalismo e rigor;
- ◆ Cooperação e parceria;
- ◆ Inovação e melhoria contínua.

1.2 Breve descrição do projeto

Na última década a estratégia da Silampos evoluiu para o desenvolvimento e fabrico de produtos orientados para os diferentes mercados, o que se traduziu num alargamento do *product mix* (atualmente o número de artigos de venda é superior a três mil) e na redução da dimensão dos lotes de fabrico. Para responder a esta realidade foi necessário implementar

novos métodos e processos de planeamento, produção e logística para melhorar a eficiência e o serviço ao cliente, constituindo objetivo da empresa a implementação de um sistema *pull*. Para que isso se torne possível, é necessário atuar em todos os processos da cadeia de abastecimento.

Os objetivos, estabelecidos no início do projeto, são:

- reduzir o tempo de mudança de ferramenta nos equipamentos de soldadura de acessórios, e
- dimensionar um supermercado de componentes (acessórios e artigos de embalamento) no atual armazém intermédio, e eliminar as ruturas de componentes no abastecimento às linhas de acabamento.

Com o decorrer do projeto acrescentou-se mais um objetivo, dado o desenrolar favorável verificado:

- reformular a linha de acabamento das painéis de pressão.

O presente projeto integrou o projeto global da Silampos, tendo incidido na secção de acabamento e tendo atuado:

- na flexibilização, através do aumento do número de mudanças de ferramenta e redução dos lotes de fabrico,
- no desenho de um supermercado, para garantir o nível de *stock* adequado ao abastecimento das linhas, e
- na alteração de *layout* da linha de acabamento de painéis de pressão.

1.3 Metodologia utilizada no projeto

No início do projeto, e com o objetivo de criar condições para a sua monitorização e acompanhamento, foi criado um espaço denominado de *Kaizen Mission Control Room*, onde decorreram as reuniões semanais com os elementos das equipas multidisciplinares envolvidas no projeto.

No âmbito do projeto procedeu-se à observação científica definida como “o uso sistemático dos nossos sentidos na procura de dados necessários para resolver um problema de investigação” (Vilelas 2009, p. 268) e de forma a poder retirar conclusões úteis e com fundamento científico. O anexo A contém uma referência parcial do registo de observações geradas durante o projeto (um registo informal muito útil em especial nas fases iniciais do projeto).

Para cada área de intervenção foi construído um quadro *Kaizen* (ver exemplo na figura 3) em que, do lado esquerdo, é apresentado o relatório A3 – que tem como função resumir toda a informação relevante e todo o raciocínio de um projeto numa folha A3 (Sobek e Smalley 2011) – o cronograma, o quadro de presenças e a agenda da reunião, no centro é dedicado espaço ao PDCA visual – o ciclo *Plan, Do, Check, Act* (Imai (1996) – e do lado direito são exibidos os indicadores de desempenho.



Figura 3: Exemplo quadro *Kaizen* na Silampos

Com o objetivo de garantir a implementação e o sucesso do projeto, e de acordo com a filosofia *Kaizen*, foram desenvolvidas ações de formação para envolver as pessoas e dar a conhecer as principais vantagens dos projetos implementados. Com o mesmo objetivo foram também desenvolvidos meios de comunicação visual para dar a conhecer aos colaboradores os princípios *Kaizen*, os objetivos do projeto e as oportunidades de melhoria (anexo B).

Ao longo de todo o projeto constituiu uma preocupação permanente perceber como os grupos funcionavam, no sentido de realizar as melhorias pretendidas. Assim, tal como nos diz Schein (1987), os sistemas humanos foram um enfoque, tendo-se procurado perceber o que se passava nos grupos de trabalho.

1.4 Organização e Temas Abordados no Presente Relatório

Neste primeiro capítulo foi apresentada a Silampos, foram apresentados os objetivos do projeto de implementação de ferramentas *lean*, e a metodologia utilizada no projeto.

No capítulo 2 são abordados os conceitos teóricos ligados ao projeto e no capítulo 3 é descrito o problema e a situação atual da Silampos.

No capítulo 4 é proposta e descrita uma solução de melhoria (com os resultados alcançados e alcançáveis, nas áreas SMED, supermercado e balanceamento de linhas).

No capítulo 5 são apresentadas as conclusões do projeto. No capítulo 6 são fornecidas pistas de investigação futura ligadas ao tema.

2 Conceitos teóricos

Neste capítulo são introduzidos os conceitos teóricos que serviram de base ao desenvolvimento do projeto.

2.1 Filosofia Kaizen

A palavra *Kaizen* significa, em japonês, mudar para melhor. A filosofia *Kaizen* foca-se nos esforços de melhoria contínua. As melhorias *Kaizen* podem ser pequenas e incrementais mas é um processo que proporciona resultados significativos ao longo do tempo (Imai 1996).

Segundo Coimbra (2013), esta filosofia assenta em 5 princípios:

1. **Criar valor ao cliente** – Deve existir compromisso por parte de todos os trabalhadores para nunca deixar passar para o próximo processo peças defeituosas ou informações erradas. Quando todos praticam este princípio, o cliente final recebe um bom produto ou serviço.
2. **Eliminar muda** – A palavra *muda* significa desperdício. Todas as operações que não acrescentam valor devem ser eliminadas. Uma atividade que acrescenta valor é uma atividade pela qual o cliente está disposto a pagar.
3. **Envolvimento das pessoas** – Este princípio dá grande ênfase ao envolvimento das pessoas nas atividades de melhoria. Trabalhar em equipa resulta numa melhoria dos hábitos de trabalho que por sua vez resulta em melhorias na qualidade, redução de custos ou até melhoria no serviço ao cliente.
4. **Ir para o Gemba** – *Gemba* é a palavra japonesa que significa chão de fábrica, ou terreno. As atividades que acrescentam valor para o cliente final ocorrem no *Gemba*. A deslocação ao chão de fábrica é fundamental para controlar os processos e não apenas verificar a documentação no escritório.
5. **Gestão Visual** - A gestão visual foca a ideia que uma imagem vale mais do que mil palavras e que uma gestão visual dos processos é o caminho mais eficiente de desempenhar determinada tarefa.

2.2 Lean Manufacturing

Henry Ford foi das primeiras pessoas a desenvolver as ideias do *Lean Manufacturing*. Ford usou a ideia do fluxo contínuo na sua linha de montagem automóvel onde manteve os *standards* de produção elevados, de modo a que cada secção do processo encaixasse de modo contínuo com as restantes. Esta ideia resultou na redução de desperdício.

No entanto, o processo proposto por Henry Ford não era flexível. A sua linha de montagem apenas produzia um modelo e ainda assim, dentro da produção desse modelo, não existia espaço de manobra para alterações ou modificações ao produto final. O processo funcionava em *Push*, onde Ford impunha o nível de produção, em vez de *Pull* onde o mercado é responsável pela ordem de produção. Esta situação gerou grande *stock* de produto acabado não vendido, resultando em prejuízo para a empresa.

Outras empresas seguiram os ideais de Ford, no entanto, aperceberam-se desta falta de flexibilidade. Taiichi Ohno, da *Toyota*, desenvolveu o *Toyota Production System* (TPS) que tem como princípio o *Just In Time* (JIT), de modo a aumentar a eficiência.



Figura 4: Casa *Toyota Production System*. (Liker 2004)

O *Lean Manufacturing* é uma filosofia de gestão com origem no *Toyota Production System* (Liker 2004). É conhecida pela importância dada à redução dos desperdícios. O diagrama da casa TPS (figura 4) é o símbolo representativo desta filosofia, interpretado da seguinte forma: uma casa só é forte, ou resistente, se o telhado, as fundações e os pilares também forem (Liker e Morgan 2006). Existem diferentes versões da casa TPS mas os fundamentos são todos baseados nos mesmos princípios. Este sistema de produção é um sistema sofisticado no qual todos os conceitos a ele associados contribuem para o mesmo fim.

Um dos pilares do TPS é o *Just-in-Time* que consiste em produzir apenas quando necessário e na quantidade necessária. Assim que é vendido um produto, uma série de ações são desencadeadas desde o final da linha até ao ponto de partida do fabrico do produto (matéria-prima) (Liker 2004).

A implementação de toda esta filosofia não é, de todo, simples nem rápida. É um processo complicado e demorado. Taiichi Ohno, um dos mentores do TPS, demorou 20 anos a implementar esta filosofia na *Toyota* (Dettmer 2001).

2.2.1 Tipos de desperdício associados ao *Lean Manufacturing* – *Muda*

O *Lean Manufacturing*, tal como foi referido, tem como base a eliminação do desperdício, de recursos que não acrescentam valor ao produto final.

A palavra *Muda*, que significa desperdício, refere-se a todas as atividades que não acrescentam valor a um processo. A eliminação de desperdícios permite reduzir custos e proporciona melhoria das condições de trabalho (Imai 1996).

Segundo diversos autores (Imai 1996; Hicks 2007) existem 7 tipos de desperdícios:

1. **Sobreprodução:** Produzir mais do que o necessário para a operação seguinte da linha de produção é a fonte de maior desperdício;

2. **Espera:** Sempre que os produtos não estão a ser transportados ou processados, estão parados à espera. No processo de produção tradicional estes tempos constituem uma percentagem apreciável do tempo total de produção;
3. **Transporte:** A movimentação de produtos na linha de produção não acrescenta valor. Mudanças de *layout* para tornar o processo mais uniforme, melhorias nos métodos de transporte e organização do chão de fábrica podem reduzir este desperdício;
4. **Processamento:** O processo propriamente dito pode ser uma fonte de desperdício. Algumas operações existem apenas por má conceção do produto e do processo de fabrico;
5. **Inventário:** Todo o inventário deve ser alvo de eliminação. Todo o material, sem uso futuro previsto, é considerado desperdício;
6. **Movimento:** Todo o tipo de movimento realizado pelo operador ou máquina deve ser minimizado para evitar cansaço, desgaste, danos, etc.
7. **Reprocessamento:** A necessidade de reprocessamento gera custos extra. Por vezes os defeitos podem representar um custo duas vezes superior ao custo de produção unitário.

2.2.2 Tipos de produção

Os sistemas de produção, segundo diversos autores (Bonney et al. 1999; Karmarkar 1991), podem ser classificados em dois tipos de produção distintos - *Pull* e *Push*:

- Num sistema de produção *push*, a produção é programada em função de previsões obrigando a produzir em *Make-to-Stock* (MTS). Este sistema está diretamente relacionado com o método de planeamento MRP (*Material Requirement Planning*). O fluxo de informação flui no mesmo sentido do fluxo dos materiais (figura 5).

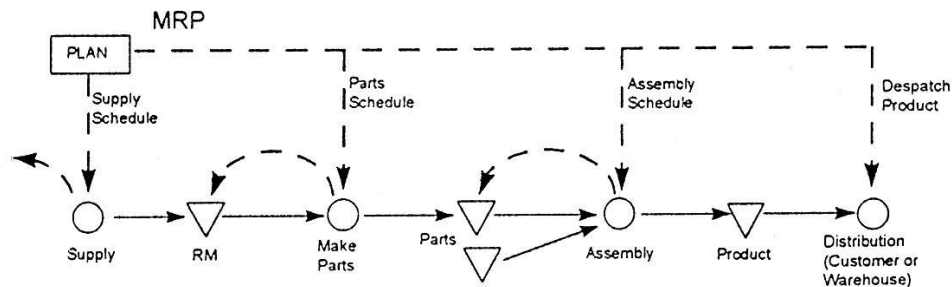


Figura 5: Fluxo de informação de um sistema Push. (Bonney et al. 1999)

- O sistema de produção *pull* é baseado na produção em função da procura real por parte do cliente. Geralmente a ordem de produção é indicada pelo consumo físico de produto acabado. O sistema *pull* está diretamente relacionado com a filosofia *Kanban* e *Make-to-Order* (MTO). O fluxo de informação no sistema é inverso ao fluxo dos materiais (figura 6).

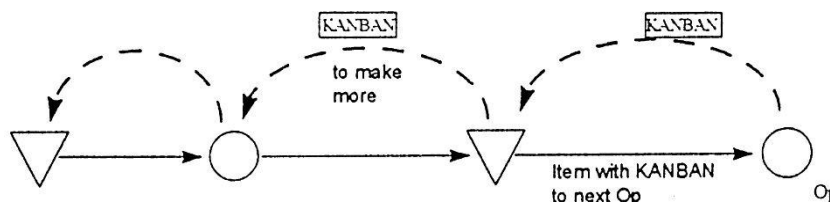


Figura 6: Fluxo de informação de um sistema Pull. (Bonney et al. 1999)

2.2.3 Kanban

A palavra japonesa *kanban*, que significa cartão (sinal), teve origem no início do *Toyota Production System*. Taiichi Onho, engenheiro da *Toyota*, desenvolveu o *kanban* de modo a controlar a produção entre processos e para implementar o *Just-in-Time (JIT)* nas fábricas da *Toyota*, no Japão (Gross e McInnis 2003).

A *Toyota*, inicialmente, usou o *kanban* para reduzir custos e para gerir a utilização das máquinas. Contudo, hoje em dia, a *Toyota* continua a usar este sistema não só para gerir custos e fluxos mas também para identificar possíveis impedimentos ao fluxo e oportunidades de melhoria contínua (Gross e McInnis 2003).

O *kanban* define a quantidade e o tipo de produtos que têm de ser produzidos nos diferentes processos. No caso de duas células de produção seguidas, por exemplo, o sistema de produção *pull* dita que a primeira célula apenas deve produzir quando há uma indicação de necessidade a jusante. O *kanban* é o método que torna possível a comunicação de uma necessidade. É o meio de comunicação entre dois processos consecutivos, incluindo fornecedores e clientes, permitindo uma produção coordenada e em função da procura.

Chiarini (2013) define dois tipos de *Kanban*:

1. *Kanban* de movimentação ou transporte;
2. *Kanban* de produção.

O *kanban* de transporte pode ser dividido em duas categorias: *kanban* do fornecedor e *kanban* interno. O *kanban* do fornecedor tem como função indicar ao fornecedor a necessidade de matéria-prima. O *kanban* interno, ou de movimentação, faz a ligação entre processos e o armazém, alimentando a necessidade de componentes para o fabrico de um produto num determinado ponto do processo. O *kanban* de produção indica à operação a montante para começar a produzir.

Num processo *pull*, onde se produz apenas quando necessário e na quantidade necessária, existe a necessidade de comunicação entre todos os elementos envolvidos no processo de fabrico. Deste modo, a criação de um simples sinal é fundamental para o bom funcionamento do sistema de *kanban*. Resumindo, este sinal é usado para indicar a necessidade de reabastecimento. “Quer seja representado por uma caixa vazia, um cartão, ou um simples espaço vazio no chão, este tem de ser um sinal físico, tangível, que por sua vez não passa despercebido e não é facilmente ignorado” (Hobbs 2003, p. 159).

Quando usado corretamente, o *kanban* evita a ocorrência de sobreprodução, que é um dos maiores desperdícios das empresas (Chiarini 2013).

2.2.4 5S

A metodologia 5S pode ser vista como uma ferramenta de limpeza e organização de áreas de trabalho. O seu objetivo é eliminar qualquer tipo de desperdício relacionado com incerteza, espera, etc. Eliminando aquilo que não é necessário e fazendo com que tudo esteja organizado e arrumado, os materiais e ferramentas necessárias passam a estar sempre no mesmo sítio tornando o trabalho mais fácil e rápido.

Tal como indica o nome, esta ferramenta de origem japonesa é dividida em cinco passos, como descreve Slack, Chambers, e Johnston (2010):

1. *Seiri* – **Separar**: Consiste na revisão da área de trabalho e assegurar que apenas se mantém aquilo que é necessário. Ou seja, eliminar ferramentas, materiais e outros acessórios dispensáveis ao processo.
2. *Seiton* – **Localizar**: Este passo foca-se na organização da área de trabalho. É necessário colocar cada material e/ou ferramenta num devido lugar e bem identificado.
3. *Seiso* – **Limpar**: Tal como indica o nome, é fundamental manter o espaço sempre limpo. No final do turno a área de trabalho deve ser limpa, colocando também tudo no lugar certo.
4. *Seiketsu* – **Normalizar**: Normalização das práticas de trabalho. Cada um deve saber a sua função como também quais são as suas responsabilidades.
5. *Shitsuke* – **Manter**: Este passo não significa apenas manter aquilo que foi estabelecido. A metodologia 5S deve tornar-se um novo hábito de trabalho. É fundamental que os responsáveis impeçam o regresso aos hábitos antigos.

2.2.5 SMED - Single Minute Exchange of Die

2.2.5.1 Setup tradicional

Os procedimentos de um *setup* são variados, dependendo do tipo de operação e do tipo de equipamento utilizado. No entanto, analisados esses procedimentos, Shingō (1985) conclui que todas as operações de um *setup* seguem determinadas etapas. Numa mudança de ferramenta tradicional, essas etapas e a respetiva distribuição de tempo é geralmente representada tal como indica a tabela 1.

Tabela 1: Etapas de um *Setup* tradicional (Shingō 1985)

Operação	Tempo (%)
Preparação, ajustes pós-operatórios e verificação de material, ferramentas, moldes, etc.	30%
Montagem e remoção de ferramenta	5%
Centrar, dimensionar e outras configurações	15%
Ensaios e ajustes	50%

Preparação, ajustes pós-operatórios e verificação de material, ferramentas, moldes, etc.

Esta etapa garante que todas os componentes e ferramentas estão no lugar correto e a funcionar corretamente. Nesta etapa está também incluído o período pós-operatório quando as ferramentas são removidas e arrumadas no respetivo armazém, a limpeza das máquinas, etc.

Montagem e remoção de ferramenta

Inclui a remoção de ferramentas assim que termina a produção e a montagem de ferramentas para produção do lote seguinte.

Centrar, dimensionar e outras configurações

Esta etapa refere-se a todas as medições e calibrações que devem ser feitas de modo a proceder à produção, tais como centrar, dimensionar, medir temperatura ou pressão, etc.

Ensaio e ajustes

Nesta etapa, são feitos ajustes depois de maquinar uma peça. Quanto maior for a precisão das medições e calibrações feitas na etapa anterior, mais fáceis serão os ajustes.

A frequência e a duração dos ensaios e ajustes dependem da capacidade e experiência do operador. As maiores dificuldades numa operação de *setup* referem-se ao ajuste correto das máquinas. A grande percentagem de tempo associada a esta etapa deve-se a estes problemas de ajustes. Sendo um dos objetivos facilitar esta etapa então é necessário entender que o procedimento mais eficaz é de aumentar a precisão das medições e calibrações.

2.2.5.2 Metodologia SMED

A metodologia SMED, introduzida por Shigeo Shingo, foi publicada pela primeira vez no ocidente em 1985, “e constitui a maior referência quando se trata de redução de tempo de *setup* de máquinas” (Sugai, McIntosh, e Novaski 2007, p. 323). A metodologia tem como base a separação e a transferência de elementos do *setup* interno para o *setup* externo.

O tempo de *setup* é definido como “o período desde a produção da última peça de um determinado lote até à produção da primeira peça boa do lote seguinte” (Ferradás e Salonitis 2013, p. 598).

A metodologia SMED é constituída por cinco fases fundamentais (Shingō 1985; Ferradás e Salonitis 2013), que se encontram esquematizadas na figura 7.



Figura 7: Etapas da metodologia SMED (Silampos – Manual de formação SMED, 2011)

As fases constituintes da metodologia SMED são:

- **Fase 1: Classificar as tarefas em internas e externas** – Nesta fase todas as tarefas de mudança de ferramenta têm de ser classificadas em função de poderem de

ser feitas com a máquina a trabalhar, tarefas externas, ou terem que ser feitas com a máquina parada, tarefas internas. Nesta fase é comum filmar as atividades e conversar com os operadores de modo a ter uma opinião de quem todos os dias executa a operação.

- **Fase 2: Separação das tarefas internas e externas** – Eliminar atividades desnecessárias – O passo mais importante na implementação do SMED é fazer a distinção das tarefas. Nesta etapa atinge-se em média uma redução de tempo de *setup* na ordem dos 30 a 50%, reforçando a ideia que esta fase é realmente a mais importante.
- **Fase 3: Converter tarefas internas em externas** – Esta fase envolve duas noções importantes:
 - Examinar as operações de modo a perceber se existem tarefas internas mal classificadas, que poderiam/deveriam ser externas;
 - Procurar soluções que permitam converter tarefas internas em externas.
- **Fase 4: Simplificar e reduzir tarefas internas** – Nesta fase identificam-se alterações que permitam reduzir, ou mesmo eliminar, o maior número de tarefas internas. Shingō (1985) sugere, por exemplo, algumas alterações tais como implementação de operações em paralelo, substituir parafusos por apertos rápidos, desenho de ferramentas de apoio às tarefas internas, entre outros.
- **Fase 5: Simplificar e reduzir tarefas externas** – A simplificação das tarefas externas não está diretamente relacionada com a diminuição do tempo de *setup* visto que estas tarefas são realizadas antes e depois da paragem da linha para mudança de ferramenta. No entanto é fundamental melhorar a logística de suporte reduzindo estas tarefas.

“Os grandes benefícios que resultam, direta e indiretamente, desta metodologia são:

- Redução do tempo de *setup*;
- Redução do tempo perdido em ajustes;
- Menos erros na mudança de ferramenta;
- Melhoria na qualidade do produto;
- Maior segurança;
- Redução de inventário;
- Aumento da flexibilidade na produção;
- Racionalização de ferramentas.” (Moreira e Pais 2011, p. 132)

Um dos objetivos mais importantes do SMED é a redução do tempo de mudança de ferramenta, através da eliminação do desperdício relacionado com o próprio processo de mudança (Moreira e Pais 2011).

2.2.5.3 Impacto do tempo de *setup*

O processo de mudança de ferramenta é geralmente complexo e moroso. Para compensar esta perda, as empresas optam por produzir lotes de grande dimensão. Se um lote de encomenda for grande, o impacto não é tão grande. Mas, se o lote de encomenda for reduzido e variado, o

impacto do tempo de *setup* já é grande. Nestes casos, o que as empresas costumam fazer, segundo Assis (2000) é:

- Agrupar as encomendas da mesma referência, produzindo em grandes lotes e adiando o prazo de entrega ao cliente;
- Produzir para *stock* baseando-se em previsões.

Para tornar viável a produção em pequenos lotes, é necessário reduzir o tempo de indisponibilidade dos equipamentos (Assis 2000).

“Na perspetiva económica, o custo de uma operação de *setup* é tanto menor quanto menor for o tempo de imobilização do equipamento, pelo que, também nesta perspetiva, interessa atuar ativamente na sua redução. Dever-se-á, assim, procurar as causas mais remotas que determinam este tempo e atuar proactivamente na sua eliminação” (figura 8) (Assis 2000, p. 4). Como consequência, o lote económico de fabrico irá reduzir-se (Assis 2000).

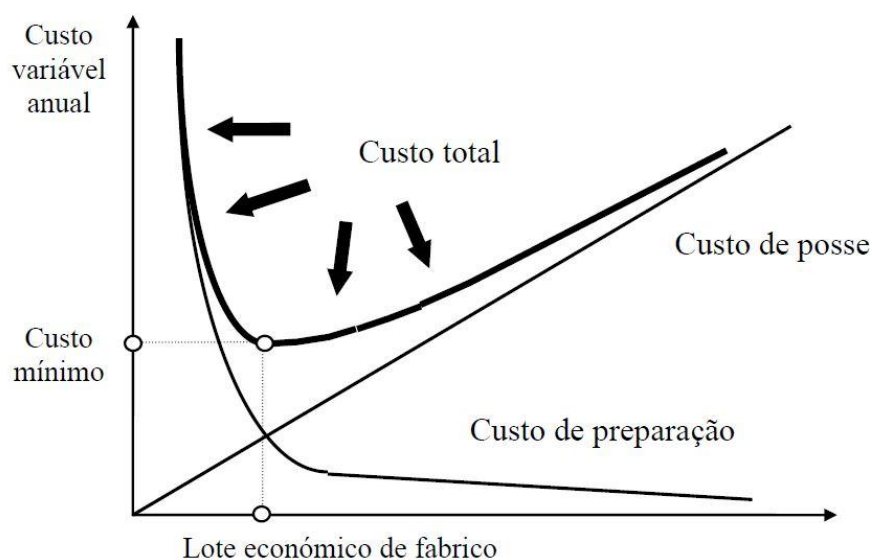


Figura 8: Redução do custo de preparação, mantendo-se o custo de posse, permite reduzir a dimensão do lote económico de fabrico. (Assis 2000)

2.2.6 Layouts

Existem diferentes tipos de *layout*, entre os quais o *layout* funcional, o *layout* de processo e o *layout* em célula. Num *layout* funcional (figura 9), os equipamentos estão agrupadas por função. Este tipo de *layout* é caracterizado pela produção em grandes lotes, de modo a minimizar o transporte entre máquinas, normalmente realizado por um empilhador, e conduz a um elevado *Work in Progress* (WIP).

O *layout* de processo ou linha (figura 9), por outro lado, é organizado em sequência de operações e máquinas ao longo de um tapete rolante. Neste caso, tanto o WIP como o *lead time* – “o tempo que um produto demora a atravessar a cadeia de abastecimento” (Coimbra 2013, p. 15) – são tendencialmente inferiores. Este tipo de linha não é necessariamente considerada uma linha de fluxo unitário. É comum pensar-se que o fluxo está criado, no entanto, analisando com maior detalhe, há acumulação de inventário entre postos de trabalho. Isto justifica-se pela falta de balanceamento entre postos. O fluxo unitário traduz-se em uma unidade de WIP por posto, logo, o número de postos existentes é número ideal de unidades WIP. Neste tipo de *layout* esta situação não se verifica (Coimbra 2013).

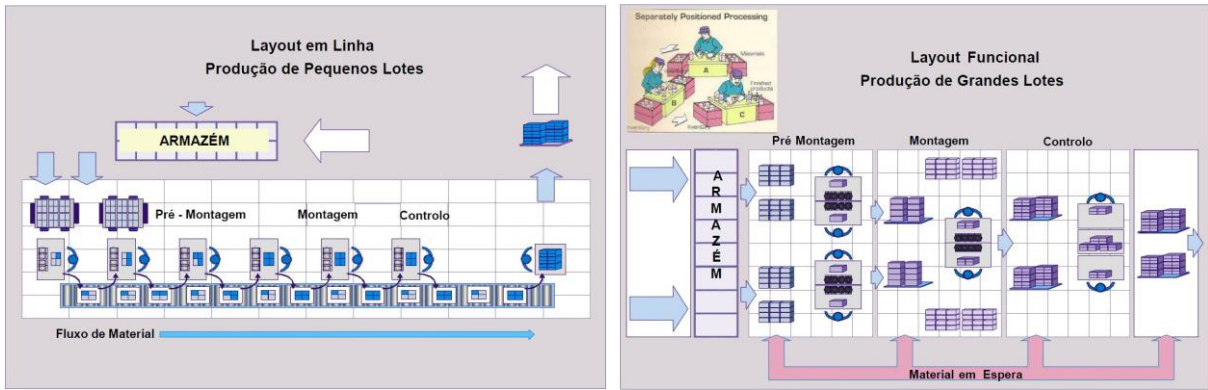


Figura 9: Do lado esquerdo, *layout* de processo ou linha; do lado direito, *layout* funcional (Fonte: *Kaizen Institute*)

O *layout* em célula (figura 10) é um dos métodos de produção mais eficientes, que permite a redução de vários tipos de desperdício. Um *layout* em célula é completamente oposto do método tradicional onde geralmente existe um *layout* funcional, onde um produto percorre centenas de metros entre processos, desperdiçando tempo e acumulando inventário (*Work in progress – WIP*) entre as diferentes áreas de produção (Chiarini 2013). A célula de fluxo unitário é normalmente disposta com a forma de um U. A evolução de um *layout* em linha para um *layout* em forma de U trouxe diversos benefícios, entre os quais a flexibilidade no balanceamento dos operadores e também o facto de permitir aos próprios operadores uma melhor compreensão do fluxo. Eliminando *mudas*, os resultados alcançados podem ser muito satisfatórios (Coimbra 2013).

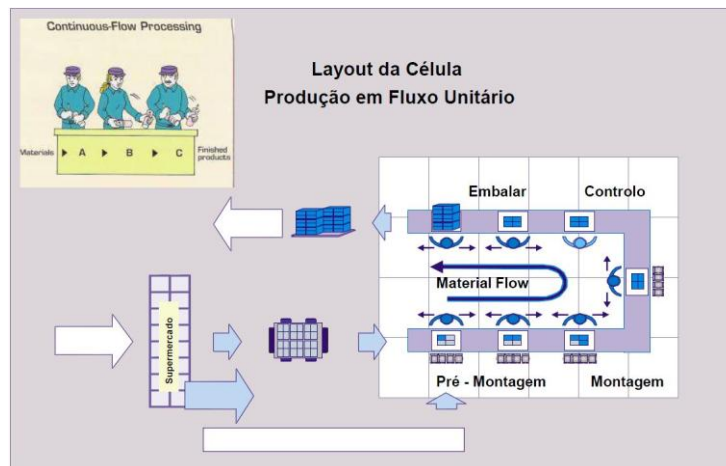


Figura 10: *Layout* célula em U (Fonte: *Kaizen Institute*)

Sendo Rangaraj, Raghuram, e Srinivasan (2009), as grandes vantagens deste tipo de *layout*, em célula, são:

- Redução do WIP;
- Menor ocupação de espaço;
- Redução do *lead time*;
- Aumento de produtividade;
- Aumento da qualidade;
- Possibilidade de entreaajuda;
- Melhor visibilidade e conhecimento de todas as operações.

2.2.7 Balanceamento de linhas

“Duas das chaves para o sucesso do *Lean Manufacturing* são o balanceamento da carga de trabalho numa célula e a produção em fluxo unitário” (Dettmer 2001, p. 24).

Segundo Assis (2011), o balanceamento de uma linha de produção consiste em distribuir a carga de trabalho das diferentes operações o mais uniformemente possível pelos postos de trabalho.

O tempo de *takt* é o tempo que irá definir o ritmo ao qual uma linha, ou célula, deverá produzir. Este tempo é definido pela procura do cliente:

$$\text{Tempo de Takt} = \frac{\text{Tempo disponível para produção}}{\text{Procura}}$$

Numa linha de fluxo unitário, cada posto de trabalho deverá produzir uma peça ao ritmo do *Takt* (Liker 2004).

Um método de aplicação prática e de apoio visual é a utilização do gráfico *Yamazumi* (ver figura 11) desenvolvido pela *Toyota* para envolver os operadores nos processos de distribuição. Esta ferramenta é utilizada para determinar as tarefas, ou a carga de trabalho, que cada um dos operadores deverá executar e que se deverá aproximar do tempo de *takt*. O gráfico é representado por dois eixos, tempo e os postos de trabalho, e pela linha do tempo de *takt* que é colocada como referência para a distribuição e balanceamento das tarefas (Gomes et al. 2008).

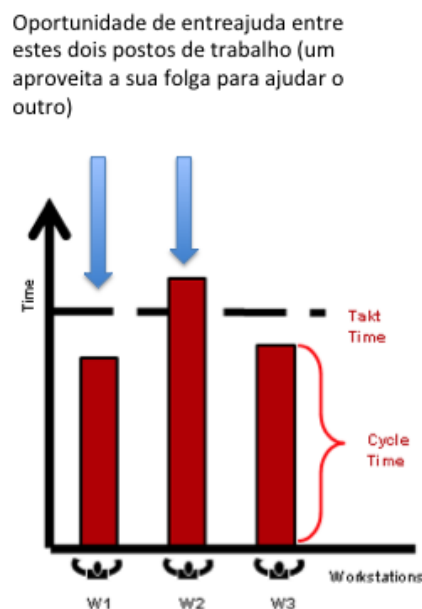


Figura 11: Gráfico Yamazumi. Adaptado de 4Lean (2011)

2.2.7.1 Bordo de Linha

A interface entre a produção e a logística é denominado por bordo de linha. Um dos aspetos da organização de um bordo de linha é a localização dos componentes (figura 12). A localização frontal é o método mais aconselhado, onde os componentes estão posicionados à

frente do operador, na zona denominada de área de valor acrescentado, diminuindo os movimentos dos operadores (Coimbra 2013). As estantes do bordo de linha devem permitir o FIFO (*First In, First Out*), sendo o abastecimento feito sem interrupção do trabalho, minimizando os *mudas*. Deve ser utilizado o sistema de duas caixas, ou caixa cheia - caixa vazia, isto é, devem existir sempre em bordo de linha duas caixas para cada componente e, assim que termina uma é colocada na parte superior da estante (*flow-rack*), que sinaliza a necessidade de reposição desse componente (Coimbra 2013).

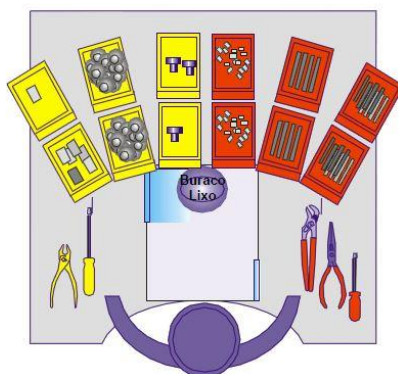


Figura 12: Área de trabalho e Bordo de Linha (Fonte: *Kaizen Institute*)

2.2.8 Supermercado

O conceito de supermercado é utilizado na melhoria do fluxo da logística interna. Tal como acontece num supermercado onde se compram géneros, o cliente percorre os corredores onde cada produto é colocado num espaço dedicado e bem identificado e escolhe apenas aquilo que precisa e na quantidade que precisa.

O supermercado é uma infraestrutura de armazenamento interno que garante um correto funcionamento do fluxo da logística interna, e que, segundo Coimbra (2013), deve respeitar as seguintes regras:

- Localização fixa para cada artigo;
- Proporcionar um *picking* fácil (armazenamento ao nível do solo);
- Boa gestão visual;
- Deve obedecer ao princípio *FIFO*;
- É dimensionado de modo a permitir um bom fluxo e manuseamento de:
 - Caixas com dimensões reduzidas;
 - Contentores ou paletes com rodas.

2.2.9 Outros conceitos Lean

Heijunka, que significa nivelamento, é um dos elementos da casa TPS. O seu objetivo é nivelar a produção e a carga de trabalho. Quando a carga de trabalho é nivelada criam-se condições para estandardizar os processos. Processos estáveis e normalizados são fundamentais para um bom funcionamento do JIT. “O *standard work* é a base para a melhoria contínua” (Liker e Morgan 2006, p. 10).

Para o nivelamento é utilizada uma caixa com diversas linhas, que representam o tipo de produto ou processo, e colunas, que representam o intervalo de tempo destinado às ordens de produção. Esta caixa, intitulada de caixa de nivelamento (ou *Heijunka box*), serve de apoio visual a esse mesmo nivelamento.

“*Junjo* é uma palavra japonesa que significa sequência” (Coimbra 2013, p. 141). Um abastecimento *junjo* traz vantagens em termos de redução de espaço e de movimentações. Este método é utilizado para fazer o abastecimento de componentes individuais ou de componentes com menos rotatividade, isto é, que apresentem um consumo pouco regular e por isso não necessariamente armazenadas junto das linhas. Este tipo de abastecimento é feito em função das necessidades para um determinado período.

“*Shojinka* é um termo japonês que deriva da combinação de *sho* (reduzir), *jin* (operador) e *ka* (mudança). Este conceito consiste na capacidade de adaptar uma linha, em função das variações na procura, com o aumento ou diminuição do número de operadores” (Gökçen, Kara, e Atasagun 2010, p. 402). O *shojinka* pode ser atingido alterando o número de operações alocadas a um operador, que por sua vez é capaz de executar diversas operações. Por outro lado, deve existir espaço suficiente de modo a permitir uma facilidade de movimentos entre operadores (Gökçen, Kara, e Atasagun 2010).

2.3 Análise ABC

“Num inventário que contenha mais do que um artigo em *stock*, alguns desses artigos tem maior importância para uma organização do que outros. Alguns, por exemplo, têm uma taxa de utilização muito elevada, e, uma rutura desse mesmo item provocará um atraso de produção. Por outro lado, um excesso de *stock* de artigos particularmente dispendiosos implica um investimento superior. Um método de diferenciação de *stocks* é de os classificar em função da sua utilização. Artigos com maior rotação devem ser controlados de forma cautelosa, ao contrário dos artigos de rotação baixa que não precisam de controlo tão rigoroso” (Slack, Chambers, e Johnston 2010, p. 362-363). Geralmente, uma pequena percentagem dos itens representa uma grande percentagem do valor de uso. Esta técnica é conhecida como a lei de Pareto, ou, análise ABC (figura 13). Segundo Slack, Chambers, e Johnston (2010) esta técnica reflete a regra dos 80/20, isto é:

- Classe A – cerca de 20% dos artigos correspondem a 80% do valor de uso;
- Classe B – cerca de 30% dos artigos correspondem a 15% do valor de uso;
- Classe C – cerca de 50% dos artigos correspondem a 5% do valor de uso.

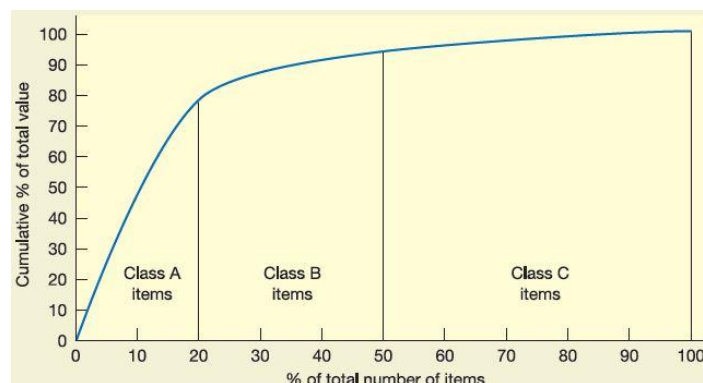


Figura 13: Curva de Pareto - Análise ABC (Slack, Chambers, e Johnston 2010)

3 Pergunta de Pesquisa e Descrição do Problema

Como é que a implementação de diversas metodologias *lean* (SMED, supermercado, balanceamento de linhas, 5S, entre outras) vai afetar a produtividade, o serviço ao cliente e a motivação das pessoas em ambiente industrial, em concreto na Silampos?

A estratégia de customização assumida pela Silampos, para responder a necessidades de clientes cada vez mais específicas, fez alargar o *product mix* e reduzir o tamanho dos lotes de fabrico. Para fazer face a esta realidade implementou-se um projeto com o objetivo de aumentar a eficiência da cadeia de abastecimento e melhorar o serviço ao cliente (nacional e internacional). Deste modo surgiu a necessidade de passar para um modelo de gestão da produção baseado nas vendas e nos pequenos lotes de produção.

3.1 Descrição do Processo Produtivo

O processo produtivo de uma peça de louça metálica, na Silampos, é apresentado na figura seguinte.

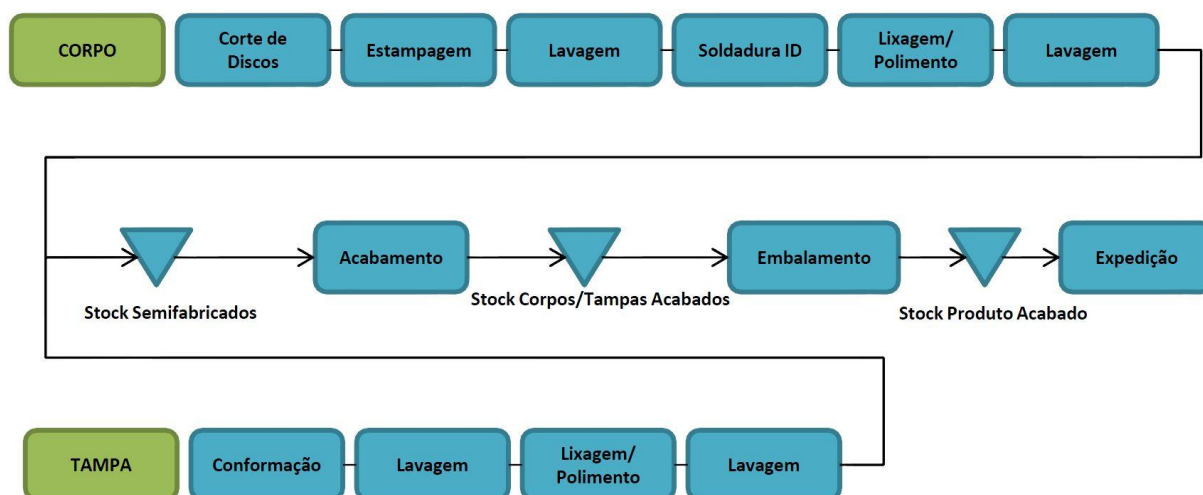


Figura 14: Processo Produtivo

Corte de discos - Nesta secção são cortados discos, de diversos diâmetros, a partir de uma bobine de aço inox.

Estampagem - Na secção os corpos são embutidos em prensas mecânicas obtendo a sua forma final a partir dos discos cortados no processo anterior.

Conformação- As tampas sofrem um processo de conformação mecânica, sendo moldadas na sua forma final.

Lavagem - Após a Estampagem e Conformação, os corpos e tampas passam por um túnel de lavagem para serem desengordurados.

Soldadura ID - O processo de soldadura ID (Impact Disc) permite soldar nos corpos um fundo térmico. É usado um disco de alumínio e outro de aço inox ou ferrítico. “Este fundo térmico é aplicado por um impacto que pode ultrapassar as 2500 toneladas nas peças maiores. A aplicação por impacto elimina o risco de deterioração do fundo térmico pelo uso ou lavagem, aumentando a durabilidade da peça, impossibilita a acumulação de resíduos entre a peça e o fundo e aumenta a resistência do fundo à corrosão” (documento interno da Silampos).

Lixagem/Polimento - Nesta fase, as tampas e corpos são lixados e polidos, conferindo o acabamento superficial final.

Lavagem final - Depois da lixagem e polimento, as peças são lavadas num túnel para eliminar resíduos resultantes do processo anterior. Após a lavagem os corpos são dispostos em paletes e armazenados no armazém de semifabricados (Armazém 035). As tampas são armazenadas em carros, em diferentes locais da secção de acabamento.

Acabamento - Os acessórios são soldados ou rebitados aos corpos e tampas. Os acessórios podem ser asas, cabos ou peanhas. São também coladas etiquetas e colocados livros de instruções de acordo com as necessidades do cliente. No final destas operações as peças são ensacadas e colocadas em contentores que são armazenados no armazém de produto acabado (APA).

Embalamento - No APA as peças são embaladas para *stock* de produto acabado, seguindo para expedição.

O processo de fabrico das panelas de pressão (figura 15) é idêntico ao processo descrito anteriormente até à lavagem final. Neste tipo de panelas os corpos ainda são furados e as asas rebitadas. As tampas também são furadas. Os componentes das panelas de pressão são cortados, estampados e finalmente lavados, onde são armazenados juntamente com os corpos e tampas junto da linha de acabamento. No acabamento das panelas de pressão, a operação de embalagem é realizada diretamente na linha, sendo que depois segue para expedição ou para *stock* de produto acabado.

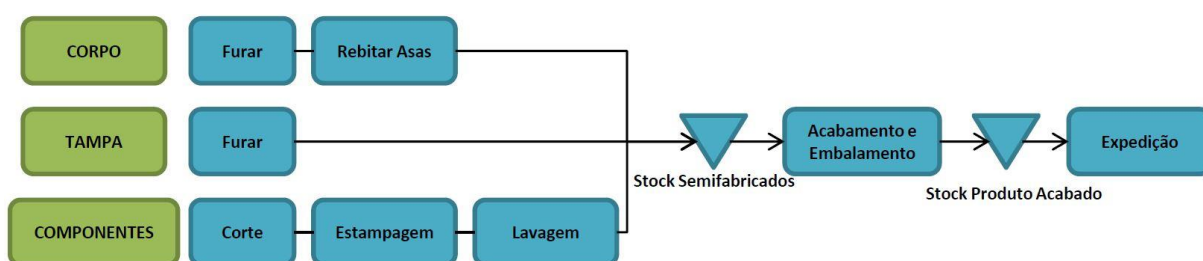


Figura 15: Processo Produtivo – panelas de pressão

3.2 Análise da Situação Atual

Para perceber melhor o seu funcionamento apresenta-se, na figura 16, o perímetro da fábrica da Silampos. No pavilhão 1, nível 0, estão localizadas as secções de estampagem, soldadura ID, lixagem, polimento, lavagem dos corpos e acabamento. No nível -1 deste pavilhão encontra-se a secção de embalagem e expedição e o armazém de produto acabado (APA). No pavilhão 2 encontram-se as secções de corte de discos, conformação de tampas e respetiva lixagem e polimento. O pavilhão 3 é o armazém de matéria-prima (AMP).

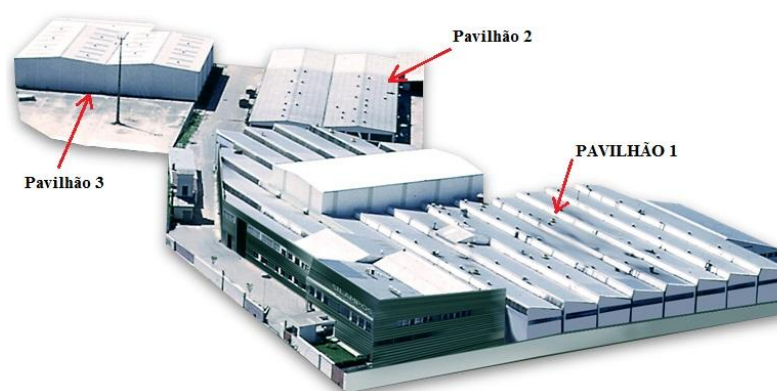


Figura 16: Perímetro da fábrica (Fonte: Silampos)

3.2.1 Descrição do Fluxo de Informação/Produção

O mercado da Silampos é dividido em três grandes grupos: mercado interno, grandes superfícies e mercado externo.

Os semifabricados seguem um ciclo de produção que dura entre 6 a 8 semanas onde são produzidas todas as referências segundo uma sequência de forma a otimizar os *setups* dos equipamentos.

Colocada uma encomenda, o departamento comercial cria uma ordem de venda (OV) e comunica ao departamento de planeamento. O departamento de planeamento lista a OV e consulta o *stock* de produto acabado. Se houver produto acabado suficiente é comunicado ao APA para tratar a encomenda e expedir. Caso não haja produto acabado o departamento de planeamento consulta as existências de artigos semifabricados. Havendo semifabricados é comunicado ao departamento de produção para criar ordem de acabamento para depois ser tratada a encomenda no APA. No caso de não existir *stock* de semifabricados, o planeamento analisa o plano de produção e:

- No caso dos artigos em causa já terem sido produzidas no atual ciclo de produção, aguarda pelo novo ciclo ou introduz novas ordens de fabrico, alterando a sequência inicial;
- No caso dos artigos em causa ainda não terem sido produzidas no atual ciclo de produção, aumenta a quantidade da ordem de fabrico do referido artigo.

Para o mercado nacional o método de planeamento assenta numa lógica de *Make to Stock* e para o mercado externo assenta numa lógica de *Make to Order*.

3.2.2 Caracterização da secção de Acabamento

A secção de acabamento pode ser dividida em três subsecções: acabamento aço, acabamento de painéis de pressão e o armazém 35 (ver figura 17).

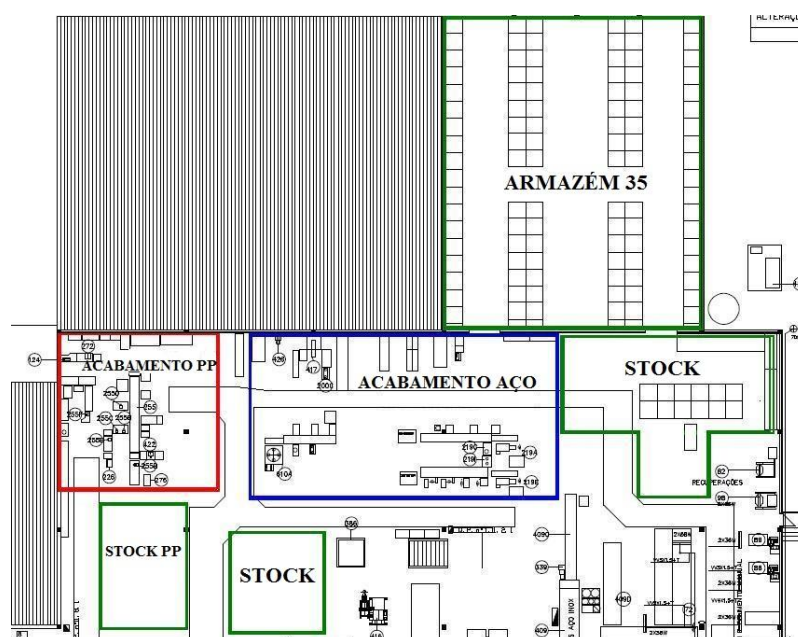


Figura 17: *Layout Acabamento* (Adaptado de documento interno da Silampos)

A média diária na secção de acabamento, entre Janeiro e Agosto 2013, foi de 2295 corpos de aço, 191 tampas de vidro, 1620 tampas de aço e 410 painéis de pressão. O gráfico relativo à média diária mensal neste período encontra-se disponível no anexo C.

A secção de acabamento trabalha num único turno de 8 horas diárias com um intervalo de 10 minutos. Na tabela seguinte apresenta-se o número médio de peças acabadas por hora, entre Janeiro e Agosto 2013, o número de pessoas alocadas às secções do aço e das painéis de pressão e finalmente a produtividade por pessoa, por hora, em número de peças.

Tabela 2: Produtividade Peças/Pessoa/Hora – Acabamento

	Peças/Hora	Nº Pessoas	Prod./Pessoa/Hora
Acabamento Aço	513	18	28,5
Acabamento P.P.	51	8	6,4

Acabamento Aço

Na secção de acabamento do aço existem três linhas. Uma linha principal, onde são acabados os corpos e as tampas soldadas, uma linha de rebitados e uma linha de montagem de tampas com parafuso e tampas de vidro.

O processo de acabamento dos corpos e tampas soldadas inicia-se com a receção das guias de operação do acabamento (anexo D). Estas guias são da responsabilidade do departamento de planeamento que também disponibiliza um plano de acabamento semanal das operações.

Na linha principal desta secção do acabamento, o operador do primeiro posto, a soldadura de acessórios, consulta o plano semanal e retira de uma caixa, onde estão colocadas as guias de operação, a guia correspondente à operação indicada no plano. O operador preenche na guia os dados, nomeadamente a hora de início e a quantidade a produzir indicada no plano. Ao mesmo tempo, um auxiliar, ou um operador logístico, fica encarregue de fazer o *picking* dos semifabricados destinados à operação. A guia é então enviada para os postos a jusante das

linhas de Acabamento onde os operadores consultam a *Bill of Materials* (BOM – listagem dos *kits* de embalagem constituintes do produto). A figura 18 representa as operações da linha de acabamento dos corpos e tampas soldadas. Após a soldadura a peça tem de ser inspecionada e limpa, seguindo para o posto seguinte onde são colocadas etiquetas, livros de instruções ou receitas, em função dos requisitos do cliente. No posto seguinte é colocada a etiqueta com o código de rastreabilidade, seguindo para o posto onde são ensacados e colocados num contentor. No caso das tampas, não há colocação de etiquetas, nem de livros.

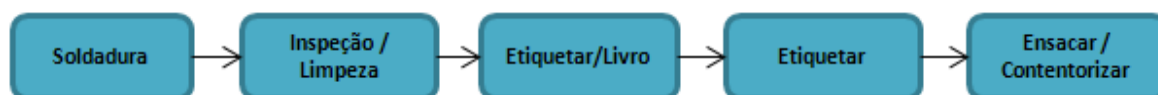


Figura 18: Operações da linha principal - acabamento (aço)

Após a última operação, a de ensacar as peças, estas seguem num contentor para o armazém de produto acabado. Aí, são embaladas para serem expedidas ou ficam em *stock* no contentor à espera de serem embaladas. Os corpos e tampas são enviados separadamente para o armazém de produto acabado e aí é que são conjugados para embalagem.

De modo a tornar a linha mais flexível, foi necessário avaliar o processo de mudança de ferramenta das máquinas de soldadura da linha principal de acabamento.

Na secção de acabamento do aço existem dois equipamentos de soldadura por resistência (ou soldadura por pontos). O equipamento 219A é utilizado maioritariamente para a soldadura de tampas, enquanto o equipamento 219E trabalha na soldadura dos corpos (figura 19).



Figura 19: Máquinas de soldadura por resistência. 219A do lado esquerdo, 219E do lado direito

“O processo de soldadura por pontos é um processo de soldadura por resistência com o qual duas peças sobrepostas são ligadas através de um ou mais pontos de soldadura gerados pelo calor desenvolvido por resistência à passagem de corrente através de peças que são mantidas em posição pela força de compressão exercida pelos condutores ou eléctrodos. As superfícies em contacto na zona onde é concentrada a passagem de corrente, são aquecidas por um impulso de corrente de intensidade elevada e baixa tensão durante um período de tempo curto, formando-se uma soldadura com a forma de uma lentilha” (Fernandes 2007, p. 5).

As primeiras semanas do projeto foram dedicadas à observação, no *Gemba*, do processo de mudança de ferramenta bem como a todos os meios envolvidos, sempre de modo interativo, colocando questões aos operadores das máquinas de soldadura como também a todos os auxiliares e colaboradores, para uma melhor compreensão de todo o funcionamento do processo.

Nesta fase, o principal registo a ter em conta é o tempo de mudança de ferramenta, antes de qualquer implementação de melhoria. Este tempo é registado na guia de operação do acabamento, pelo soldador, assim que termina o processo de mudança de ferramenta. Nesta guia, existe um espaço dedicado ao registo de paragens e/ou desvios onde posteriormente os dados são inseridos no sistema informático da Silamos por um auxiliar.

No entanto, estes tempos eram registados sem o auxílio de qualquer relógio ou cronómetro. Quando colocada a questão aos soldadores concluiu-se que o registo era feito quase sempre do mesmo modo, ou seja, quando a mudança corria bem eram registados 5 minutos, e quando corria mal o registo era de 6 minutos. O tempo de mudança de ferramenta não era, portanto, registado de modo correto. Por isso, para poder compreender melhor qual o tempo exato de mudança de ferramenta foi colocado, junto de cada uma das máquinas, uma folha e um cronómetro (fotografia disponível no anexo E). Nesta folha é feito o registo, pelos operadores, do tempo de mudança. Os operadores, no final do dia, somam os tempos de modo a terem uma noção do desperdício diário em mudanças de ferramenta – mudanças essas que ocorrem, em média, 16,4 e 15,4 vezes por dia em cada máquina de soldadura – ver tabela 3.

Este sistema de registo teve início na segunda semana do projeto de modo a ser possível acompanhar, com detalhe, a evolução do tempo de mudança de ferramenta. Os dados constantes da tabela 3 referem-se às primeiras quatro semanas de registo. Também é apresentada a média do número de *setups* diários e o tempo médio diário despendido no processo de mudança.

Tabela 3: Dados de setup iniciais

	219A	219E
Tempo médio de <i>setup</i> [mm:ss]	04:25	04:45
Número médio de <i>setups</i>/dia	16,4	15,4
Tempo médio diário despendido em <i>setups</i> [hh:mm:ss]	01:12:26	01:13:09

A diferença de tempo de *setup* entre as duas máquinas explica-se pelo facto que, na máquina 219A, as mudanças nem sempre são completas visto que existem ferramentas que podem ser usadas com diversos diâmetros de tampas, não havendo necessidade de troca da ferramenta. Ainda assim, são necessários ajustes que implicam paragem na produção. Estes ajustes demoram menos tempo comparados com uma mudança completa de ferramenta, baixando o tempo médio de *setup* em relação à máquina de soldar 219E. Entenda-se por mudança completa quando é necessário trocar a parte superior e inferior das ferramentas. O número de *setups* por dia varia em função das ordens de fabrico planeadas e da quantidade de peças a soldar, ou seja, quanto maior for a quantidade a soldar de uma ordem de fabrico, mais tempo demorará, sobrando menos tempo para outros artigos resultando em menos trocas de ferramenta.

Acabamento Painelas de Pressão

O processo acabamento das painelas de pressão, tem mais operações de montagem comparado com o acabamento do aço. Existe apenas uma linha de acabamento para este tipo de painelas. A tampa é submetida a diversas operações de montagem, tais como colocação de juntas de

vedação e válvulas de segurança, entre outras. O corpo tem de ser marcado com o código de rastreabilidade e, mais a frente, é embalado juntamente com a tampa e com os acessórios. Estes acessórios, que são colocados na embalagem final, não são feitos em fluxo com a linha de acabamento, ou seja, com a linha parada, os colaboradores montam os acessórios que são colocados num saco selado e posteriormente introduzidos na linha como uma unidade previamente montada. O mesmo se verifica com outros componentes deste tipo de painéis. Esta situação acontece sempre que há necessidade de repor os níveis de *stock* de elementos previamente montados, originando sobreprodução e excesso de inventário. Em alternativa, sempre que há disponibilidade, com a linha em funcionamento, um operador é alocado a estas tarefas. O *work in progress* (WIP), ou trabalho em curso, é demonstrado nas figuras 20 e 21.



Figura 20: WIP - Válvulas rotativas, do lado esquerdo; sacos de acessórios, do lado direito - resultado de pré-montagem e introdução posterior na linha



Figura 21: WIP - Cestos previamente montados e ensacados, do lado esquerdo; e roscas de fixação montadas, do lado direito

Armazém 35 - Armazenamento e Abastecimento

Os corpos e tampas semifabricados, assim como acessórios e componentes, encontram-se armazenados no armazém 35 e nas zonas assinaladas como *stock* na figura 17. As tampas e corpos das painéis de pressão são armazenados em carros e estão localizados na zona assinalada como *Stock PP*.

Os acessórios, armazenados em caixas, são repostos por *kanban* diretamente do armazém de matéria-prima. Este sistema de reposição por *kanban* foi implementado recentemente e teve uma boa aceitação por parte dos colaboradores. A recolha dos *kanbans* e reposição de materiais é feita duas vezes por dia.

No dimensionamento dos *kanbans* não foram considerados critérios rigorosos. Para determinar o estado atual do dimensionamento fez-se um levantamento do *stock* de acessórios existentes no armazém 35. Apenas os acessórios estão associados ao sistema *kanban*.

Na tabela 4 são apresentados os resultados de uma análise efetuada ao armazém. A análise ABC indica que, 13,6% das referências, em armazém, representam 80% do consumo das referências presentes no armazém 35. A taxa de cobertura média, em dias, é calculada dividindo a quantidade média em *stock* das referências pelo seu consumo médio diário. Este indicador traduz o número de dias de consumo assegurado pelo *stock* médio. No caso dos artigos “C” a taxa de cobertura é de 147 dias. Neste aspeto, conclui-se que a quantidade de cada material armazenado constitui *stock* para um período demasiado longo. Na figura 22 é apresentada a secção do armazém 35 dedicada aos acessórios e componentes.

Tabela 4: Análise ABC – Armazém 35

ABC	Nº de Artigos	% Artigos	% Consumo Acumulada	Taxa de cobertura média (dias)
A	32	13,6%	80	10,3
B	29	12,4%	90	16,9
C	174	74%	100	147,2
TOTAL	235			
Total de unidades individuais em stock:			224729	

Figura 22: Acessórios em *kanban* - Armazém 35

Os corpos e tampas são armazenados, respetivamente, em paletes e carros, à exceção dos corpos de painéis de pressão que são armazenados em carros. No armazém 35 as paletes com corpos estão dispostas de forma desorganizada e por vezes, de difícil acesso (figura 23). Sendo o espaço reduzido, houve necessidade de colocar as paletes fora das estantes, o que dificulta o *picking* e origina muitas movimentações. Cada palete de corpos é acompanhada pela guia de acompanhamento, que é a única identificação visível, e não existe um lugar dedicado no armazém em função do seu modelo ou referência.

Atualmente, o tamanho das paletes utilizadas é 1200 x 1200 mm, e não está definida a quantidade exata que cada uma deve levar em função do seu modelo.

Os carros de tampas têm um tamanho médio de 1200 x 1000 mm.



Figura 23: Armazém 35

Os carros de tampas estão armazenados, em grande parte, nas zonas assinaladas como *stock*, tal como demonstra a figura 17. Na figura 24 observa-se a dificuldade no acesso aos carros, sendo que outro aspeto importante é a taxa de ocupação destes. No caso das tampas, é raro existir um carro com uma elevada taxa de ocupação pois, geralmente, nem metade do carro está totalmente preenchido. Existe, assim, um mau aproveitamento dos carros a nível de espaço e, tal como os corpos, não há um espaço dedicado para cada referência, sendo que são armazenados sem critério de localização. Esta situação origina esperas e elevada movimentação.



Figura 24: Carros de tampas – aço



Figura 25: Do lado esquerdo, *stock* de corpos e tampas - painéis de pressão. Do lado direito, *stock* junto ao armazém 35

Na figura 25 apresenta-se a organização dos corpos (e algumas tampas) localizados fora do armazém 35.

A análise feita para os acessórios foi replicada para os corpos e tampas que se encontram em *stock*. Os resultados são apresentados na tabela 5.

Tabela 5: Análise ABC - Artigos semifabricados

ABC	Nº de Referências	% Referências	% Consumo Acumulado	Taxa de cobertura média
A	138	30,6%	80%	9,41
B	59	13,1%	90%	11,29
C	254	56,3%	100%	14,46

A taxa de cobertura destes artigos é inferior à dos acessórios. A quantidade de cada referência armazenada não constitui *stock* para um período tão longo. No entanto, das 451 referências analisadas, 138 representam 80% do consumo mensal.

O espaço ocupado atualmente pelos semifabricados e pelos acessórios na secção de acabamento foi quantificado, em m². Os semifabricados, na junção do espaço do armazém 35 e das zonas de *stock* (ver figura 17), ocupam, aproximadamente, 162 m². Os acessórios ocupam, no armazém 35, cerca de 25,5 m².

O abastecimento às linhas é feito por um auxiliar que dá apoio aos operadores de soldadura, ou por um operador logístico. Esta situação não se encontra bem definida, sendo que por vezes os operadores de soldadura fazem o seu próprio abastecimento. Os operadores da linha de painéis de pressão são responsáveis pelo seu próprio abastecimento, resultando em *mudas* e perdas de eficiência.

No caso dos corpos ou tampas, nem sempre há peças prontas a soldar. Esta situação verifica-se porque as peças ainda não passaram na operação anterior, a lavagem, ou porque não há *stock*. Quando assim acontece, passa-se para a ordem de produção seguinte. O mesmo se verifica no caso das painéis de pressão.

Para quantificar as ruturas de acessórios no armazém 35, foi registado, durante uma semana, o número de requisições não satisfeitas de imediato, ou seja, sempre que se registava uma quebra na produção por falta de acessórios junto das linhas. Estas situações eram corrigidas contactando o armazém de matéria-prima para repor acessórios com urgência, ou passando para a ordem seguinte do plano de acabamento. A taxa de rutura, apresentada na tabela 6, é calculada dividindo o número de ruturas pelo número de ordens de fabrico, registadas numa semana. Nas painéis de pressão a taxa de rutura é de 6,8% e no aço de 6,3%.

Tabela 6: Taxa de rutura semanal

	Nº Ordens de Fabrico	Nº Ruturas	Taxa de Rutura
Aço	96	6	6,3%
Painéis Pressão	44	3	6,8%

4 Solução Proposta

Neste capítulo é descrita a metodologia SMED utilizada, o dimensionamento do supermercado proposto, assim como o balanceamento da linha de painéis de pressão. Os resultados alcançados e alcançáveis, nas áreas SMED, supermercado e balanceamento de linhas, são também abordados.

4.1 Aplicação da metodologia SMED em equipamentos de soldadura e implementação de melhorias

A aplicação de metodologias SMED na secção de acabamento visa a redução de tempos de *setup*, tornando os mais rápidos, permitindo a realização de um maior número de *setups* e tornando esta secção mais flexível. Durante a implementação SMED foram identificados alguns problemas diretamente relacionados com a redução do tempo de mudança de ferramenta, para os quais foram propostas soluções de melhoria.

O projeto SMED teve início com a formação de uma equipa de trabalho multidisciplinar, incluindo operadores das máquinas de soldadura. Como meio de integração ao projeto, assistiu-se a uma formação onde foram tratados temas como os princípios *Kaizen*, os desperdícios associados ao *Lean*, a metodologia SMED, entre outros. Para melhor entender os potenciais desta metodologia e para mostrar àqueles que apresentavam maior resistência em relação ao projeto, foi realizado um jogo didático sobre as capacidades e impacto que esta metodologia apresenta numa mudança de ferramenta (figura 26).



Figura 26: Jogo SMED

4.1.1 Redução do tempo de *Setup*

Nesta fase do projeto foi realizado o estudo do procedimento de mudança de ferramenta para a redução deste tempo. Segundo Shingō (1985), o passo mais importante deste estudo é a distinção entre tarefas internas e tarefas externas.

Classificação das tarefas

Para analisar o processo de mudança de ferramenta recorreu-se ao método de filmagem para posteriormente ser analisado com maior detalhe todo o processo. Esta análise foi feita em conjunto com os elementos do grupo SMED de modo a perceber, principalmente com a ajuda dos operadores, todos os passos presentes na mudança de ferramenta. Analisados os vídeos

concluiu-se que, em ambas as máquinas, tanto o modo operatório como o tempo perdido, na mudança, eram quase idênticos.

As tarefas envolvidas no processo de mudança de ferramenta observado, mudança na máquina 219E, são descritas de seguida. Na tabela 7 é apresentada a duração de cada uma (no anexo F é apresentada uma listagem detalhada).

1. **Registo de informação** – Assim que termina a última peça, o soldador preenche a guia de operação para indicar que terminou a série de produção em que estava a trabalhar, e preenche a guia de operação da série seguinte.
2. **Desmontar ferramentas** – Remoção da ferramenta superior e inferior. É de notar que são usados dois tipos de chave de ferramenta nesta tarefa.
3. **Arrumar/Escolher nova ferramenta** – Nesta fase, o operador desloca-se até ao espaço dedicado às ferramentas para arrumar a ferramenta que foi previamente utilizada e para escolher a ferramenta que vai usar na série de produção seguinte. Nestas deslocações o operador percorre cerca de 24 metros.
4. **Montar ferramentas** – Montagem das ferramentas.
5. **Ajustes** – O operador verifica o alinhamento das ferramentas, regula a distância entre ferramentas subindo ou descendo a base da máquina, regula a placa de encosto em função do tamanho das peças e/ou inclinação de soldadura dos acessórios e também regula o centrador para garantir o alinhamento dos acessórios soldados.

Tabela 7: Classificação das tarefas

	Tarefa	Tempo Parcial (min)	Tempo Acumulado (min)	E	I	Percurso	Meio Utilizado
1	Registo de informação	01:01	01:01	X		Máquina	Manual
2	Desmontar Ferramentas	00:17	01:18		X	Máquina	Chave Umbrako 6
						Máquina	Chave Umbrako 8
3	Arrumar/Escolher Ferramentas	01:03	02:21	X		Máquina-Ferramentaria-Máquina	A pé – 24 m.
4	Montar Ferramentas	00:16	02:37		X	Máquina	Chave Umbrako 6
							Chave Umbrako 8
5	Ajustes	02:26	05:03		X	Máquina	Fita métrica
							Régua metálica
							Chave de bocas 30
							Chave Umbrako 6
							Chave Umbrako 8
6	Ensaio	00:12	05:15		X	Máquina	Manual

As tarefas são todas executadas pelo operador de soldadura. As tarefas externas (E) e internas (I) foram classificadas em função da separação de tarefas tratada mais à frente. O tempo total deste *setup* foi de 5 minutos e 15 segundos.

Esta mudança de ferramenta, vista segundo o *setup* tradicional a que Shingō (1985) se refere, apresenta uma distribuição de tempo representada no gráfico 1.

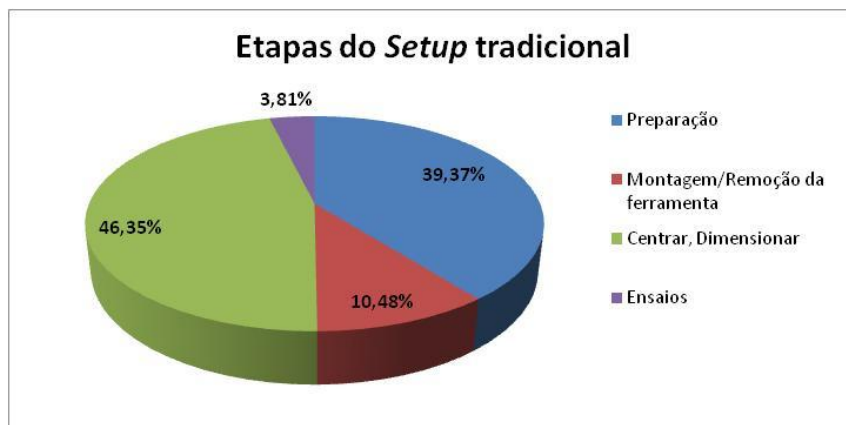


Gráfico 1: Etapas do *setup* tradicional

A distribuição de tempo da situação inicial, comparada com a ideia transmitida por Shingō (1985), difere nas etapas de centragem e dimensionamento e na etapa de ensaios. A etapa onde é feita a centragem e configuração das ferramentas é aquela que mais tempo ocupa no processo de mudança de ferramenta. Nesta etapa, são realizadas diversas tentativas de centrar e alinhar a ferramenta.

De modo a saber se a ferramenta inferior está alinhada com a superior o operador utiliza uma folha de papel para que, quando acionado, o sistema de soldadura faça uma marca no papel. Feita a avaliação do alinhamento das ferramentas o operador faz os ajustes necessários, repetindo esta avaliação até as ferramentas estarem alinhadas. A experiência dos soldadores também é um fator com bastante peso. Testando o alinhamento com o auxílio da folha de papel deixa de ser necessário fazer os ensaios com uma peça de louça.

Na etapa de centragem da ferramenta também é ajustada a posição da placa de encosto, do centrador e da altura da mesa. Este último ajuste é responsável por grande parte do tempo despendido nesta tarefa.

Separação de tarefas internas e externas

As tarefas externas, que devem ser realizadas enquanto a máquina está em funcionamento, são executadas pelo operador forçando a paragem da máquina, resultando em fonte de desperdício e aumentando o tempo de *setup*.

Em primeiro lugar, relegou-se a tarefa do registo das guias de operação para um auxiliar, deixando de ser o operador o responsável por esta tarefa.

O operador também é responsável pela arrumação da antiga e seleção da nova ferramenta, que implica uma grande deslocação ao armário das ferramentas. Esta tarefa interna foi convertida em externa. O operador logístico passou a completar um circuito de modo a disponibilizar as ferramentas para as ordens de fabrico seguintes (ciclo de ordens determinado mais à frente com a implementação de uma caixa de nivelamento).

Na guia de acabamento, as ferramentas necessárias ao processo de soldadura, são indicadas num espaço dedicado, através do seu código seguido da sua descrição (figura 27).

Ferramenta	Descrição
2007517	PS-soldar ASAS corpos_A_intei
2007637	PI_soldar asas Oceanus 20 MIN

Figura 27: Exemplo da informação das ferramentas presente na guia (Fonte: Guia da Silampos)

Para que a tarefa de recolha de ferramentas se torne possível, surgiu a necessidade de criação de dois carros SMED (figura 28). Estes carros são usados para a colocação das ferramentas usadas e por usar. Um dos carros com as ferramentas fica junto dos operadores e outro junto das ferramentas de modo a ser preparado antecipadamente facilitando a troca de carros e reduzindo movimentações. Deste modo, os operadores das máquinas têm disponíveis do seu lado, as ferramentas necessárias ao processo sem necessidade de deslocações.



Figura 28: Carros SMED para transporte de ferramentas

No entanto, esta tarefa levantou problemas. Apesar de existir um plano de acabamento surge sempre a necessidade de fazer a verificação se existem, ou não, peças lavadas prontas para soldar. Para resolver este problema, foi implementada uma caixa de nivelamento (*heijunka box*). Todas as manhãs o chefe da secção reúne com um operador logístico de forma a fazer um levantamento da situação e nivelar a produção, colocando as ordens de fabrico na caixa. Tornou-se então possível fazer a recolha das ferramentas com a ajuda da caixa de nivelamento. Numa fase inicial a caixa de nivelamento foi dimensionada com intervalos de uma hora (figura 29).



Figura 29: Caixa de nivelamento

Outra grande dificuldade no abastecimento de ferramentas aos operadores é a seleção da ferramenta correta, no armário, por parte do operador logístico. Os operadores das máquinas, com toda a sua experiência, têm bastante facilidade em ir diretamente ao local exato da ferramenta que vão utilizar sem necessidade de consultar o número da ferramenta existente na guia. No meio de centenas de ferramentas presentes no armário onde não existe qualquer identificação visível, é impossível para quem não conhece a localização das mesmas fazer o *picking* sem sentir dificuldades. Surgiu então a necessidade de realizar 5S no armário das ferramentas.

➤ 5S na ferramentaria

Não existindo qualquer tipo de identificação visível que permita facilmente identificar as ferramentas, torna-se impossível encontrar as ferramentas desejadas para um determinado ciclo de recolha. Na figura 30 é possível observar a organização do armário.



Figura 30: Armário das ferramentas sem qualquer identificação visível - antes dos 5S

O primeiro passo consistiu na triagem de ferramentas que já não eram utilizadas e na remoção de qualquer material não relacionado com as ferramentas de soldadura. As ferramentas não utilizadas foram classificadas como *fora de serviço* e colocadas em caixas identificadas (figura 31). Estas foram mantidas na parte superior do armário para, se necessário, serem aproveitadas e adaptadas a novos modelos.



Figura 31: Ferramentas fora de serviço

O segundo passo focou-se na organização e identificação do armário. Um dos obstáculos na localização das ferramentas é a falta de visibilidade do código, marcado atualmente na parte lateral. Para resolver esta situação procedeu-se à marcação de todas as ferramentas para tornar o código visível. Esta marcação foi feita na parte frontal das ferramentas, tendo em conta a orientação das mesmas quando estão arrumadas. Na figura 32 é apresentada a marcação antes e depois.

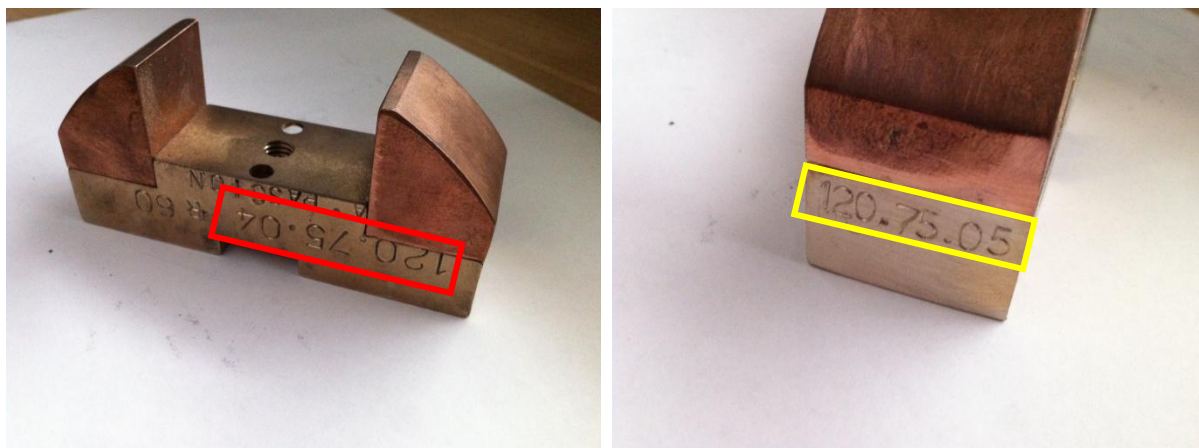


Figura 32: Marcação do código da ferramenta – antes e depois

Além da marcação do código, as ferramentas superiores foram agrupadas, sequencialmente, por raio e as inferiores por modelos, devidamente identificadas com etiquetas nas estantes. Foi criada também uma etiqueta sombra de modo a facilitar a arrumação e para que a organização do armário se mantenha. Na figura 33 apresenta-se o resultado da organização.



Figura 33: 5S no armário de ferramentas – do lado esquerdo uma visão geral da organização; do lado direito, etiquetas de identificação e etiquetas sombra

Os últimos passos, normalizar e manter, reforçam a ideia da normalização das práticas de trabalho de modo a impedir que os colaboradores regressem aos hábitos antigos. Deste modo, foram estabelecidas instruções e procedimentos de normalização do processo de recolha de ferramentas (anexo G).

Simplificação e redução de tarefas internas

A tarefa interna mais crítica é a tarefa onde são realizados os ajustes e alinhamentos, como por exemplo, alinhamento de ferramentas e ajustes de posicionamento da placa de encosto em função da peça a soldar. A placa de encosto requer, quase sempre, um ajuste porque está

dependente do tipo e do formato de peça a soldar. A própria ferramenta é ajustada para a garantir a centragem da parte superior e inferior, por isso, se for possível garantir que quando montadas ambas fiquem alinhadas, então, os ajustes de centragem deixariam de existir.

Numa primeira fase, foram substituídos os parafusos da placa de encosto, do centrador e da base que suporta a ferramenta inferior, por apertos rápidos. Com os apertos rápidos, não só se tornam mais rápidos os ajustes na máquina, como também se elimina a necessidade de utilização de chaves. Antes da implementação dos apertos rápidos eram usados dois tipos de chaves diferentes. Nas figuras que se seguem apresenta-se a situação antes e depois.

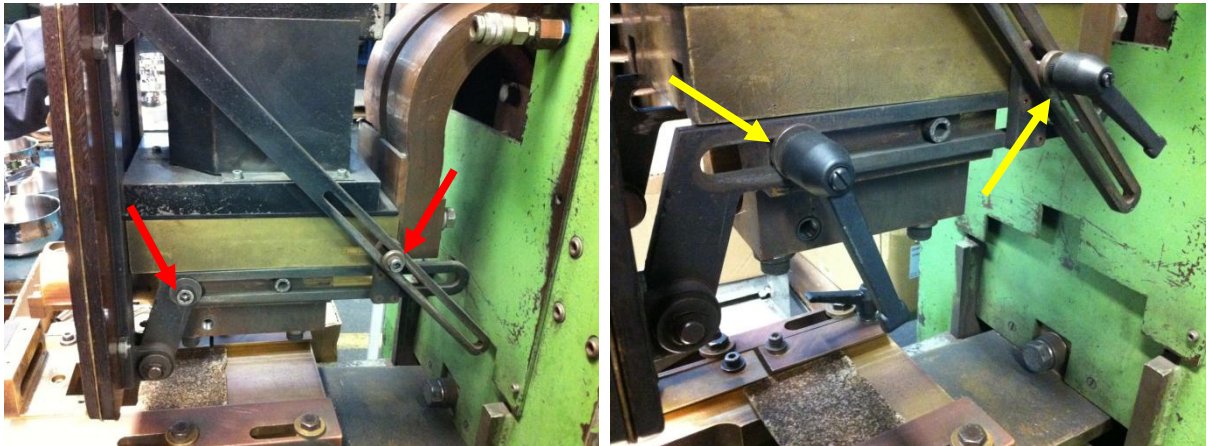


Figura 34: Apertos rápidos na regulação da placa de encosto - antes e depois

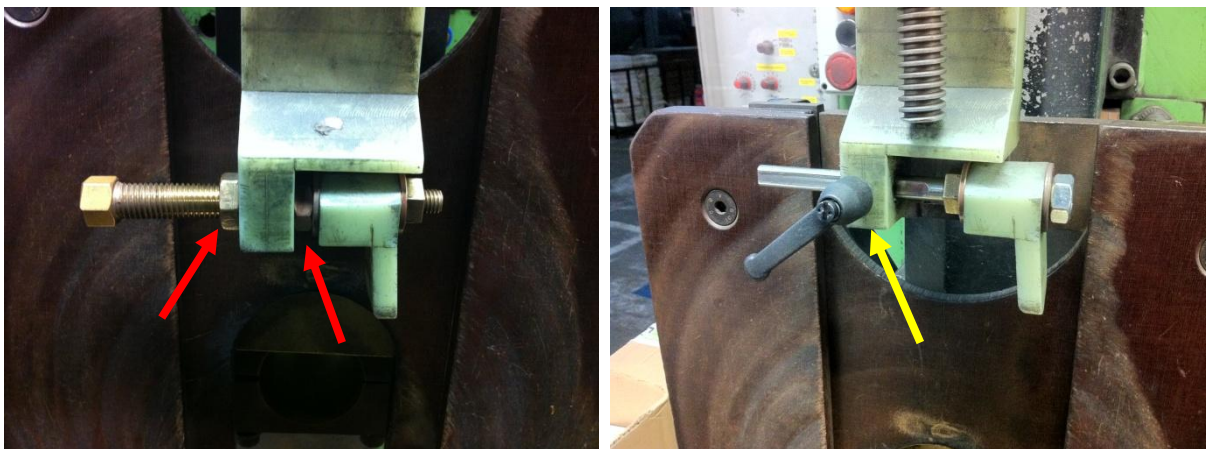


Figura 35: Aperto rápido no centrador - antes e depois

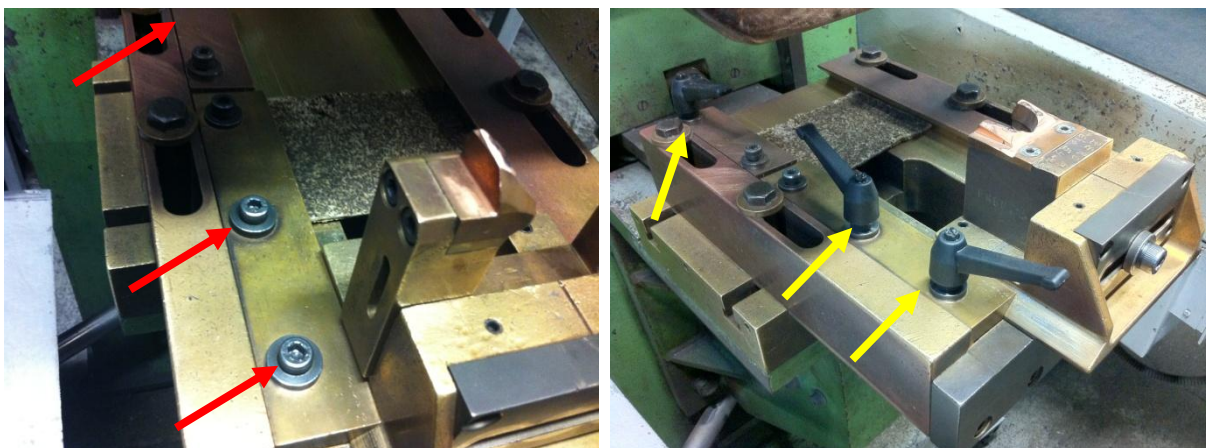


Figura 36: Apertos rápidos na base - antes e depois

Numa segunda fase, no que diz respeito à montagem das ferramentas superior e inferior, o ideal seria deixar de utilizar parafusos na sua montagem. Isto permitiria eliminar na totalidade a utilização de chaves de ferramentas, à exceção da chave de bocas 30, para regulação da altura da máquina. Com um posicionamento direto e sem ajustes, a ferramenta fica imediatamente centrada. Foi desenhado e testado um novo sistema de posicionamento sem parafusos. Para a montagem da ferramenta superior desenvolveu-se um sistema de engate rápido em que, com a ajuda de um manípulo, facilmente se monta e desmonta (figura 37). No caso da ferramenta inferior, foi projetado um sistema, em que, com a colocação de um pino na base da máquina e com um furo na ferramenta, esta é facilmente encaixada sem necessidade de parafusos (figura 38).

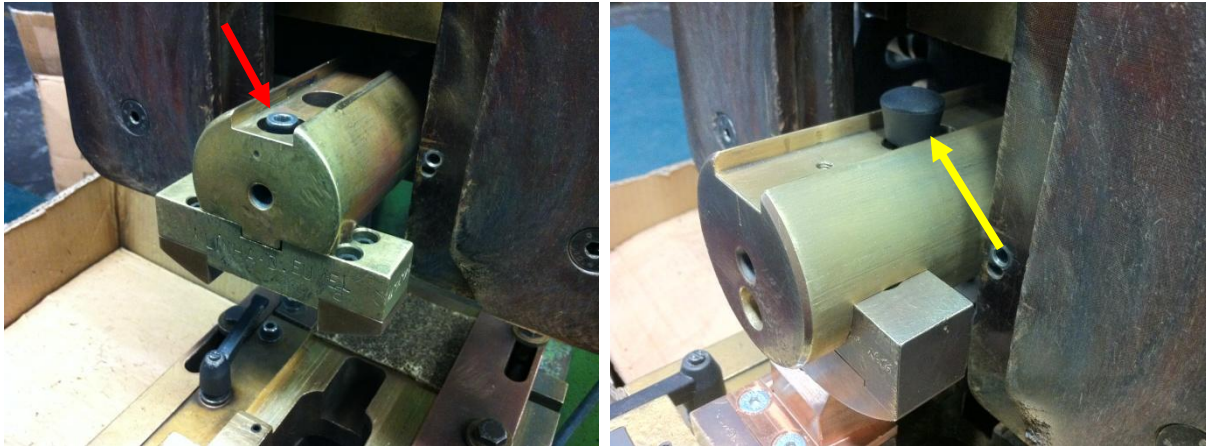


Figura 37: Sistema de encaixe da ferramenta superior - antes e depois

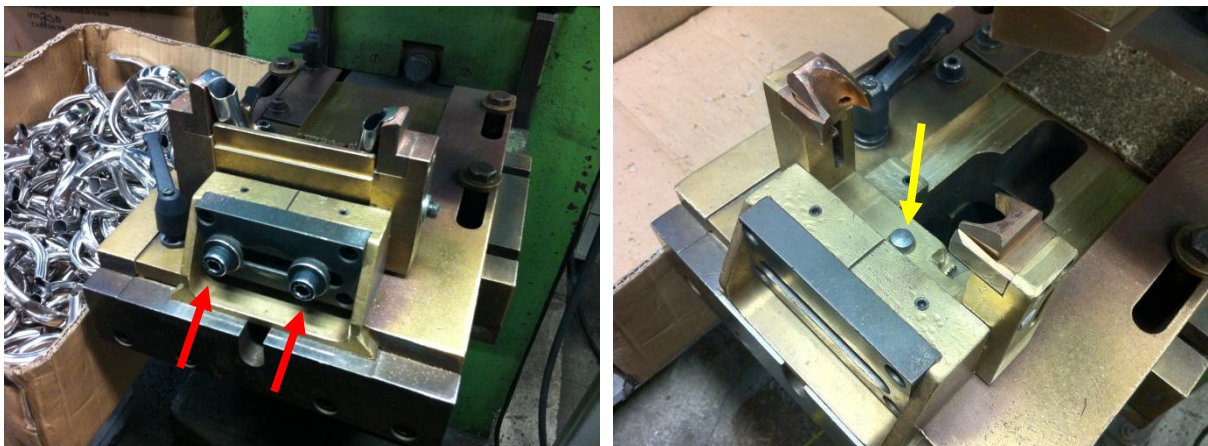


Figura 38: Sistema de encaixe da ferramenta inferior - antes e depois

Para este sistema novo entrar em funcionamento sem desvios, foi necessário preparar todas as ferramentas para se tornarem compatíveis com o sistema. Este processo é demorado porque existem centenas de ferramentas e nem sempre há disponibilidade na serralharia da Silampos para trabalhar nas ferramentas. Nas figuras seguintes são apresentados exemplos de alterações nas ferramentas.



Figura 39: Exemplo de alteração das ferramentas inferiores - antes e depois

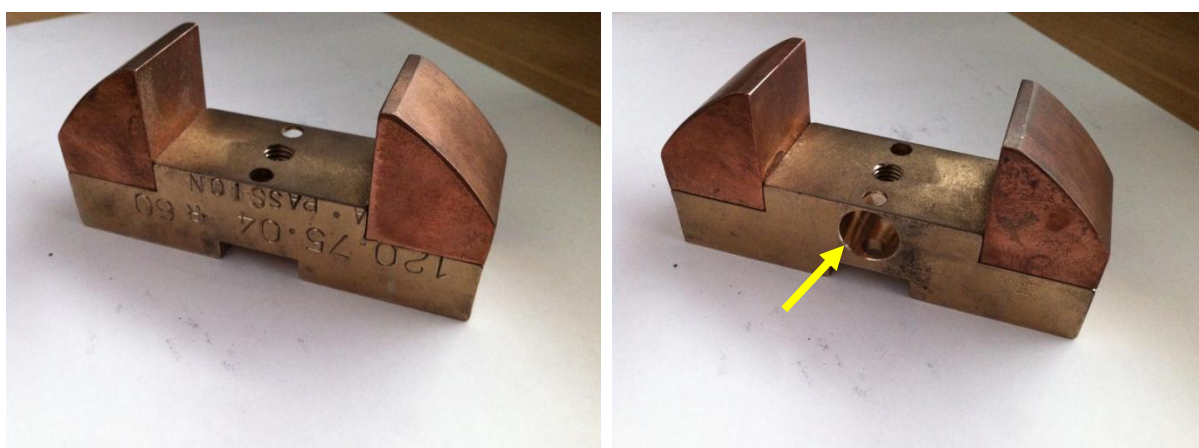


Figura 40: Exemplo de alteração das ferramentas superiores - antes e depois

A regulação da altura da base é feita por intermédio de uma manivela manual localizada na zona inferior da máquina. Este processo é o mais demorado nos ajustes da máquina e envolve o aperto e desaperto de 4 parafusos além da regulação manual. Foram realizados, sem sucesso, vários testes para tentar reduzir, ou até eliminar, esta regulação.

Uma possível proposta para a redução do tempo deste ajuste consiste na alteração do cilindro pneumático superior de modo a permitir a regulação do seu curso. Outra proposta é a uniformização de todas as ferramentas, minimizando assim os ajustes. Esta solução requer mais tempo de mão-de-obra por parte da serralharia e não garante a eliminação de ajustes porque há uma grande variedade de modelos que implica a regulação da altura da base da máquina de soldadura.

Simplificar e reduzir tarefas externas

Além das reduções e simplificações das tarefas externas descritas na secção da separação de tarefas internas e externas, existem outras tarefas que podem ser simplificadas. É sugerido a integração de um computador com impressora junto da caixa de nivelamento para eliminar o tempo perdido a localizar as guias que são previamente impressas pelo planeamento e colocadas numa caixa (figura 41). Assim, será possível imprimir as guias a nivelar num determinado dia.



Figura 41: Caixa com as guias de Acabamento

4.1.2 Resultados da metodologia SMED nos equipamentos de soldadura

A evolução do tempo registado ao longo do projeto é apresentada no gráfico 2. Na semana 43 de 2013 a primeira tarefa interna foi convertida em externa e o registo de informação deixou de ser da responsabilidade do operador de soldadura. Ao mesmo tempo reduziu-se parcialmente a tarefa interna dos ajustes, com a implementação de apertos rápidos na máquina de soldadura 219E. A partir da semana 44 é possível observar uma descida do tempo médio de mudança de ferramenta, na sequência da conversão da tarefa interna em externa. No entanto no equipamento 219A nem sempre houve disponibilidade de alocação de um auxiliar para realizar o preenchimento das guias, influenciando diretamente a evolução do tempo médio de mudança de ferramenta neste equipamento.

Na semana 49 teve início o processo de seleção e recolha das ferramentas por parte do operador logístico, que resultou da conversão da tarefa interna – arrumar/escolher ferramenta – em tarefa externa. De imediato surgiram resultados na redução do tempo de mudança de ferramenta.

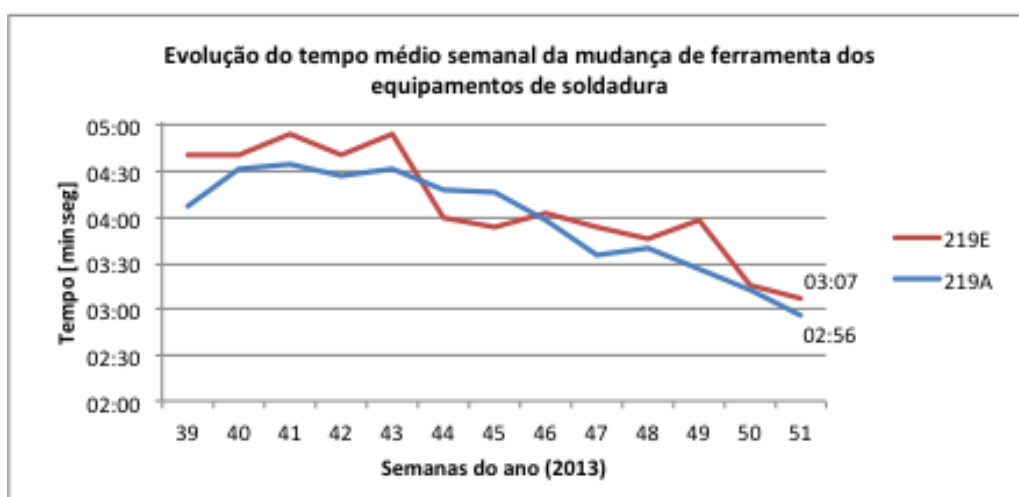


Gráfico 2: Evolução do tempo médio semanal

A evolução do tempo médio semanal não foi tão significativa como inicialmente esperado. Esta situação deveu-se, em grande parte, ao período de adaptação dos auxiliares no preenchimento das guias, em que o operador ficou responsável em ajudar nessa adaptação. Esta situação também se verificou quando a tarefa de recolha de ferramentas deixou de ser efetuada pelos operadores. Surgiram algumas dificuldades iniciais de adaptação ao processo de localização e recolha das ferramentas onde, por vezes, houve intervenção por parte do

operador. Estes fatores influenciaram a evolução do tempo médio semanal de mudança de ferramenta.

Um dos grandes impedimentos da implementação desta metodologia foi a adaptação de todas as ferramentas ao novo sistema de encaixe, superior e inferior. O processo ainda não se encontra concluído, o que limita os resultados de redução do tempo de *setup*. Os novos sistemas de encaixe das ferramentas, superiores e inferiores, só podem ser utilizados quando todas as ferramentas estiverem adaptadas. Os ajustes de centragem e alinhamento das ferramentas não foram, portanto, eliminados. Até à semana 51, registou-se uma redução do tempo, em ambos os equipamentos, na ordem dos 34% (tabela 8).

Tabela 8: Resultados SMED

	219A	219E
Média pré-SMED	04:25	04:45
Tempo médio – semana 51	02:56	03:07
Redução (%)	33,7%	34,1%

Não sendo possível medir os tempos de mudança registados com o novo sistema de encaixe das ferramentas, eliminando ajustes de alinhamento, foram realizados ensaios (simulações) no equipamento 219E. Para estes ensaios foi utilizado o novo sistema de encaixe de ferramentas, assim como as melhorias implementadas até à data (guia preenchida pelo auxiliar, apertos rápidos e recolha das ferramentas como tarefa externa). O resultado dos testes (em tempo médio) é apresentado no gráfico 3.

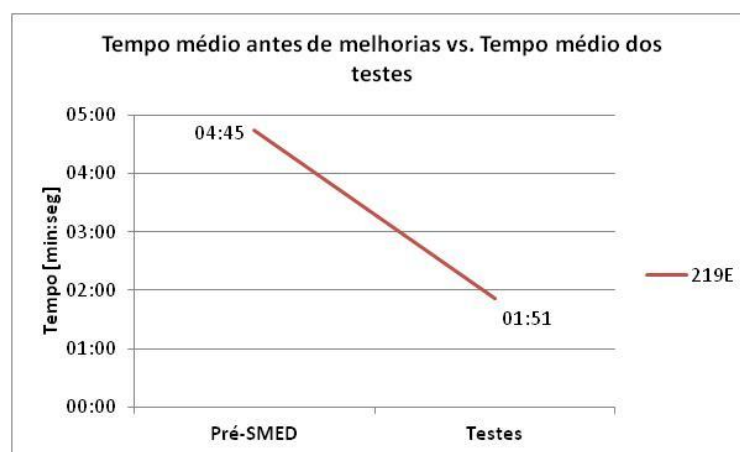


Gráfico 3: Tempo médio Pré-SMED vs. tempo médio dos testes

O tempo médio obtido nos testes (8 simulações) foi de 1 minuto e 51 segundos. Estes ensaios apresentam o resultado das potencialidades das melhorias implementadas no equipamento 219E. No equipamento 219A não se justificou realizar ensaios tendo em conta as semelhanças em termos de modo operatório e tempos de *setup* médios.

Tabela 9: Resultado ensaios SMED

	219E
Média Pré-SMED	04:45
Tempo médio dos ensaios	01:51
Redução	61,05%

Em relação ao tempo médio registado nas primeiras quatro semanas, o tempo de mudança de ferramenta obtido nos ensaios apresenta uma redução de 61% (tabela 9). O número médio de *setups* diários no equipamento 219E era de 15 e o tempo médio de 4 minutos e 45 segundos. O objetivo é a flexibilização deste setor, para viabilizar a produção em pequenos lotes. Deste modo, avaliando o número de *setups* que é possível agora realizar – no mesmo tempo despendido anteriormente, ou seja, mantendo a produtividade (n.º peças/dia) – obtemos um aumento de 156,4%, que corresponde a 40 *setups* diários.

É de notar que nestes ensaios obteve-se uma melhoria na qualidade da soldadura resultante do novo sistema de fixação das ferramentas. Os ajustes da regulação da altura da máquina continuam a ser o maior impedimento na redução do tempo de *setup*.

Este aumento permite, tal como foi referido, trocar mais vezes de ferramenta no mesmo período despendido antes do SMED. A linha tornou-se mais flexível, permitindo reduzir a dimensão dos lotes de fabrico, resultando numa redução de prazos de entrega e consequente aumento da satisfação dos clientes a longo prazo.

A caixa de nivelamento implementada resolveu o problema da falta de informação no plano semanal relativamente à existência de corpos ou tampas prontos a entrar nas linhas de acabamento. Atualmente a caixa é nivelada com intervalos de uma hora e, no futuro, será atualizada em função da criação do fluxo na logística interna de abastecimento às linhas.

4.2 Desenho de um Supermercado de abastecimento às linhas de acabamento

Neste subcapítulo é sugerido o dimensionamento de um supermercado para garantir um nível de *stock* adequado ao consumo das linhas, mas também para obter melhorias no abastecimento das linhas e na organização dos artigos atualmente em armazém.

O dimensionamento e desenho do supermercado são de grande importância para os objetivos da empresa a longo prazo, visto que, um dos objetivos da empresa é a criação de fluxo entre o acabamento e o embalamento. Deste modo, o dimensionamento contemplará os artigos de embalamento (etiquetas, sacos, livros de instruções e caixas) que são usados, maioritariamente, na secção de embalamento.

Nesta fase inicial de um projeto de grande dimensão como é o que decorre na Silamos, apenas serão dimensionados os acessórios e artigos de embalamento. Os semifabricados serão organizados, em função das existências atuais, para obter melhorias físicas e logísticas. O grande objetivo da empresa, no prazo de 1 ano é que estes últimos artigos funcionem em sistema *pull*, isto é, que a ordem de reposição sinalize uma nova ordem de produção.

4.2.1 Dimensionamento – Acessórios e artigos de embalamento

Para o dimensionamento foi definida, como consideração principal, que o abastecimento dos artigos no supermercado seria composto por dois sistemas: abastecimento em *kanban* e abastecimento em *junjo*. No supermercado devem estar presentes artigos que apresentem uma regularidade no consumo.

Em primeiro lugar foi necessário analisar o comportamento do consumo de cada artigo. Definiu-se, para o dimensionamento do supermercado, que um *picking* corresponderia a uma ordem de fabrico, ou seja, um consumo.

Com a ajuda de tabelas dinâmicas da ferramenta *Excel*, foi criada uma tabela com o número de *pickings* (ou ordens de fabrico) de um determinado artigo por semana, durante o período de um ano (07/09/2012 a 07/09/2013). Em função do número total de *pickings* de um artigo durante um ano inteiro, foi feita uma análise ABC para cada conjunto de referências, ou seja, uma análise para as referências de acessórios e outra para os artigos de embalagem. Os resultados são apresentados nas tabelas seguintes.

Tabela 10: Análise ABC - Acessórios

Acessórios			
ABC	Nº Referências	% Ref.	% <i>Pickings</i> Acumulada
A	111	16,2%	80%
B	80	11,6%	90%
C	496	72,2%	100%

Tabela 11: Análise ABC - Artigos de embalagem

Artigos de embalagem			
ABC	Nº Referências	% Ref.	% <i>Pickings</i> Acumulada
A	55	8,0%	80%
B	61	9,1%	90%
C	551	82,6%	100%

Para classificar os artigos como *kanban* ou *junjo*, definiram-se critérios para este dimensionamento. Os artigos *kanban* são colocados num lugar físico do supermercado. Os artigos classificados como *junjo* são abastecidos em função das necessidades diárias, e seria criado um espaço no supermercado para armazenar estes artigos para o dia de produção. Os critérios do dimensionamento são:

- Artigos de classe “A”;
- Artigos com mais de 25 semanas, num ano, com *picking* (consumo). Este critério permite identificar os artigos classificados como “A” que podem ter sido influenciados por picos de produção, isto é, artigos que tenham sido consumidos em grande quantidade num período reduzido mas que não apresentam um consumo regular. O mesmo acontece com os artigos não classificados como “A”, ou seja, com este critério serão identificados os artigos que apresentam um consumo regular e não necessariamente um consumo elevado em quantidade.
- Idade da referência - A idade da referência permite identificar os artigos descontinuados ou artigos novos, ou seja, podem existir artigos que apresentem um consumo regular e entretanto descontinuados, como também podem existir artigos com consumo reduzido por terem sido introduzidos mais recentemente e não detetados no critério anterior.

Aplicados os critérios definidos, foram obtidos os seguintes resultados:

Tabela 12: Dimensionamento – acessórios

Acessórios	
Classificação	Nº Ref.
<i>Kanban</i>	115
<i>Junjo</i>	563

Tabela 13: Dimensionamento - artigos de embalagem

Artigos de embalagem	
Classificação	Nº Ref.
<i>Kanban</i>	123
<i>Junjo</i>	544

Depois de definidos quais os artigos *kanban* e *junjo*, é necessário, para os artigos em *kanban*, definir a quantidade que deverá estar no supermercado. O objetivo passa por encontrar o ponto ótimo entre minimizar a quantidade em *stock* e a cobertura dos consumos, ou seja, o ponto ótimo que permita absorver a variabilidade do consumo de um artigo.

Para determinar a quantidade de cada artigo presente no supermercado foram utilizados métodos estatísticos. “Quando uma variável segue uma distribuição normal, o desvio-padrão fornece uma informação adicional acerca da forma como os consumos, neste caso, se distribuem em torno da média, cerca de 68% das observações estão contidas no intervalo definido por média \pm 1 desvio padrão, 95% no intervalo média \pm 2 desvio padrão e 99% no intervalo média \pm 3 desvio padrão” (Lunet, Severo, e Barros 2006, p. 55).

A quantidade de cada artigo presente no supermercado está dependente do risco de rutura que se aceita correr. Para este dimensionamento foi assumido um risco de rutura de 5%, ou seja, a quantidade total diária de cada artigo em *kanban* é determinada pela média + 2 desvio padrão ($\mu+2\sigma$).

O gráfico 4 apresenta, o comportamento do consumo diário de um artigo e a linha representativa do valor $\mu+2\sigma$. Trata-se de uma referência de um acessório, nomeadamente uma asa lateral de corpo (ref. 212424730050).

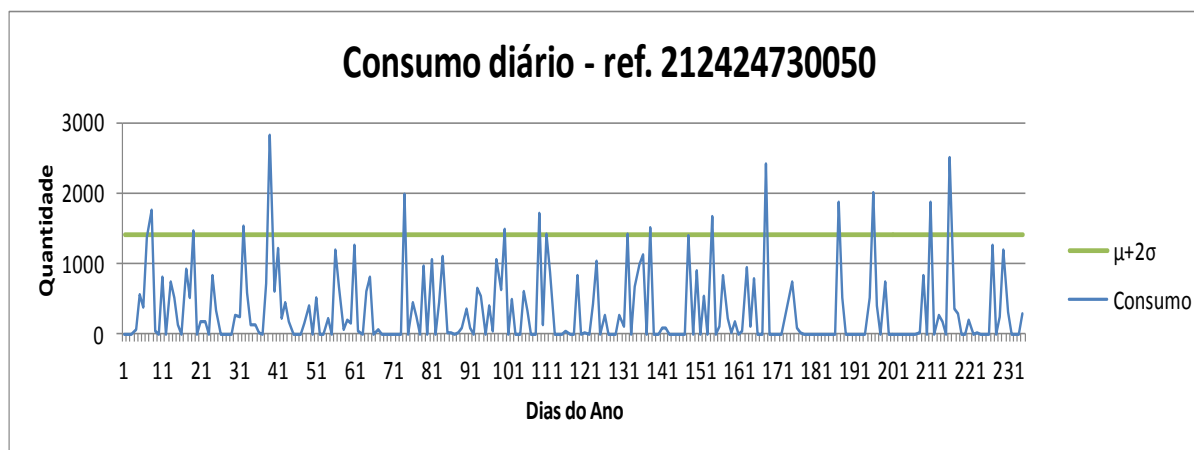


Gráfico 4: Consumo diário anual

O passo seguinte, depois de calculada a quantidade em supermercado que permita absorver 95% das ocorrências, é o levantamento da dimensão do lote de cada artigo (quantidade por embalagem) para calcular o número de *kanbans*, sendo que cada lote representa um *kanban*.

A quantidade de lotes *kanban* é calculada da seguinte forma:

$$N^{\circ} \text{ de lotes } \textit{kanban} = \frac{\textit{média} + 2 \textit{ desvio padrão}}{\textit{tamanho lote}}$$

O resultado da equação anterior é arredondado por excesso. Foi definido que devem existir sempre pelo menos dois lotes no supermercado, isto é, se o resultado da equação for igual a um então passaria a dois.

Deste modo, os artigos em supermercado estão dimensionados para cobrirem um dia inteiro de consumo.

4.2.2 Avaliação da necessidade de alteração do tamanho dos lotes

A metodologia descrita anteriormente para o cálculo do número de lotes *kanban* é um processo iterativo na medida em que uma nova avaliação e redução do tamanho do lote de alguns artigos implica uma nova iteração com os dados atualizados do tamanho dos lotes para o cálculo dos *kanbans*. Reduzir a quantidade presente numa embalagem de acessórios, por exemplo, aumenta o número de lotes em *kanban* associados a esse artigo.

O supermercado deve ser dimensionado de modo a permitir um bom manuseamento dos materiais, o que implica uma avaliação do armazenamento atual dos artigos. Sendo assim, durante o levantamento do tamanho dos lotes dos artigos, foram consultados diversos colaboradores que diariamente manuseiam estes materiais com o objetivo de perceber quais os lotes que implicam maior esforço de manuseamento, quer pelo seu peso como pelas suas dimensões.

Sempre que possível, a tarefa de *repacking*, isto é, a alteração do tamanho do lote, seja ela a medida ou simplesmente a quantidade, deve partir do ponto mais a montante da cadeia, o fornecedor. Se não for possível fazer a alteração com o fornecedor então o armazém de matéria-prima fica encarregue da tarefa ou, no caso de componentes de fabrico interno, diretamente no momento em que são colocados nas caixas. Foram identificadas e alteradas quantidades e dimensões de algumas caixas de acessórios, diretamente no fornecer como também a nível interno.



Figura 42: Exemplo - *Repacking* do fornecedor

Na figura 42 é apresentado um exemplo de um *repacking* realizado diretamente pelo fornecedor a pedido da Silamos. Neste caso, reduziu-se consideravelmente o peso e o tamanho da embalagem, tornando mais fácil o seu manuseamento.

Os casos mais críticos foram identificados nos componentes das panelas de pressão. Estes componentes, armazenados em caixas, têm um peso muito elevado e torna-se muito difícil e muito pouco ergonómico o seu manuseamento. Na tabela 14 (dimensões em centímetros) apresentam-se exemplos de *repacking* a nível interno. Reduziu-se a quantidade por caixa e em alguns dos casos alterou-se a sua dimensão (figura 43). O objetivo consiste também em uniformizar o tamanho das caixas.

Tabela 14: Repacking interno de componentes panelas de pressão

Artigo	Quant. Atual	Caixa Atual (c x h x l)	Quant. Nova	Caixa Nova (c x h x l)
Rodelas Aço	200	40 x 11 x 30	80	-
Rodela Alumínio	180	40 x 11 x 30	120	-
Travessão 220	80	40 x 18 x 30	40	40 x 11 x 30
Travessão 245	60	40 x 18 x 30	30	40 x 11 x 30
Travessão 270	40	40 x 18 x 30	25	40 x 11 x 30



Figura 43: Exemplo de *Repacking* de travessões

Em termos de organização do espaço e de melhoria no manuseamento, também há que intervir na contentorização dos corpos e tampas. No caso específico dos corpos, que atualmente são armazenados em paletes com 1200 x 1200mm, é sugerida a redução do tamanho da paleta para Euro paleta (1200 x 800mm). Deste modo o aproveitamento será maior visto que atualmente a taxa de ocupação das paletes é muito variável. Reduzindo o tamanho da paleta, ganha-se mais espaço no supermercado e reduzem-se *mudas*.

Para resolver o mau aproveitamento dos carros de tampas, propôs-se reduzir a dimensão dos carros. Esta redução de dimensões resulta num melhor aproveitamento do espaço, tornando-se também mais ergonómico para os operadores. Um carro grande, como é o caso atual, implica um esforço grande por parte dos operadores.

Outra questão avaliada e que implicou uma melhoria foi a orientação das rodas dos carros. Do modo como estão atualmente direcionadas, não existe nenhuma flexibilidade na sua movimentação obrigando a diversas manobras. Foi desenvolvido um protótipo (figura 44) para testes, com a largura reduzida a meio em relação ao carro atual. O novo carro é muito

mais ergonómico, não havendo necessidade por parte dos operadores de grandes esforços para retirar as tampas. O novo posicionamento das rodas permite um melhor manuseamento do carro.



Figura 44: Protótipo do carro de tampas - aço

O carro de tampas das painelas de pressão tem um desenho diferente. No entanto, não deixa de ser grande e pouco ergonómico. Para resolver esta situação desenhou-se um protótipo de uma possível solução (figura 45). Elevou-se a altura do carro, reduziu-se o seu tamanho e tal como o carro anterior alterou-se o posicionamento das rodas permitindo uma grande flexibilidade no manuseamento.



Figura 45: Carro de tampas painelas de pressão – antes e depois

A alteração da dimensão das paletes e dos carros implica uma redução da quantidade de artigos por palete e por carro. Esta diminuição traz vantagens para um futuro abastecimento às linhas, minimizando movimentações.

4.2.3 Proposta alternativa de dimensionamento

O número de reposições está diretamente relacionado com a quantidade de *stock* necessária no supermercado. Quantas mais reposições por dia se realizarem menor a quantidade existente no supermercado. Dada esta situação, é proposto igualmente um dimensionamento do *stock* para 3 e 4 reposições diárias.

As duas reposições diárias implicam um *stock* para um dia inteiro em que a sua quantidade foi calculada pela média + 2 desvio padrão. Para 3 reposições, a quantidade em *stock* tem de

garantir o consumo para dois terços de um dia de trabalho. Com um sistema de 4 reposições a quantidade presente no supermercado tem de cobrir o consumo para meio dia. Sendo assim, os valores dados inicialmente pela média + 2 desvio padrão foram ajustados para corresponder a estes novos ciclos de reposição.

Os resultados do dimensionamento, considerando as alternativas propostas para o número de reposições diárias, são indicados nas tabelas 15 e 16. Em função das reposições, a redução percentual em unidades individuais dos acessórios, comparada com a situação inicial, não apresenta o comportamento esperado. Um dos critérios do dimensionamento obriga a existirem sempre dois lotes, ou caixas, mesmo quando em termos de quantidade uma é suficiente. Este critério faz com que o número de unidades individuais não apresente uma redução acentuada. O número de lotes, ou caixas *kanban*, segue o mesmo princípio, segundo esta lógica.

O aumento do número de reposições tende a estabilizar a quantidade de lotes *kanban* para estes artigos. A variação na redução da quantidade de lotes em função do aumento de reposições é cada vez menos acentuada.

Tabela 15: Acessórios – Dimensionamento

Nº de reposições diárias	Total de unidades individuais em <i>stock</i>	% Redução	Nº de lotes <i>kanban</i>
2	205010	8,77%	436
3	197988	11,90%	349
4	195226	13,13%	310

Tabela 16: Artigos de embalagem – Dimensionamento

Nº de reposições diárias	Nº de lotes <i>kanban</i>
2	1095
3	767
4	606

No caso dos artigos de embalagem não existe termo de comparação tendo em conta que são artigos a ser armazenados pela primeira vez junto das linhas com um sistema *kanban*. No entanto seguem a mesma lógica dos acessórios. O número de lotes *kanban* não apresenta uma redução considerável com o aumento do número de reposições.

Os conceitos *lean* defendem que se deve reduzir o *stock* como também devem ser reduzidas ao máximo as movimentações. Dado que a redução de *stock* de 3 para 4 reposições diárias não varia de modo significativo, o ponto ideal entre a minimização do *stock* e de movimentações é o dimensionamento para 3 reposições diárias. Os resultados do dimensionamento para 3 reposições estão disponíveis nos anexos H e I.

4.2.4 Proposta de *layout* do supermercado

O espaço necessário para o supermercado é calculado em função da dimensão média que cada lote ou caixa ocupa e da respetiva quantidade a ser armazenada. Além dos acessórios e dos artigos de embalagem, são incluídas tampas e corpos adquiridos. No espaço, em metros lineares, também se inclui o espaço necessário para as referências de abastecimento em *junjo*,

calculado com base no número médio de *pickings* (consumos) diários registados para as referências assim classificadas. Na tabela seguinte apresentam-se os resultados do espaço necessário para o dimensionamento com 3 reposições diárias.

Tabela 17: Espaço necessário – Supermercado

	Metros lineares	Níveis (Estantes)	Altura/nível (m)
Acessórios	20	4	0,45
Outros	3,6	1	1,35
Tampas Vidro	3	3	0,6
Caixas	33	2	1,2
Etiquetas	2,85	7	0,25
Cartões	2,5	2	0,45
Sacos	2	3	0,45
TOTAL	66,95		

Numa primeira fase, os corpos e tampas (semifabricados), vão ocupar, em m², o mesmo espaço que o atual. No entanto, as paletes e carros vão passar a estar organizados de modo a facilitar a sua recolha e localização. Dada a falta de organização atual dos corpos e tampas foi calculado o espaço ocupado em metros lineares. Serão considerados três níveis (estantes) para tampas e corpos. O espaço ocupado atualmente, ao solo, é de 162 m². É considerado, como valor de referência do espaço ocupado linearmente por uma paleta ou carro, 1,2 metros. São então necessários 135 metros lineares. A este valor acrescenta-se 30% a pensar no projeto a longo prazo, nomeadamente, na futura implementação de um sistema *pull* para os corpos e tampas.

O dimensionamento dos *kanbans* de produção para estes artigos apenas será realizado quando os principais processos de fabrico forem sujeitos a reduções de tempo de mudança de ferramenta para então viabilizar a produção em pequenos lotes e reduzir o *lead time* de produção. Este aumento de 30% do espaço servirá de suporte ao aumento dos corpos e tampas após a diminuição de produto acabado de modo a ser possível responder em ATO (*Assembly to Order*). Acrescentados os 30%, são necessários 175,5 metros lineares para os corpos e tampas.

Um dos critérios para o desenho do *layout* é a existência de um *stacker* para aceder aos corpos e tampas que não são armazenados no solo. Para efeitos de manobra, é preciso um espaçamento mínimo entre estantes de 2,5 metros. O ideal seria armazenar tudo ao nível do solo, mas essa tarefa torna-se impossível devido à grande quantidade de semifabricados e ao espaço relativamente limitado. Esta limitação não permitiu a implementação de corredores *FIFO*, ou seja, corredores de reposição e de recolha dedicados.

No anexo J apresenta-se a proposta de *layout* para o supermercado. O espaço existente no armazém 35 foi otimizado e possibilitou, onde antes existiam paletes no chão, a colocação de mais estantes. Esta proposta implica a destruição da parede que faz a separação do atual armazém 35 da secção de acabamento, de modo a garantir o melhor aproveitamento do espaço

e percurso de *picking* facilitado. As medidas das estantes atuais serviram de referência para esta proposta.

As linhas de acabamento foram deslocadas e posicionadas onde anteriormente eram armazenados os artigos. Os espaços assinalados a verde estão situados em corredores mais estreitos onde não será possível a manipulação do *stacker* e por isso este será o espaço dedicado aos acessórios, caixas, etiquetas, cartões e sacos. Nestes casos, o *picking* dos materiais é facilmente executado manualmente.

A importância da facilidade de manuseamento num supermercado é elevada. O manuseamento dos acessórios e tampas não levanta problemas visto que se tratam de caixas de dimensões reduzidas e de carros com rodas, respetivamente. No caso das paletes, é sugerida a implementação de plataformas com rodas nas paletes ao nível do solo (figura 46).

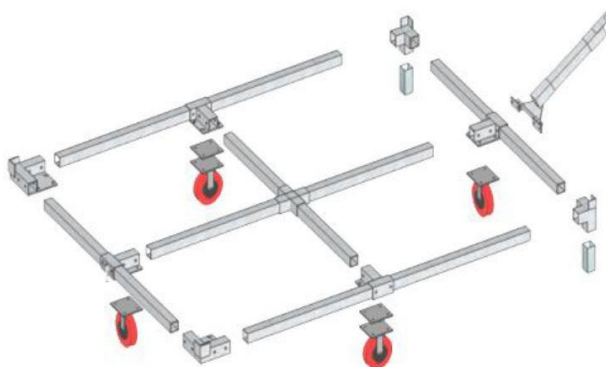


Figura 46: Exemplo de plataforma com rodas para paletes (Catálogo 4Lean - <http://www.4lean.net>)

Em função da análise ABC efetuada anteriormente os artigos com maior rotação deverão ser colocados ao nível do solo, reduzindo movimentações e facilitando o *picking* com o sistema de plataforma com rodas para paletes.

Propõe-se igualmente, no momento da implementação do supermercado, um sistema de gestão visual para identificar os corredores e estantes permitindo a localização imediata dos artigos.

4.2.5 Fluxo de *Kanban* e *Junjo*

O fluxo proposto, de acordo com o sistema de três reposições, para os *kanbans* dos artigos dimensionados é o seguinte:

1. De acordo com o plano de produção o responsável pelo *picking* dos materiais faz a recolha dos mesmos no supermercado;
2. Assim que é consumida a última peça do lote, o *kanban* é colocado numa caixa própria para o efeito;
3. O responsável pela reposição de materiais abastece o supermercado com os artigos consumidos na recolha de *kanbans* anterior e recolhe os cartões *kanban* utilizados até ao momento.

O abastecimento *junjo* implica um conhecimento por parte do departamento de planeamento das quantidades presentes em supermercado. Deste modo, quando é feito o planeamento das necessidades tem de haver uma preparação de todos o materiais necessários que são

abastecidos, com antecedência, a um espaço dedicado no supermercado, ficando deste modo disponível para produção.

4.2.6 Resultados do dimensionamento do supermercado

O número de referências de acessórios apresenta, depois do dimensionamento, uma redução de 51% (tabela 18). Este valor confirma a suspeita inicial do sobredimensionamento, diretamente relacionado com a taxa de cobertura elevada de grande parte dos artigos armazenados.

Tabela 18: Variação do número de referências de acessórios

Número de referências de acessórios em Armazém	
Antes	235
Depois	115
Varição	51,06%

Conhecendo o resultado do dimensionamento destes artigos, fez-se uma comparação e análise do estado inicial. O gráfico 5 apresenta uma comparação do novo dimensionamento com o estado inicial, isto é, apenas 79 referências das 235 que estavam inicialmente no armazém foram classificadas no dimensionamento como *kanban*. Resumindo, apenas essas 79 referências apresentavam uma regularidade no consumo. Também é de notar que 8 referências foram descontinuadas e continuavam armazenadas junto das linhas.

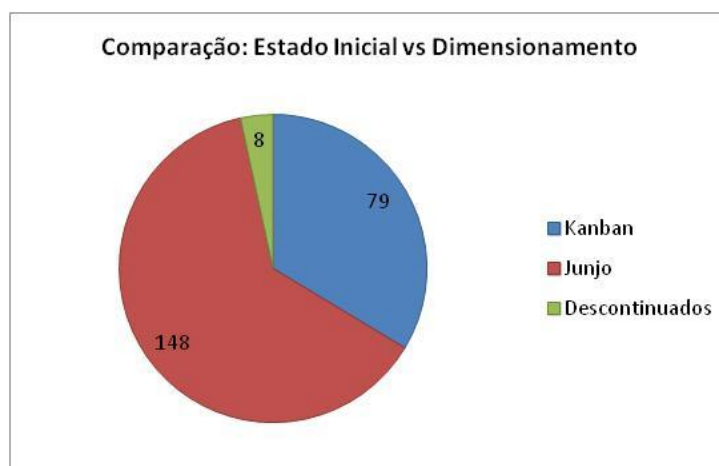


Gráfico 5: Estado Inicial vs. Dimensionamento

Das propostas apresentadas para o dimensionamento dos acessórios e dos artigos de embalagem, o número ideal de reposições diárias é de três, diretamente relacionada com a redução do espaço das movimentações necessárias.

O *stock* dos componentes do supermercado está, deste modo, adequado aos consumos das linhas, e o seu armazenamento mais próximo dos bordos de linha. As ruturas serão reduzidas ou eliminadas. Melhorou-se também a ergonomia na movimentação de materiais.

A sugestão para organizar os artigos com posições fixas e dedicadas, a redução do tamanho das paletes, a utilização de plataformas com rodas e a redução do tamanho dos carros de tampas trazem vários benefícios, nomeadamente na facilidade do *picking* e da localização dos artigos. Criaram-se condições para a implementação de fluxo na logística interna da Silampos.

4.3 Criação de fluxo no acabamento de painelas de pressão

Durante o projeto, também se analisou e balanceou a linha de acabamento das painelas de pressão. Um dos principais problemas detetados é a necessidade de paragem da linha para trabalhar na montagem de acessórios que depois entram na linha como uma unidade previamente montada, gerando um elevado *WIP*. Além disso, os *mudas* são evidentes e resultam da ausência de balanceamento dos postos, nomeadamente sobreprodução e espera. O objetivo da criação de fluxo é a eliminação de tarefas que não acrescentem valor e consequentemente aumentar a eficiência da linha.

4.3.1 Balanceamento da linha

O primeiro passo no balanceamento é o estudo e medição do tempo de cada tarefa. Foi feito um levantamento de todas as tarefas realizadas nos diferentes postos de trabalho. Para as medições de tempos recorreu-se a filmagens e posterior análise dos vídeos. A descrição das tarefas bem como o tempo que cada uma ocupa encontra-se no anexo L.

A falta de balanceamento entre postos e os *mudas* existentes são facilmente perceptíveis apenas por observação da linha em funcionamento. Com os tempos definidos, desenhou-se um gráfico do estado inicial do balanceamento para demonstrar a situação (gráfico 6).

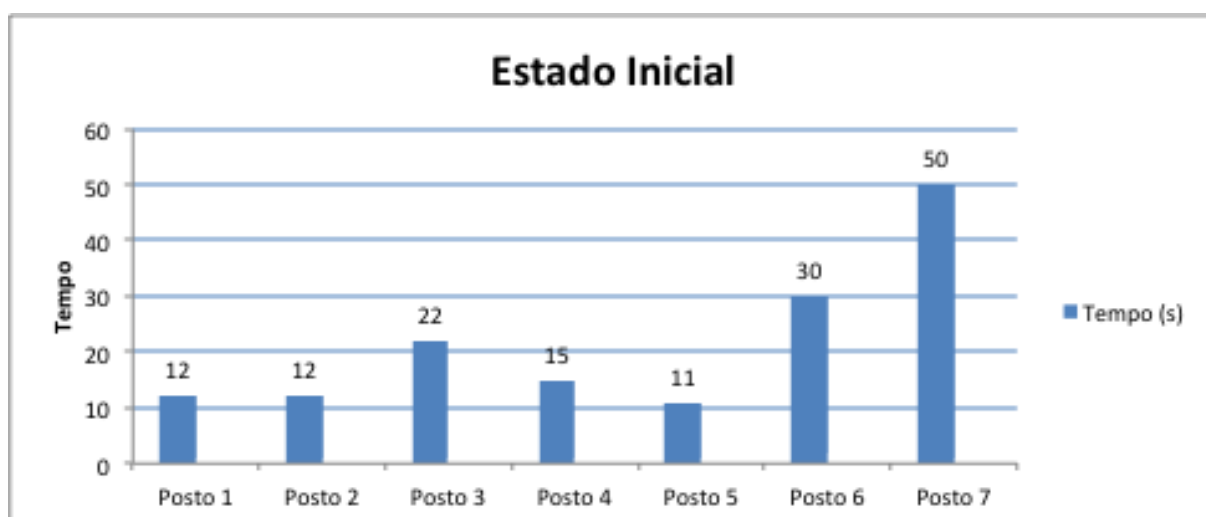


Gráfico 6: Estado inicial antes do balanceamento

O tempo total das tarefas de acabamento de uma painela de pressão é de 152 segundos.

Para o cálculo do tempo de *takt* é preciso ter conhecimento da procura do cliente, visto que este tempo é calculado dividindo o tempo disponível para produção pela procura. Com base nas quantidades vendidas de 2013 e nas previsões de vendas para 2014 obteve-se um valor de procura diária de 480 painelas de pressão. O tempo disponível para produção é de 8 horas diárias ao qual se subtrai o intervalo de 10 min.

$$\text{Tempo de Takt} = \frac{8 \times 60 \times 60 - 60 \times 10}{480} = 58,75 \text{ segundos}$$

Por sua vez,

$$N^{\circ} \text{ Posto de Trabalho/Operadores} = \frac{\text{Tempo total de montagem}}{\text{Tempo de takt}} = \frac{152}{58,75} = 2,58$$

O número de operadores seria necessariamente 3, tendo em conta que não é possível ter 2,58 pessoas. No entanto, considerando uma eficiência operacional de 80% o número de operadores passaria a 4. Embora o cálculo inicial esteja correto, nem sempre é possível manter o número total teórico como sendo o número total real de operadores. Isto acontece visto que a sequência e distribuição de tarefas ao longo dos postos de trabalho acabam por absorver discontinuidades na carga de trabalho, ou seja, os postos não ficam uniformemente distribuídos e as ineficiências vão se somando até ao final da linha (Gomes et al. 2008).

Finalmente, é possível calcular tempo de ciclo objetivo para cada posto de trabalho, isto é, a distribuição de tarefas pelos 4 postos deve ser o mais próximo possível deste tempo.

$$\text{Tempo de Ciclo} = \frac{\text{Tempo total de montagem}}{\text{Nº Posto de trabalho}} = \frac{152}{4} = 38 \text{ segundos}$$

O tempo de ciclo objetivo, por posto de trabalho, é de 38 segundos. Procedeu-se então ao balanceamento seguindo uma lógica na ordem de execução das tarefas. Para ajudar ao balanceamento e ao desenho da célula recorreu-se ao gráfico *Yamazumi* (figura 47).



Figura 47: Gráfico Yamazumi - Painelas de pressão

Foram utilizadas três cores diferentes, vermelho para operações em acessórios, amarelo para operações que envolvam manuseamento do corpo da panela e verde para operações que envolvam manuseamento da tampa. Este código de cores visual facilita o desenho de célula. Numa célula, sempre que possível nunca se deve isolar um operador, no entanto, neste caso optou-se por separar o operador 3. Através da análise ao gráfico *Yamazumi*, observa-se que o posto 3 não envolve o manuseamento do corpo da panela, ou seja, caso este operador estivesse no seguimento dos dois primeiros operadores teria de movimentar o corpo sem acrescentar valor ao mesmo e apenas para o fazer chegar ao posto 4. A aproximação dos operadores permite que estes realizem tarefas de entreaajuda quando se revelar necessário, sem grandes movimentações. A única restrição neste caso é a situação de isolamento do operador 3. Na figura 48 é apresentado o *layout* de painelas de pressão antes e depois do balanceamento.

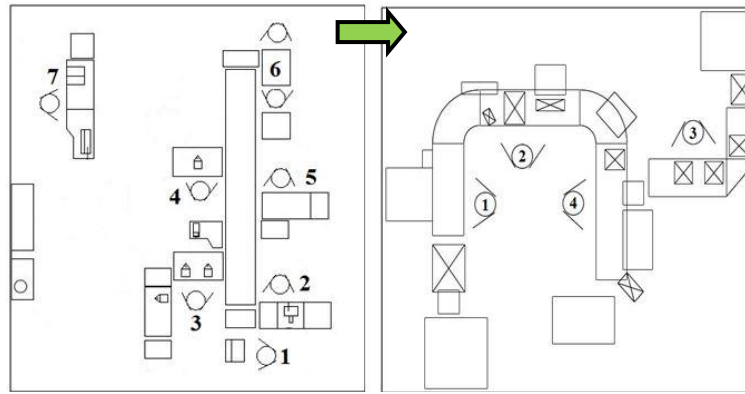


Figura 48: Postos de trabalho e *layout* painéis de pressão - antes e depois

Uma das grandes vantagens do novo *layout* é a aplicação do conceito *shojinka*, ou seja, a flexibilidade em colocar ou retirar operadores em função da procura. O aumento na procura implica a colocação de mais operadores para garantir o cumprimento do tempo de *takt* associado à nova procura.

Inicialmente, para testar esta proposta de *layout*, procedeu-se à alteração física da linha utilizando os meios disponíveis, longe do ideal. Deste modo, é possível testar todo o seu funcionamento e, em conjunto com os colaboradores, perceber quais as oportunidades de melhoria. O posto 4, por exemplo, deve ser alvo de melhoria, segundo os testes realizados foi possível perceber que há excesso de movimentações por parte do operador.

No posto 3 há oportunidades de melhoria em relação ao processo de montagem das válvulas na tampa. A montagem das duas válvulas é executada em duas máquinas diferentes. Para a redução do tempo desta operação propõe-se que esta tarefa seja executada de uma só vez numa máquina que esteja preparada para o efeito.

Foram identificadas e implementadas outras oportunidades de melhoria, nomeadamente a implementação de uma caixa de nivelamento para a secção de painéis de pressão. A produção é nivelada fazendo um levantamento dos artigos prontos para o acabamento. Deste modo são antecipadas possíveis quebras no fluxo de produção e abastecimento.

4.3.1.1 Bordo de Linha

O desenho do bordo de linha e área de trabalho foi realizado com base na observação do modo operatório. Assim, tornou-se possível dimensionar as estantes (*flow-racks*) em função da dimensão das embalagens e dos movimentos dos operadores na recolha de acessórios e componentes a utilizar. Não estando ainda definidos ciclos de reposição das linhas, e na sequência da redução do número de operadores na linha, foi alocada a tarefa de apoio logístico a um dos operadores. A função desse operador é garantir um *setup* logístico nulo por parte dos operadores da linha, isto é, garantir que a produção não pára por falta de materiais.

Para os ensaios da nova célula, foram criados protótipos de estantes de bordo de linha em função das dimensões das caixas de acessórios e componentes. Definiu-se, para efeitos de teste, um espaço para duas caixas de cada material no bordo de linha, onde é usado o método de ‘caixa cheia – caixa vazia’, sinalizando visualmente a necessidade de reposição. Com a criação futura do fluxo na logística interna, os bordos de linha serão dimensionados em função dos ciclos de abastecimento a definir. No anexo M são apresentadas fotografias da linha antes e depois da implementação da célula, nas quais se pode observar os bordos de linha.

4.3.1.2 Standard Work e Gestão Visual

O gráfico *Yamazumi* desenhado para o balanceamento desta linha foi colocado junto dos operadores como ferramenta de apoio e de gestão visual. Desta forma, todos os operadores têm uma visão global do funcionamento da célula. Colocou-se também uma folha com a evolução da quantidade produzida diariamente e as causas de desvios que se tenham verificado.

Para garantir que em todos os postos se trabalha de forma normalizada, foram criadas instruções de trabalho com as tarefas e tempos de ciclo discriminados. É fundamental que os operadores não regressem aos hábitos de trabalho antigos. No anexo N são apresentadas as instruções *standard work* desenvolvidas.

4.3.2 Resultados da criação de fluxo no acabamento de painéis de pressão

Com a implementação da célula de fluxo unitário reduziu-se significativamente o *work in progress*. A criação de fluxo nesta célula permitiu integrar todas as operações, onde cada peça flui de operação em operação, sem a formação de *stocks* intermédios. Deste modo, são eliminados desperdícios de sobreprodução e de movimentação.

A eficiência da linha é calculada dividindo o tempo em que é acrescentado valor a uma peça, pelo tempo disponível para produção.

$$Eficiência = \frac{Produto\ terminado \times Tempo\ de\ montagem}{N^{\circ}\ Operadores \times Tempo\ disponivel\ para\ produção}$$

Para o cálculo da eficiência são considerados os dados de acordo com a tabela 19.

Tabela 19: Resultados do balanceamento da linha de painéis de pressão

	Ano 2013	Janeiro 2014 (até ao dia 15)
Média Diária Produto Terminado	393	423
Nº Operadores	8	4
Eficiência	26,5%	57,0%
Prod./Pessoa/Hora (em nº peças)	6,1	13,2
Aumento Prod./Pessoa/Hora		115,3%

A eficiência calculada depois da implementação da célula apresenta um valor de 57%. Este valor é influenciado pela negativa, nesta fase inicial, devido à demora na adaptação ao novo método de trabalho. No balanceamento da célula, foi considerada uma eficiência operacional de 80% que resultou na necessidade de 4 operadores. Teoricamente, se for considerada uma eficiência operacional de 100%, só seriam necessários 3 operadores, influenciando diretamente a eficiência da linha.

Obtiveram-se ganhos ao nível da redução de desperdícios e produtividade, mas também se conseguiram vantagens ergonómicas para os operadores.

A média diária de produto terminado, depois da implementação, é influenciada pelas paragens devido a *setups* logísticos. Ainda se registam quebras na mudança de referências produzidas na célula, que não permite cumprir a procura de 480 painéis diários. Com a criação futura de um fluxo na logística interna esta situação será corrigida.

5 Conclusões e discussão face à literatura existente

Em resposta à pergunta de pesquisa “*como é que a implementação de diversas metodologias lean (SMED, supermercado, balanceamento de linhas, 5S, entre outras) vai afetar a produtividade, o serviço ao cliente e a motivação das pessoas em ambiente industrial, em concreto na Silampos?*” apurou-se que:

- 1) A produtividade dos colaboradores da Silampos (número de peças produzidas por pessoa, por hora) melhorou de forma significativa com a implementação das metodologias *lean* do projeto, em especial com o balanceamento da linha de painéis de pressão. Desta forma aumentou-se a eficiência da linha de 26,5% para 57,0% (pouco mais do dobro, evidenciando no entanto que ainda há espaço para mais melhorias, o que deverá acontecer com o amadurecimento do projeto); baixou-se o número de operadores de 8 para 4 (metade da equipa necessária para realizar as mesmas tarefas); e aumentou-se a produtividade/pessoa/hora (em número de peças) de 6,1 para 13,2 (mais do dobro). Adicionalmente, com a nova organização por células, para responder a uma procura maior envolverá somente acrescentar mais pessoas à célula – havendo assim mais flexibilidade.
- 2) A implementação da metodologia SMED levou a melhorias de tempo de mudança de ferramenta, o que tornou a Silampos mais flexível e mais capaz de responder a desafios concretos de produção a partir das vendas (*pull system*). A produção de lotes reduzidos mais personalizados é uma crescente realidade numa economia de crescente globalização mas em que os pequenos clientes e as pequenas encomendas não deverão ser recusadas. Desta forma a implementação da metodologia SMED resultou numa redução, até à data, de 34% nos equipamentos de soldadura. Em ensaios realizados simulando a redução de tarefas internas em fase de implementação, obteve-se uma redução, em relação ao tempo médio registado inicialmente, de 61%. Conclui-se ainda que passar a cronometrar os tempos de mudança de ferramenta constitui um exemplo de como uma mudança na cultura organizacional ocorre à volta de pequenos pormenores, neste caso na produção, e levando os operadores a “fazer a coisa correta” (Schein 1990, p. 114). Mudanças de procedimento essas que foram questionadas pelos operadores em causa, embora se entenda que somente por significar uma rotina diferente e não por falta de vontade de concretizar as mudanças.
- 3) No caso do armazém, que abastece as linhas de Acabamento, o seu desenho e dimensionamento para funcionar como um supermercado está concluído. A sua implementação conduzirá à redução de desperdício ligado ao conceito *lean* (redução de *mudas*). O *stock* dos componentes do supermercado estará adequado aos consumos das linhas, as quantidades por embalagem serão adequadas aos lotes de fabrico e o seu armazenamento estará mais próximo dos bordos de linha. Com isto, conseguir-se-á reduzir ou eliminar as taxas de rutura nas linhas de Acabamento, reduzir-se-ão as movimentações de pessoas e materiais, reduzir-se-ão os níveis de *stock* e melhorar-se-á a ergonomia na movimentação de cargas.
- 4) A implementação da caixa de nivelamento permitiu nivelar a produção segundo os ciclos de abastecimento das linhas de acabamento. Desta forma serviu como suporte ao operador logístico, tanto no abastecimento dos componentes às linhas como no abastecimento das ferramentas ao operador de soldadura de acessórios.

- 5) A eliminação e redução de *mudas* e a normalização dos novos hábitos de trabalho permite à Silampos aumentar a eficiência produtiva e melhorar o serviço ao cliente. Ambas melhorias refletem-se diretamente nos resultados da empresa. A possibilidade de redução de lotes na secção de acabamento permite dar uma resposta ao cliente mais rápida e personalizada.
- 6) As pessoas demonstraram, no entanto, ao longo de todo o projeto, um receio significativo da mudança pretendida, tal como o responsável pelo projeto na Silampos referiu diversas vezes. Atribui-se este facto ao atual ambiente de crise que se vive em Portugal, por um lado, e que leva a algum receio de não poder corresponder às expectativas da gestão, o que poderá levar a perda de estabilidade do trabalho e a uma mudança profunda de rotinas; mas por outro às próprias características da força de trabalho da Silampos – Portugal tem uma elevada aversão à incerteza (e à mudança) segundo alguns investigadores internacionais (Hofstede 2001; House et al. 2004).
- 7) A resistência à mudança tem tido enfoque na literatura, como sendo uma barreira à implementação da melhoria contínua, quer por falta de confiança dos colaboradores na gestão de topo, quer por falta de conhecimento dos objetivos do projeto da parte de quem tem que lidar com as mudanças (Jones e Robinson 2012). Na Silampos tal foi verificado e para minimizar este problema deu-se formação sobre os objetivos do projeto (formação ainda em curso) assim como formação técnica (cinco sessões, um grupo diferente por sessão) sobre balanceamento de linhas aos colaboradores envolvidos. A título de exemplo, diversos pósteres (em tamanho A3) foram expostos em lugares estratégicos da fábrica, de forma a enfatizar e comunicar os conhecimentos transmitidos no âmbito do projeto.
- 8) A mudança de cultura organizacional em curso na Silampos poderá demorar, segundo alguns analistas, um período muito longo – a mudança de cultura demora até 25 anos no caso de uma empresa (Schein 1992) e poderá demorar entre 50-100 anos no caso de uma nação (Hofstede 2001). Desta forma os esforços de adequação da cultura da Silampos, em curso, deverão continuar. O facto da gestão intermédia e de topo terem apoiado desde o início o projeto em muito aumentou as probabilidades de sucesso do mesmo (Jashapara 2004).

O projeto visou, desde o início, a inovação de processo. Segundo a OECD e Eurostat (2005), a inovação de processo é um de quatro tipos de inovação (as outras sendo inovação organizacional, de marketing, e de produto ou serviço) e este em particular “tende a focar-se em qualidade da produção e na eficiência”. A inovação de processo aqui descrita está assim ligada às metodologias *lean* referidas e verificou-se que num período de cinco meses foi possível medir mudanças e melhorias embora parte integrante da secção de acabamento em particular.

6 Perspetivas de trabalho futuro

Um próximo passo será gerir o fluxo na logística interna – na secção de acabamento gerir os ciclos de abastecimento das linhas – com a implementação de um comboio logístico (conceito de *mizusumashi* – que é um operador logístico encarregue do transporte de componentes, entre outros, seguindo um ciclo e uma rota pré-definida; o *mizusumashi* é um elemento fundamental na criação de fluxo da logística interna (Coimbra 2013)).

O número de estudos deste tipo, em ambiente industrial Português, está em crescimento (ver por exemplo (Oliveira 2012; Costa 2013)), em consonância com o aumento dos estudos de cariz científico realizados por investigadores Portugueses (Fiolhais 2011). No entanto, existem poucos estudos longitudinais, feitos ao longo do tempo, e no caso da Silampos seria interessante verificar os resultados obtidos com o projeto ao fim de 3 anos e mais, de forma a estabelecer melhores práticas para a indústria e reportar dificuldades sentidas e como foram ultrapassadas. A atual conjuntura económica está a obrigar as empresas industriais Portuguesas a reestruturarem-se e a procurarem a internacionalização. Tal só será possível se as empresas se tornarem mais eficientes e também mais inovadoras, pelo que estudos que liguem as metodologias *lean* à inovação serão também positivos e são sugestão de trabalho futuro. Seria interessante, por fim, medir também a satisfação de cliente ao longo do tempo, para verificar se a inovação de processo tem repercussão na satisfação do *stakeholder* principal do processo – o cliente final.

Referências

- 4Lean. 2011. Acedido a 27-12-2013. http://www.4lean.net/cms/index.php?option=com_content&view=article&id=70&Itemid=188&lang=es.
- Assis, Rui. 2000. "Como viabilizar a produção em pequenos lotes? O método SMED."
- . 2011. "Balanceamento de uma Linha de Produção."
- Bonney, M. C., Zongmao Zhang, M. A. Head, C. C. Tien e R. J. Barson. 1999. "Are push and pull systems really so different?" *International Journal of Production Economics* no. 59 (1–3):53-64.
- Chiarini, A. 2013. *Lean Organization: from the Tools of the Toyota Production System to Lean Office: From the Tools of the Toyota Production System to Lean Office*. Perspectives in Business Culture: Springer Milan.
- Coimbra, E. 2013. *Kaizen in Logistics and Supply Chains*. 1st ed. USA: McGraw-Hill Education.
- Costa, Eduardo Gil da. 2013. "Desenvolvimento de processos de negócio em empresas industriais – Quadro de referência orientado à criação de valor e compatível com a norma ISO 9001", Tese de mestrado da FEUP – Faculdade de Eng.^a da Universidade do Porto. Mestrado Integrado em Eng.^a Electrotécnica e de Computadores. .
- Dettmer, H William. 2001. "Beyond Lean manufacturing: Combining Lean and the Theory of Constraints for higher performance." *Port Angeles, US*.
- Fernandes, António Augusto. 2007. *Disciplina de Processos de Fabrico II, Capítulo VI - Soldadura por Resistência*. Porto, Portugal: FEUP.
- Ferradás, P. G. e K. Salonitis. 2013. "Improving changeover time: A tailored SMED approach for welding cells." *Procedia CIRP* no. 7:598-603.
- Fiolhais, C. 2011. *A ciência em Portugal*. Lisboa, Portugal: Fundação Francisco Manuel dos Santos.
- Gökçen, Hadi, Yakup Kara e Yakup Atasagun. 2010. "Integrated line balancing to attain Shojinka in a multiple straight line facility." *International Journal of Computer Integrated Manufacturing* no. 23 (5):402-411.
- Gomes, J. E., J. L. Oliveira, S. J. Elias, A. F. Barreto e R. L. Aragão. 2008. "Balanceamento de linha de montagem na indústria automotiva - Um estudo de caso." *Encontro Nacional de Engenharia de Produção* no. 28:1-13.
- Gross, John M. e Kenneth R. McInnis. 2003. *Kanban Made Simple : Demystifying and Applying Toyota's Legendary Manufacturing Process*. New York, NY, USA: AMACOM Books.
- Hicks, B. J. 2007. "Lean information management: Understanding and eliminating waste." *International Journal of Information Management* no. 27 (4):233-249.
- Hobbs, Dennis P. 2003. *Lean Manufacturing Implementation : A Complete Execution Manual for Any Size Manufacturer*. Boca Raton, FL, USA: J. Ross Publishing, Incorporated.

- Hofstede, G.H. 2001. *Culture's Consequences: Comparing Values, Behaviors, Institutions and Organizations Across Nations*. SAGE Publications.
- House, Robert J., Paul .J. Hanges, Mansour Javidan, Peter W. Dorfman e Vipin Gupta. 2004. *Culture, Leadership, and Organizations: The GLOBE Study of 62 Societies*. California, USA: SAGE Publications, Inc.
- Imai, M. 1996. *Gemba Kaizen: estratégias e técnicas do Kaizen no piso de fábrica*. São Paulo: IMAM.
- Jashapara, A. 2004. *Knowledge Management: An Integral Approach*. Essex, England: Pearson Education Limited.
- Jones, P. e P. Robinson. 2012. *Operations Management*. Oxford, UK: Oxford University Press.
- Karmarkar, U.S. 1991. "Push, Pull and Hybrid Control Schemes." *Tijdschrift voor Economie en Management* no. 36 (3):345-363.
- Liker, J.K. 2004. *The Toyota way: 14 management principles from the world's greatest manufacturer*. USA: McGraw-Hill.
- Liker, Jeffrey K e James M Morgan. 2006. "The Toyota way in services: the case of lean product development." *The Academy of Management Perspectives* no. 20 (2):5-20.
- Lunet, Nuno, Milton Severo e Henrique Barros. 2006. "Desvio padrão ou erro padrão." *Arquivos de Medicina* no. 20:55-59.
- Moreira, A. C. e G. C. S. Pais. 2011. "Single minute exchange of die. A case study implementation." *Journal of Technology Management and Innovation* no. 6 (1):129-146.
- OECD e Eurostat. 2005. *Oslo Manual - Guidelines for Collecting and Interpreting Innovation Data*. 3rd ed.: OECD Publishing. European Comission.
- Oliveira, Manuel Luís Au-Yong. 2012. "Fostering innovation through the creation of an interoperability capability : an analysis using the business narrative modelling language", Tese de doutoramento da FEUP - Faculdade de Eng.^a da Universidade do Porto. DEGI.
- Rangaraj, N., G. Raghuram e M. M. Srinivasan. 2009. *Supply Chain Management For Competitive Advantage*. McGraw-Hill Education (India) Pvt Limited.
- Schein, E.H. 1987. *The clinical perspective in fieldwork*. California, USA: Sage Publications.
- . 1990. "Organizational culture." *American Psychologist* no. 45 (2):109-119.
- . 1992. *Organizational Culture and Leadership*. 2nd ed. San Francisco, CA: Jossey-Bass.
- Shingō, S. 1985. *A Revolution in Manufacturing: The SMED System*. Cambridge, Massachusetts and Norwalk, Connecticut: Productivity Press.
- Slack, N., S. Chambers e R. Johnston. 2010. *Operations Management*. 6th ed. Essex, England: Financial Times Prentice Hall.
- Sugai, M., R. I. McIntosh e O. Novaski. 2007. "Shingo's methodology (SMED): Critical evaluation and case study." *Gestão & Produção* no. 14 (2):323-335.

Vilelas, J. 2009. *Investigação - O processo de construção do conhecimento*. Lisboa, Portugal: Edições Sílabo, Lda.

ANEXO A: Principais ocorrências e observações geradas – mantido no âmbito do projeto

Data	Registo de ocorrência	Observação
24-09-2013	Início do registo de tempos de <i>setup</i> nos equipamentos de soldadura por parte dos operadores com o auxílio de um cronómetro.	Verificação de noção de tempo dos operadores aproximado e sem auxílio de ferramenta adequada (cronómetro).
27-09-2013	Filmagem e análise dos vídeos do processo de mudança de ferramenta. Levantamento das chaves de ferramentas necessárias ao processo.	Modo operativo idêntico nos dois equipamentos de soldadura e com operadores diferentes.
01-10-2013	Registo do <i>stock</i> existente em armazém intermédio (junto das linhas) de acessórios e componentes.	<i>Kanbans</i> desatualizados; e posteriormente verificou-se que estavam também mal dimensionados.
03-10-2013	Visita a ACEROL – fornecedor de aço INOX, na Trofa - com vários membros da Equipa Silampos (equipa de cinco membros no total).	Relação cordial existente, de respeito mútuo. De notar que a exigência da Silampos é notável no que toca à qualidade da sua matéria-prima.
30-10-2013	Teste da nova solução de encaixe para a ferramenta superior de soldadura.	É possível. Avançar com o processo. De notar que a mudança vai ter implicações de fundo no sentido de envolver mais equipamentos e a disponibilidade da Serralharia da Silampos.
31-10-2013	Início dos 5S no armário de ferramentas.	Identificar o essencial ao processo e remover ferramentas fora-de-serviço e não usadas.
06-11-2013	Teste com novo sistema de montagem sem parafusos (ferramenta inferior da soldadura).	É possível. Avançar com o processo. De notar que a mudança vai ter implicações de fundo no sentido de envolver mais equipamentos e a disponibilidade da Serralharia da Silampos.
13-11-2013	Definição do <i>layout</i> de supermercado.	Necessidade de reforçar o piso (a laje) dado o peso do supermercado.

ANEXO B: Meios de comunicação visual (em tamanho A3, fixados na parede da entrada principal do edifício da Silampos) realizados no âmbito do projeto

SILAMPOS

PROJETO SILAMPOS - KAIZEN

MELHORIA DO SERVIÇO AO CLIENTE

AUMENTO DA EFICIÊNCIA OPERACIONAL

Redução do ciclo de produção em 50%

~~6 SEMANAS~~ → 3 SEMANAS

Criação de fluxo entre o acabamento e o embalamento

PULL FLOW: Produção em função das encomendas do cliente

- SMEDS: Redução de Setups
- 5S: Organização dos postos de trabalho
- MIZUSUMASHI: Optimização/Normalização do transporte de materiais

- KAIZEN DIÁRIO: Análise diária dos desvios
- KANBAN: Fluxo eficiente de informação e materiais
- STANDARD WORK: Normalização dos métodos de trabalho

SILAMPOS

PRINCÍPIOS KAIZEN

改 = KAI = Mudança

善 = ZEN = Para Melhor

- 1. ORIENTAÇÃO PARA O CLIENTE**

→ Entender as necessidades do cliente. É fundamental que todas as actividades levem a uma maior satisfação do cliente;

→ Responsabilidade de atender o cliente nos requisitos de qualidade do produto, prazo de entrega e custo.
- 2. ELIMINAR DESPÉRDIO**

Eliminar os desperdícios de forma a alcançar a competitividade e a excelência.

TIPOS DE DESPÉRDIO:

 - Defeitos
 - Espera de pessoas
 - Movimento de pessoas
 - Sobreprocessamento
 - Espera de materiais
 - Movimento de materiais
 - Excesso de produção
- 3. ENVOLVIMENTO DAS PESSOAS**

→ Valorização no envolvimento das pessoas nas actividades de melhoria;

→ Para cada tipo de melhoria existe um hábito a mudar. Para cada hábito existe um grupo de pessoas que vai ter de adoptar novos hábitos abandonando os anteriores.
- 4. IR PARA O TERRENO**

→ Importância do terreno. Atitude **Gemba** (lugar real) **Gembutsu** (objectos reais); A deslocação ao chão de fábrica é fundamental para controlar os processos e não apenas verificar a documentação no escritório.
- 5. GESTÃO VISUAL**

A gestão visual foca a ideia que “uma imagem vale mais do que mil palavras” e que uma gestão visual dos processos é o caminho mais eficiente de desempenhar determinada tarefa.

PROJETO SILAMPOS – KAIZEN: A NOSSA MOTIVAÇÃO

A SILAMPOS pretende com este projecto dar corpo aos seus desígnios estratégicos, evoluindo no sentido de dar uma resposta ao cliente mais diferenciada, flexível e eficiente.

Esta é a nossa vontade e ao mesmo tempo uma necessidade desencadeada por uma envolvente cada vez mais competitiva, com particular origem nos concorrência asiática baseada na produção de baixo custo.

Da crescente procura de diferenciados produtos dedicados às necessidades específicas de cada cliente surgiu a necessidade de passar para um modelo de gestão da produção baseado nas vendas e nos pequenos lotes de produção.

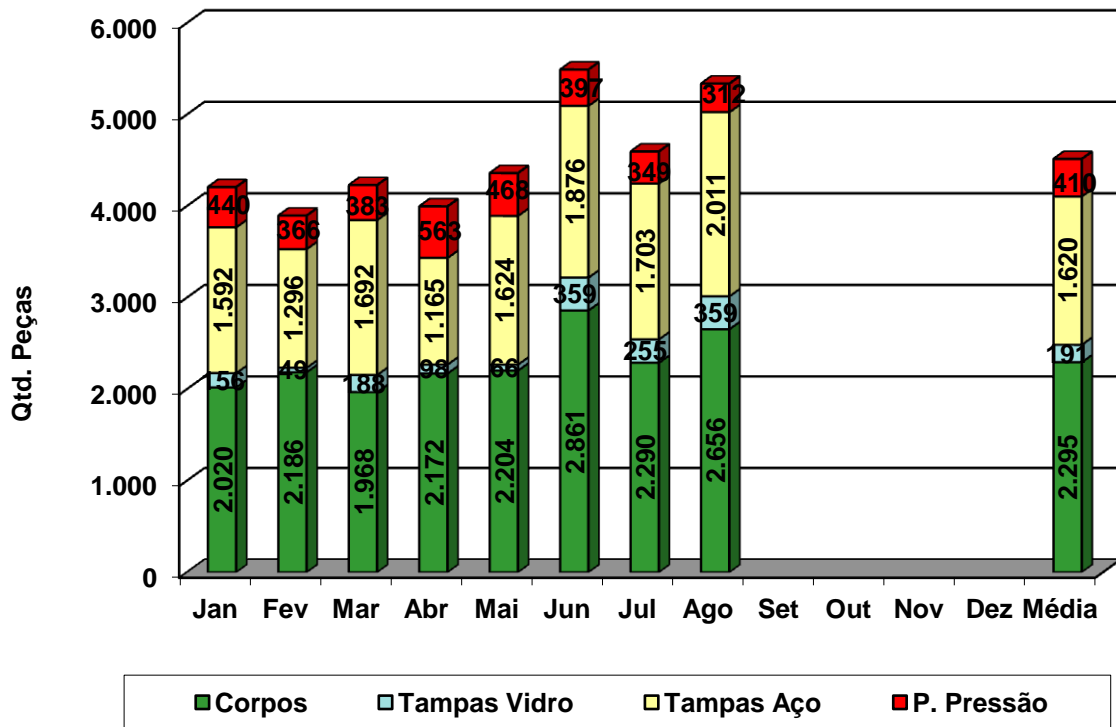
Da análise efectuada verificou-se que existem na Silampos oportunidades de melhoria:



ANEXO C: Produção média diária mensal (2013) da secção de Acabamento



Média Diária Mensal - 2013



Fonte: Silampós

ANEXO D: Guia de Operação – Acabamento

Data : 12/11/13 [10:10]
Silampos Euro

GUIA DE OPERAÇÃO
()

Página : 1
Companhia : 700

Artigo	73C122EE1020955	ÇAÇAROLA C/ASAS 20 LINHA A1	-season/ID ind.	Ordem de fabrico	: 305355
Inspeção em Curso de:	25 em	25 Peças		Quantidade de ordem	: 75,0000
Data planeada fim	: 29/11/13/	6		Quantidade entregue	: 0,0000
Armazém	: 955	ARMAZ-Auchan		Unidade de stock	: uf

Plan. quant. term.	0,0
Qtd c/ Livro	
Qtd s/ Livro	



5601416573895



305355



305355010

Op.	Tar.	Descrição	CTRB	Descrição	Máquina	Peças/Tempo	Dt.Inic.Rest	1ª data fim
10	2604	SOLDAR ASAS (219/2A)	26B	EQUIPA 219A/2	219A	420/h	29/11/13/ 0	29/11/13/ 4

Arm.	Artigo	Descrição	Rastr.	Entrega prev.
037	212424733810	ASA OCEANUS SILICONE 20 R100 -Ref. GEK-S-10	Não	150,0000
037	214612420004	ETI.AUT. VINIL SUPER REMOVIVEL 45X35 (2)	Não	75,0000
037	214612650207	ETQ.VINIL COOK SILAMPOS+COMP opaco branco Super Removivel	Não	75,0000
037	214618000542	INSTRUÇÃO COOK SILAMPOS papel IOR 80gr	Não	75,0000
037	214630150250	SACO NEUTROS COEX.MIC.36X49 -00123649	Não	75,0000
035	83C122001020	ÇAÇAROLA 20 Al/ID indução -polido FUNDO FINO	Sim	75,0000

Ferramenta	Descrição	Status	Quantidade	Obs.:
2007517	PS-soldar ASAS corpos_A_intei	099 Activo		
2007637	PI_soldar asas Oceanus 20 MIN	099 Activo		

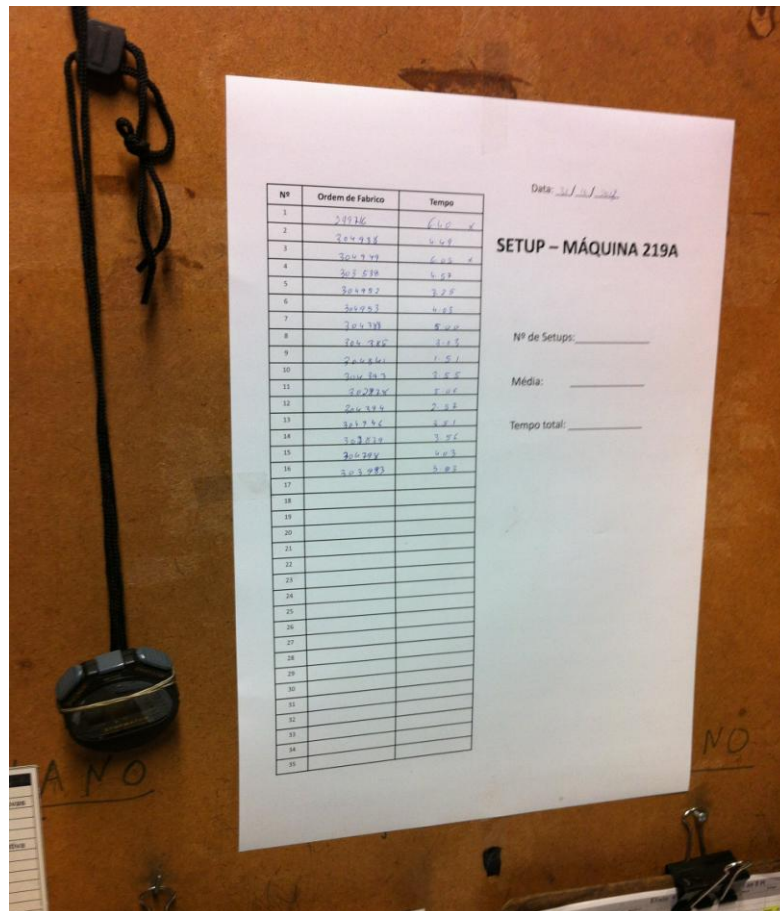
EMM's	Descrição	Gama	Operad.	Dia	Turno	H.Inic.	H.Fim	Qtd Início	Qtd Fim	Reproc
PQ 030	Paquímetro Digital	0 - 150 mm								
Outras	Altura de soldadura = 40±1mm Altura de soldadura medida desde da boca da peça á parte inferior da patilha do acessório.									
Especif.:										

Desvios/Paragens							Rastreabilidade			
Nº.							Ord. Compra			
H.Inic.							Quantidade			
H.Fim							Ord. Fabrico			
Quantidade	Mat. Prima	Peças	Obs.:				O.F. Controlada:			
Sucata							PAM Executado*:			
Recuperações										

* quando aplicável.

Fonte: Silampos


ANEXO E: Folha e cronómetro para registo de tempos



ANEXO F: Classificação das tarefas – Lista detalhada

Seq	Tarefa	Tarefa	Tempo Parcial (seg)	Tempo Parcial (min)	Ext.	Int.	Percentagem	Operador	Percurso	Distância total	Meio Utilizado
1	Registo de informação	Registo de informação	61	01:01	X		19%	Soldador	Máquina	0	Manual
2	Desapertar ferramenta inferior	Desmontar Ferramentas	17	00:17		X	5%		Máquina	0	Chave Umbrako 8 Chave Umbrako 6
	Máquina										
3	Arrumar ferramentas	Arrumar/Escolher Ferramentas	63	01:03	X		20%		Máquina - Ferramentaria - Máquina	24	A pé
	Escolher nova ferramenta										
	Lixagem da ferramenta nova										
	Regresso ao posto de trabalho										
4	Apertar ferramenta superior	Montar Ferramenta	16	00:16		X	5%		Máquina	0	Chave Umbrako 8 Chave Umbrako 6
	Apertar ferramenta inferior										
5	Medição da distância entre ferramentas	Ajustes	146	02:26			46%		Máquina	0	Fita métrica Régua metálica Chave de bocas 30 Chave Umbrako 8 Chave Umbrako 6
	Verificar Alinhamento										
	Desapertar parafusos de regulação da altura										
	Regular altura										
	Medição da distância entre ferramentas										
	Apertar parafusos de regulação da altura										
	Lixagem da ferramenta inferior										
	Ajustes de alinhamento ferramenta inferior										
	Posicionamento de caixa c/ asas na mesa lateral retrátil										
	Aperto final da ferramenta inferior										
	Buscar uma panela à palete										
	Desligar ar comprimido										
	Fixar panela (descer ferramenta superior)										
	Desapertar parafusos do encosto - inclinação										
	Desapertar parafusos do encosto - profundidade										
	Regular encosto										
	Apertar parafusos do encosto - profundidade										
	Apertar parafuso DIREITO do encosto - inclinação										
Regular centrador											
Apertar parafuso ESQUERDO do encosto - inclinação											
Ligar ar comprimido											
Regular tensão/Zerar											
6	Soldar asas primeira panela	Ensaio	12	00:12		X	4%		Máquina	0	Manual

ANEXO G: Instrução de Trabalho – Ferramentas de soldadura

	INSTRUÇÃO DE TRABALHO	Nº <input type="text"/>
	FERRAMENTAS SOLDADURA - ACABAMENTO	Pág. <input type="text" value="1"/> de <input type="text" value="1"/>

PROCESSO DE RECOLHA DE FERRAMENTAS DE SOLDADURA


Operação	Observações
1) Recolha das guias para a próxima hora de trabalho na caixa de nivelamento	

2) Identificar tipo de artigo (corpo ou tampa)	<table border="1"> <tr> <td>Artigo</td> <td>73C122EE1020955</td> <td>CAÇAROLA C/ASAS 20 LINHA A1</td> <td>-season/ID ind.</td> </tr> <tr> <td>Inspeção em Curso de:</td> <td>25 em</td> <td>25</td> <td>Asas</td> </tr> <tr> <td>Data planejada fim</td> <td>: 23/11/2017</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Armazém</td> <td>: 955</td> <td>ARMAZ-Auchan</td> <td></td> </tr> </table>	Artigo	73C122EE1020955	CAÇAROLA C/ASAS 20 LINHA A1	-season/ID ind.	Inspeção em Curso de:	25 em	25	Asas	Data planejada fim	: 23/11/2017			Armazém	: 955	ARMAZ-Auchan	
Artigo		73C122EE1020955	CAÇAROLA C/ASAS 20 LINHA A1	-season/ID ind.													
Inspeção em Curso de:		25 em	25	Asas													
Data planejada fim		: 23/11/2017															
Armazém	: 955	ARMAZ-Auchan															
3) Identificar Acessório (cabo ou asa)																	
4) Identificar Diâmetro																	

5) Identificar código e descrição das ferramentas	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Ferramenta</th> <th>Descrição</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2007517</td> <td>PS-soldar ASAS corpos_A_intei</td> </tr> <tr> <td>2007637</td> <td>PI_soldar asas Oceanus 20 MIN</td> </tr> </tbody> </table>	Ferramenta	Descrição	2007517	PS-soldar ASAS corpos_A_intei	2007637	PI_soldar asas Oceanus 20 MIN
Ferramenta	Descrição						
2007517	PS-soldar ASAS corpos_A_intei						
2007637	PI_soldar asas Oceanus 20 MIN						

obs.: PS - Parte Superior
PI - Parte Inferior

6) Localizar parte superior em função de 2,3,4 e 5)	  
obs.: Localização das partes superiores identificadas por "Cabo Corpo", "Asa Corpo" e "Asa Tampa"	

7) Localizar parte inferior em função de 4 e 5)	
---	--

ANEXO H: Dimensionamento – Acessórios

Artigo	Descrição 1	Descrição 2	ABC	Nº Semanas c/ Picking	μ	σ	Tamanho Lote	$2/3(\mu+2\sigma)$	Nº Lotes
212417700010	VALV.ROTAT.	GAVEADA	2,81%	50	404	310	500	682	2
212453800020	MOLAS AÇO	(GANCHOS)RF.23	5,61%	50	404	310	200	682	4
212550050020	ANILHAS POLIAMIDA	-	8,42%	50	373	252	10000	585	2
212417050580	PORCA LAT.C/FAC.	CRUZ	11,20%	50	373	255	3000	589	2
212417500010	SUP. P/VALV.ROTAT.	C/NIQ.(novo	13,99%	50	373	255	2500	589	2
212550250050	CARRAP. C/PARAF.LAT.	220/245	16,77%	50	401	310	1000	681	2
212417050570	PORCA P/VALV.SEG.ESPEC.NIQ.M12	-	19,49%	50	343	247	4000	558	2
212417700050	VALV. SEG.	COMPL.<0,8	22,20%	50	343	247	500	558	2
212550200050	BOTÕES APERTO	BAQ MATT	29,66%	49	347	391	300	753	3
212520050225	ASA PRETA	BAQ. MATT	34,25%	50	652	501	220	1103	6
212428900040	ASA TAMPA	EUROPA Nº3	36,10%	49	450	624	1000	1132	2
212453900020	PARAF.AÇO	INOX M5x10	37,71%	48	455	706	1000	1244	2
212424730070	ASA EUROPA	24/26 R120	39,23%	48	306	453	450	808	2
212415050036	PARAF. FER.	C/RECART.	40,71%	34	471	527	4000	1017	2
212570600020	JUNTA VEDAÇÃO	LABIAL	42,05%	49	169	205	50	386	8
212424730060	ASA EUROPA	20/22 R100	43,36%	50	361	629	500	1080	3
212454500001	REBITE CA.OVAL	AÇO	44,66%	50	599	1.193	5000	1990	2
212424730050	ASA EUROPA	14/18 R80	47,08%	47	338	539	700	944	2
212454500007	REBITE AÇO	INOX 6x12	48,22%	45	865	1.442	5000	2499	2
212430934010	CABO EUROPA	16/18 R80	50,36%	48	208	459	250	751	4
212454500002	REBITE CA.OVAL	AÇO	51,27%	46	247	573	5000	929	2
212481650115	PORCAS INOX	SEXTAVADA	52,16%	36	35	96	200	150	2
212453900010	PARAF.AÇO	INOX M5x8	53,91%	41	100	269	1000	426	2
212570600010	JUNTA VEDAÇÃO	LABIAL	54,69%	48	181	306	50	529	11
212570600100	JUNTA VEDAÇÃO	LABIAL	55,44%	48	109	166	50	294	6

Implementação de Metodologias Lean numa Unidade de Fabrico de Louça Metálica

212414050090	PARAF. LAT.	C/COMB.M-5x16	56,18%	41	129	355	2500	559	2
212424730075	ASA EUROPA	28/32 R150	56,90%	39	81	194	300	312	2
212454360070	PEANHA NICE	Nº1 V.12	57,56%	36	57	148	144	236	2
212424660010	ASA INOX	LAT NICE V.14	58,17%	38	62	175	144	275	2
212423920030	ASA LAT.ATLANTIDA	BRASIL	58,75%	34	44	162	200	245	2
212428400010	ASA TAMPA	PROF	59,25%	34	45	138	350	213	2
212430934020	CABO EUROPA	20/26 R120	59,73%	42	86	260	220	403	2
212520050230	ASA PRETAS	BAQ.MATT	60,21%	45	68	146	220	240	2
212428904010	ASA TAMPA	SILICONE	60,69%	27	111	374	700	573	2
212454360190	PEANHA ATLANTIDA	BRASIL	61,16%	30	32	116	600	176	2
212415050010	PARAF. FER.	C/RECART.	61,62%	45	132	292	1000	477	2
212570600270	CAPSULA SILICONE	PRETO	62,08%	33	59	299	1000	438	2
212422600040	ASA AÇO LAT	GLOBO 24	62,52%	32	118	372	364	575	2
212453100010	ASA CATAPLANA	-	62,95%	40	99	228	250	370	2
212453100075	FECHO EM	ARAME CATAPLANA	63,39%	40	66	143	420	234	2
212550350110	ESPEL. POLIAM.	P/PEANHS	63,82%	37	174	439	3000	701	2
212424600190	ASA LAT TEJO	ESMAGADO	64,24%	29	15	42	150	67	2
212481650110	PORCAS M5	DIN 917 INOX	64,65%	29	32	95	200	148	2
212427200060	ASA TAMPA	GLOBO. No.2	65,05%	39	72	159	980	260	2
212454360213	PEANHA OCEANUS	-	65,44%	27	25	82	200	126	2
212430934030	CABO EUROPA	18/28 R120	65,79%	36	56	184	200	283	2
212428904100	ASA TAMPA	MELODY 14/26	66,14%	31	27	143	400	209	2
212406100120	REBITE ALU.C/OVAL	6x17	66,48%	43	920	2.181	5000	3522	2
212422600030	ASA AÇO LAT	GLOBO 20	66,82%	35	113	306	450	483	2
212428900050	ASA TAMPA	EUROPA Nº4	67,14%	36	27	66	700	107	2
212423800040	ASA LAT OSLO/SILAMPOS	41325	67,45%	33	27	85	180	131	2
212424662005	ASA INOX	LAT SQUARE	67,76%	23	10	46	144	68	2
212428000180	ASA TAMP	SADO ESM.PAT.DI	68,06%	22	12	49	250	74	2
212570600260	CAPSULA SILICONE	VERMELHO	68,36%	24	29	127	1000	189	2

212424734067	ASA EUROPA	SILICONE	68,66%	26	87	377	400	562	2
212406100140	REBITE ALU.C/OVAL	16x8,2	68,96%	41	300	776	500	1235	3
212570400660	TAMPA VIDRO	HI-HOME	69,25%	34	23	61	12	96	9
212424731030	ASA FOZ 24/26	R120	69,54%	35	57	152	350	240	2
212424600110	ASA INOX	LAT TEJO 24	69,82%	32	20	82	120	123	2
212425800020	ASA FERV.	AÇO GLOBO/LABOR	70,10%	40	59	148	385	236	2
212427200050	ASA TAMPA	GLOBO. No.1	70,37%	30	54	182	1600	279	2
212423800060	ASA LAT OSLO/SILAMPOS	41329	70,64%	35	26	81	180	125	2
212481820010	GRELHA C/3	SUPORTES	70,90%	30	11	38	20	58	3
212423800020	ASA LAT OSLO/SILAMPOS	41290	71,15%	29	25	81	180	124	2
212428000185	ASA TAMP	SADO ESM.PAT.DI	71,40%	23	8	28	150	43	2
212414050166	PARAFUSO	CENTRAL TR10x1.75	71,64%	25	25	98	500	147	2
212417050545	PORCA RED.C/4	FACETAS	71,89%	25	25	98	500	147	2
212424660005	ASA INOX	LAT NICE V.14	72,13%	30	27	83	144	128	2
212424600185	ASA LAT TEJO	ESMAGADO	72,37%	25	11	44	150	66	2
212424733910	ASA OCEANUS	20 R100	72,60%	26	16	58	150	89	2
212428930010	ASA TAMPA	MAJESTIC	72,84%	21	14	79	500	116	2
212550200051	BOTÕES APERTO	BAQ MATT	73,08%	8	37	125	300	191	2
212406160073	PINO ENCRAV.	ø8x36,5	73,31%	25	25	98	1000	147	2
212406160075	TAMPA PINO	ø10 M5x6	73,55%	25	25	98	2000	147	2
212423800090	ASA LAT OSLO/SILAMPOS	41363	73,78%	25	10	32	160	49	2
212570599010	O RING 7x2	SILICONE	74,02%	25	25	98	5000	147	2
212406160070	CAMISA PINO	M13x1,5Rd	74,25%	24	25	98	500	147	2
212406160077	PORCA SW	M13x1,5Rd	74,48%	24	25	98	2000	147	2
212422600020	ASA AÇO LAT	GLOBO 16	74,71%	32	73	252	450	384	2
212453100065	DOBRADIÇA	PARTE SUPERIOR	74,94%	33	17	48	500	75	2
212453100070	DOBRADIÇA	PARTE INFERIOR+EIXO	75,17%	33	17	48	500	75	2
212424600180	ASA LAT TEJO	ESMAGADO	75,40%	22	9	27	150	42	2

212424734065	ASA EUROPA	SILICONE	75,62%	24	72	299	500	446	2
212428000050	ASA INOX	TAMPA SADO	75,84%	21	18	75	500	112	2
212414050151	PARAFUSO	CENTRAL TR10x1.75	76,06%	6	33	120	500	183	2
212415050051	PARAF. INOX	C/LENT.	76,27%	6	33	120	2500	183	2
212417050532	PORCA RED.C/4	FACETAS	76,49%	6	33	120	500	183	2
212417050551	PORCA LAT.	CENTRAIS	76,70%	6	33	120	1500	183	2
212570600275	CAPSULA SILICONE	PRETO	76,91%	21	30	173	1000	251	2
212570400815	TAMPA VIDRO	PLANA 20	77,32%	28	10	31	12	47	4
212424600105	ASA INOX	LAT TEJO 20	77,51%	27	12	58	120	86	2
212570400640	TAMPA VIDRO	HI-HOME	77,71%	31	29	125	12	186	16
212570400805	TAMPA VIDRO	PLANA 16	77,90%	28	9	29	24	45	2
212424731020	ASA FOZ 20/22	R100	78,09%	31	70	216	350	335	2
212454360077	PEANHA SQUARE	-	78,29%	22	6	24	144	36	2
212454360210	PEANHA PREMIUM	C/ESPELHO	78,48%	25	19	75	330	113	2
212424733915	ASA OCEANUS	24 R120	78,86%	25	10	47	150	70	2
212430470020	CABO ATLANTIDA	3	79,04%	30	6	33	150	47	2
212570400825	TAMPA VIDRO	PLANA 24	79,23%	25	9	35	24	53	3
212424734190	ASA MELODY	24 R120	79,42%	25	12	52	200	77	2
212426467055	ASA FERVEDOR	EUROPA	79,60%	36	16	43	450	68	2
212428000055	ASA INOX	TAMPA SADO	79,78%	21	13	58	400	87	2
212430931015	CABO MAJESTIC	POLIDO	79,96%	26	10	39	110	58	2
212570400620	TAMPA VIDRO	HI-HOME	80,14%	30	37	187	12	274	23
212570600040	JUNTA VEDAÇÃO	LABIAL	80,32%	30	10	35	50	53	2
212570400680	TAMPA VIDRO	HI-HOME	80,66%	31	8	29	12	44	4
212425800040	ASA FERV.INOX	LABOR	81,17%	27	44	203	385	300	2
212430950020	CABO HARDFORD	20	81,34%	25	16	83	50	122	3
212430932030	CABO MAJESTIC	SILICONE	82,15%	27	15	90	90	130	2
212580000015	PANELA PRESSÃO	6L S/CESTO	82,61%	32	10	29	2	45	23
212430350110	CABO 2 INOX	TEJO 14/18	83,80%	28	8	28	50	42	2

Implementação de Metodologias Lean numa Unidade de Fabrico de Louça Metálica

212481835005	PROTECTOR	DE SALPICOS	84,08%	26	9	41	48	60	2
212424727020	ASA MAJESTIC	W/SILICON	85,50%	25	16	84	250	122	2
212570400610	TAMPA VIDRO	HI-HOME	86,10%	25	17	75	12	112	10
212580000020	PANELA PRESSÃO	7.5L	88,72%	27	5	17	2	25	13

ANEXO I: Dimensionamento – Artigos de embalagem

Artigo	Descrição 1	Descrição 2	Descrição 3	ABC	Nº Semanas c/ Picking	μ	σ	Tamanho Lote	$2/3(\mu+2\sigma)$	Nº Lotes
214612420005	ETI.AUT.	VINIL SUPER	REMOVIVEL	15,057%	51	2261	890	4000	2694	2
214630150250	SACO NEUTROS	COEX.MIC.36X49		25,611%	51	1849	850	1300	2366	2
214612650080	ETQ.VINIL	SIL. ID		36,079%	50	1146	625	4000	1597	2
214630150270	SACO NEUTROS	COEX.MIC.44X59		40,437%	51	552	442	400	957	3
214612600350	ETQ.SILAMPOS	ID PLUS	C/FIO	44,639%	50	535	449	500	955	2
214630150220	SACO NEUTROS	COEX MIC.25X32		48,224%	51	1127	860	600	1898	4
214617500250	LIVROS INSTR.	SIL.	ID	51,014%	40	380	1225	3000	1887	2
214617500350	LIVROS INSTR.SIL.	ID	PLUS	53,353%	39	90	330	3000	500	2
214630150290	SACO NEUTROS	COEX.MIC.52X65		55,144%	50	153	173	300	333	2
214618000542	INSTRUÇÃO	COOK SILAMPOS		56,767%	51	340	535	50	940	19
214630150030	SACOS PLAST.PEBD	15x25		58,244%	50	339	265	1800	579	2
214612650207	ETQ.VINIL	COOK SILAMPOS+COMP		59,716%	51	329	550	2000	953	2
214630150090	SACOS PLAST.PEBD	35x50		60,915%	50	324	346	910	677	2
214630150720	SACO ESP.POLIE.	1mm+HDPE	36x54	61,887%	49	201	340	50	588	12
214617500246	INSTR. SIL.	ID PLUS	LOW COST	62,758%	20	179	644	50	979	20
214617500100	LIVROS INST.	P.PRESS.TRAD.SIL		63,582%	49	131	148	300	284	2
214617502051	RECEITAS	VITOR SOBRAL		64,346%	49	121	139	250	266	2
214630150100	SACO PEBD	46,5X60		65,106%	50	233	330	500	596	2
214612600205	ETQ.AUTO.VITOR	SOBRAL		65,795%	45	100	219	500	359	2
214630150140	SACO PEBD	50x65		66,466%	49	135	180	3800	330	2
214620550680	CX. CANAL	B VERM. 874.70.28		67,094%	40	40	128	10	198	20
214620100304	CART. 250x220	(15/73)		67,716%	28	86	284	100	435	5
214612500020	CINTAS AUTOC.	P.P.SILAMPOS		68,268%	47	118	185	1000	326	2
214620100301	CART. 220x170	(51/6)		68,816%	25	62	308	100	452	5

Implementação de Metodologias Lean numa Unidade de Fabrico de Louça Metálica

214617500200	LIVROS INST.	P.PRESS.TRAD.SIL		69,343%	49	146	209	125	375	4
214630150300	SACO NEUTROS	COEX.MIC.70X75		69,817%	44	27	49	180	83	2
214620100310	CART. 270x260	(19/58/39)		70,287%	30	50	176	100	268	3
214621050560	CX. 340x290x405	DUPLO	N:111	70,717%	38	19	59	10	92	10
214620550660	CX. MICRO	VERM. 874.70.24		71,144%	39	39	143	30	217	8
214620550170	CX. MICRO	VERM. 870.10.26		71,564%	37	33	123	10	186	19
214612600485	ETQ.PLÁST.C/FIO	STELLARPEQ.		71,982%	40	223	521	250	844	4
214612650180	ETQ.VINIL	STELLAR OVAL		72,399%	40	223	521	1000	844	2
214612650130	ETQ.VINIL	GRAND HOTEL		72,815%	36	15	44	1000	69	2
214612500022	CINTAS AUTOC.	P.P.SIL.INDUÇÃO		73,227%	48	117	196	1000	340	2
214617500400	LIVROS INST.	GRAND	HOTEL	73,640%	36	15	44	50	69	2
214620550630	CX. MICRO	VERM. 874.70.18		74,051%	33	51	182	10	277	28
214621050100	CX. 305x270x400	DUPLO	N:19	74,451%	41	24	61	10	97	10
214621050105	CX. 340x300x655	SIMPLES	N:20	74,836%	36	8	34	15	51	4
214620550180	CX. MICRO	VERM. 870.10.28		75,219%	34	28	110	30	165	6
214620550340	CX. MICRO	VERM. 871.11.20		75,589%	37	17	41	30	65	3
214620550320	CX. MICRO	VERM. 871.11.16		75,949%	34	30	104	30	158	6
214620100350	CART. 420x260			76,296%	28	134	591	100	878	9
214621050200	CX. 305x260x565	DUPLO	N:39	76,626%	42	11	32	10	49	5
214621050545	CX. 325x180x340	DUPLO	N:108	77,835%	38	9	34	10	52	6
214621050260	CX. 225x180x325	DUPLO	N:51	78,397%	37	21	69	10	107	11
214621050310	CX. 345x315x290	DUPLO	Nº.61	78,664%	35	13	50	10	76	8
214620550160	CX. MICRO	VERM. 870.10.24		78,928%	37	44	149	10	228	23
214620550640	CX. MICRO	VERM. 874.70.20		79,183%	35	42	157	10	237	24
214620550140	CX. MICRO	VERM. 870.10.20		79,430%	34	59	217	30	329	11
214621100022	CX.CJ.DIVERSOS	VERMELHA	9 pcs	79,674%	30	24	87	30	132	5
214618000573	INSTRUÇÃO	CONTINENTE		79,916%	32	86	193	25	314	13
214621050080	CX. 253x215x365	DUPLO	N:15	80,158%	35	17	58	10	88	9
214621050145	CX. 270x245x380	DUPLO	N:28	80,388%	34	11	42	10	63	7

Implementação de Metodologias Lean numa Unidade de Fabrico de Louça Metálica

214620550550	CX. MICRO	VERM. 873.66.24		80,607%	28	9	33	10	50	5
214620550690	CX. CANAL	B VERM. 874.70.32		80,822%	29	13	57	20	85	5
214621150092	CAPA PROT.P/FRIG.	ANTIAD	22/24	81,038%	39	25	65	250	103	2
214612650108	ETQ.VINIL	POINT-VIRGULE		81,252%	25	11	32	1000	50	2
214617500401	LIVROS INST.	GENÉRICA		81,466%	8	17	121	300	173	2
214620550120	CX. MICRO	VERM. 870.10.16		81,679%	31	50	182	10	276	28
214620550810	CX. MICRO	VERM. 875.25.14		81,890%	25	29	168	10	243	25
214620550650	CX. MICRO	VERM. 874.70.22		82,100%	33	19	78	10	117	12
214621050370	CX. 265x230x485	DUPLO	N:73	82,309%	35	12	36	10	56	6
214612650113	ETQ. VINIL	ARC SICA		82,717%	24	62	175	1000	275	2
214621050570	CX. 225x200x450	DUPLO	N:113	82,920%	33	6	27	10	40	5
214620300210	CX. P.P.AÇO	INOX 245	- 8 L	83,119%	46	46	92	10	154	16
214621051175	CX. 310x170x194	DUPLO	N:199	83,312%	23	30	112	10	169	17
214618000470	ROT. AU.	#NOME?		83,505%	36	95	270	250	423	2
214620550150	CX. MICRO	VERM. 870.10.22		83,695%	34	23	93	30	139	5
214620301020	CX. P.P.AÇO	INOX 220	- 6 Lts	84,071%	45	39	88	30	143	5
214621050225	CX. 430x255x285	DUPLO	N:44	84,801%	33	8	31	10	46	5
214621050585	CX. 395x225x370	DUPLO	N:116	84,977%	31	7	28	10	41	5
214620550130	CX. MICRO	VERM. 870.10.18		85,152%	32	34	159	30	234	8
214630145010	SACO 11x20	LOGO SILAMPOS	0	85,326%	35	78	228	3000	356	2
214621051165	CX. 305x270x265	DUPLO	N:197	85,498%	20	21	83	10	125	13
214621050565	CX. 465x200x165	DUPLO	N:112	85,662%	38	9	28	10	43	5
214621050160	CX. 475x290x200	DUPLO	N:31	85,823%	30	8	33	10	49	5
214621051155	CX. 220x195x235	DUPLO	N:195	85,984%	23	19	70	10	106	11
214620550330	CX. MICRO	VERM. 871.11.18		86,139%	26	9	33	30	51	2
214621050550	CX. 350x200x355	DUPLO	N:109	86,293%	29	5	17	10	25	3
214621051160	CX. 250x220x260	DUPLO	N:196	86,446%	23	21	80	10	121	13
214620550210	CX. CANAL	B VERM. 870.10.36		86,595%	22	10	58	10	84	9
214620550560	CX. MICRO	VERM. 873.66.26		86,742%	27	5	16	30	24	2

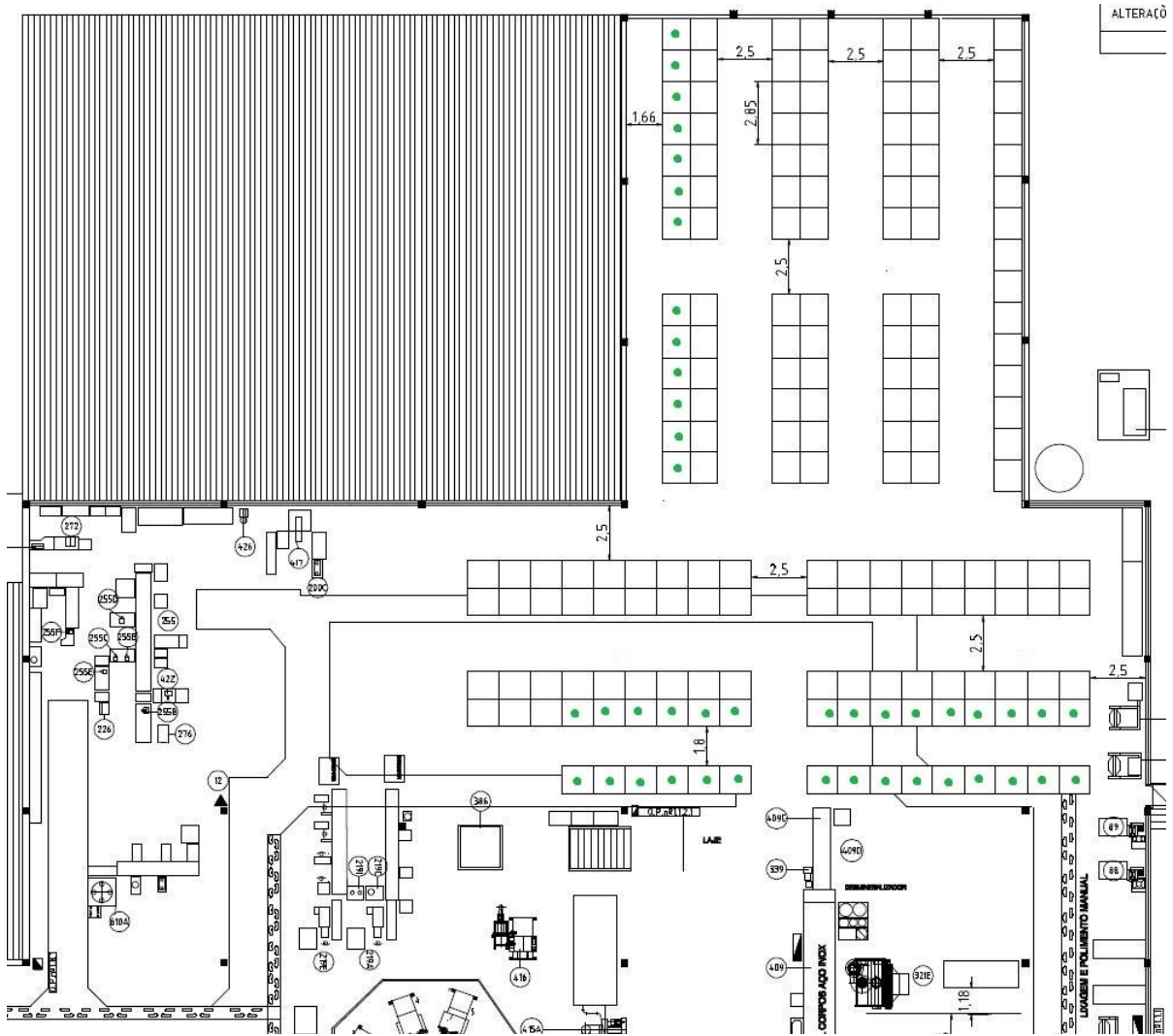
Implementação de Metodologias Lean numa Unidade de Fabrico de Louça Metálica

214621050220	CX. 440x290x140	DUPLO	N:43	86,889%	33	9	34	10	52	6
214621050320	CX. 500x250x480	SIMPLES	N:63	87,034%	36	12	40	15	61	5
214620550050	CX. MICRO	VERM. 858.71.24		87,319%	27	5	20	10	29	3
214620300220	CX. P.P.AÇO	INOX 245	- 10 L	87,456%	39	22	72	30	110	4
214621050305	CX. 475x280x255	DUPLO	N°.60	87,594%	29	4	24	10	34	4
214621050630	CX. 250x220x325	DUPLO	N.123	87,728%	19	15	68	10	100	11
214620550430	CX. CANAL	B VERM. 872.67.30A		87,994%	26	5	20	10	30	4
214620300020	CX. P.P.ALUM	220 -	6	88,125%	39	42	108	30	172	6
214620550190	CX. CANAL	B VERM. 870.10.32		88,257%	25	11	45	20	68	4
214621050240	CX. 270x245x525	SIMPLES	N:47	88,388%	30	4	14	15	21	2
214620100270	CART. 190x150	-112		88,518%	26	20	82	100	122	2
214620301010	CX. P.P.AÇO	INOX 220	-5	88,646%	42	24	60	30	96	4
214620300230	CX. P.P.AÇO	INOX 245	- 12 L	88,894%	36	15	53	30	80	3
214621150235	CAPA PROT.P/	FRIG ANTIAD	22/28	89,018%	33	46	209	250	310	2
214621050335	CX. 355x340x480	DUPLO	N°.66	89,262%	30	6	22	10	33	4
214621050215	CX. 420x250x140	DUPLO	N:42	89,382%	27	15	67	10	100	10
214620100325	CART. 330x270	-111		89,498%	21	13	62	100	92	2
214620300030	CX. P.P.ALUM	220 -	8	89,612%	35	26	67	10	106	11
214621050295	CX. 295x262x505	DUPLO	N:58	89,945%	27	3	14	15	20	2
214621050415	CX. 555x280x520	SIMPLES	N:82	90,051%	32	11	49	15	73	5
214621051170	CX. 410x340x325	DUPLO	N:198	90,156%	29	10	33	10	51	6
214621050420	CX. 555x280x590	SIMPLES	N:83	90,257%	30	6	28	15	42	3
214621050185	CX. 430x260x202	DUPLO	N:36	90,651%	28	3	15	10	23	3
214621150094	CAPA PROT.P/FRIG.	ANTIAD	26/28	90,748%	31	4	12	250	19	2
214617500230	LIVROS INST.	P.PRESSÃO	EASY	90,842%	34	10	27	300	42	2
214621050440	CX. 555x280x690	DUPLO	N:87	91,029%	29	5	25	10	36	4
214621050035	CX. 225x175x405	DUPLO	N:6	91,300%	27	6	22	10	34	4
214630145020	SACO 16x40	LOGO SILAMPOS	0	91,558%	27	24	78	1000	121	2
214621050150	CX. 230x200x345	SIMPLES	N:29	91,811%	26	2	14	15	20	2

Implementação de Metodologias Lean numa Unidade de Fabrico de Louça Metálica

214621050995	CX. DM1 395x310x198	Nº.168		91,895%	28	10	40	10	60	7
214618250058	ROT. AUT.	P/ CATAPLANA		92,060%	27	10	40	250	60	2
214620300010	CX. P.P.ALUM	220 -	5	92,141%	28	25	93	10	141	15
214618000380	INSTRUÇÃO	P/ ESPARGUETEIRA		92,302%	30	2	6	50	10	2
214620550960	CX. CANAL	B VERM.FONDUE	RECT	92,382%	26	19	85	10	126	13
214621150212	CAPA PROT.P/	GRELH.	ANTIA 24	92,541%	29	31	136	250	202	2
214621150222	CAPA PROT.P/	GRELHADOR	ANTIA	93,071%	26	4	14	250	21	2
214620300120	CX. P.P.ALUM	245 -	10	93,563%	27	9	28	10	43	5
214621150091	CAPA PROT.P/FRIG.	ANTIAD	16/20	93,698%	25	3	12	250	18	2
214620300170	CX. P.P.ALUM	270 -	18	93,948%	23	3	10	10	16	2
214620300130	CX. P.P.ALUM	245 -	12	94,124%	26	5	17	10	25	3
214621150233	CAPA PROT.P/	FRIG ANTIAD	16/20	94,295%	26	13	69	250	101	2

ANEXO J: Proposta de *layout* para o supermercado



Adaptado de documento interno da Silampos

ANEXO L: Lista de tarefas e tempos – Linha de acabamento das painéis de pressão

Posto	Operadores	Tarefa	Tempo (s)
Posto 1	1	Colocação da junta	12
Posto 2	1	Marcação da rastreabilidade	7
		Colocar cinta (autocolante)	5
Posto 3	1	Montagem de 2 válvulas	10
		Montagem parafuso central	12
Posto 4	1	Montagem do travessão	7
		Montagem do travessão na tampa	8
Posto 5	1	Ensacar corpo	5
		Colocação do cesto no corpo	2
		Colocação das asas no corpo	2
		Colocação do livro no corpo	2
Posto 6	2	Teste da tampa	3
		Colocar cartão na tampa	2
		Tampa em cima do corpo	2
		Abre embalagem vazia	3
		Colocação do corpo na caixa	7
		Fecha embalagem e arruma	2
		Cola etiqueta rastreabilidade	3
		Cola etiqueta 1	4
		Cola etiqueta 2	4
Posto 7 (fora da linha)	1 (ou mais, quando a linha está parada)	Montagem da válvula	16
		Teste da válvula	8
		Ensacamento das válvulas, asas e parafuso	12
		Montagem do parafuso com caixa de esferas e anilha	4
		Montagem do cesto	7
		Ensacar cesto	3

ANEXO M: Acabamento panels de pressão – antes e depois



ANEXO N: *Standard Work* – Instruções de trabalho da célula de painéis de pressão

POSTO DE TRABALHO 1		Standard Work - Painéis de Pressão				SILAMPOS	
Nº	Tarefa	Tempo (s)	Gráfico de execução (segundos)				
			10	20	30	40	50
1.1	Colocar cinta (autocolante)	5	[Timeline bar from 0 to 5s]				
1.2	Marcação da rastreabilidade	7	[Timeline bar from 5 to 12s]				
1.3	Montagem do cesto	7	[Timeline bar from 12 to 19s]				
1.4	Ensacar Cesto	3	[Timeline bar from 19 to 22s]				
1.5	Colocar cesto no corpo	2	[Timeline bar from 22 to 24s]				
1.6	Ensacar corpo	5	[Timeline bar from 24 to 29s]				
1.7	Colocar livro no corpo	2	[Timeline bar from 29 to 31s]				
1.8	Colar etiqueta 1	4	[Timeline bar from 31 to 35s]				
1.9	Colar etiqueta 2	4	[Timeline bar from 35 to 39s]				
DURAÇÃO TOTAL		39	Observações: Entreaduda na tarefa 1.9				

POSTO DE TRABALHO 2		Standard Work - Painéis de Pressão				SILAMPOS	
Nº	Tarefa	Tempo (s)	Gráfico de execução (segundos)				
			10	20	30	40	50
2.1	Montagem da válvula	16	[Timeline bar from 0 to 16s]				
2.2	Teste da válvula	8	[Timeline bar from 16 to 24s]				
2.3	Ensacar Válvula + Asas + Parafusos	12	[Timeline bar from 24 to 36s]				
2.4	Colocar Saco de acessórios no corpo	2	[Timeline bar from 36 to 38s]				
DURAÇÃO TOTAL		38	Observações:				

POSTO DE TRABALHO 3		Standard Work - Painelas de Pressão		SILAMPOS															
Nº	Tarefa	Tempo (s)	Gráfico de execução (segundos)																
			10	20	30	40	50												
3.1	Colocação da Junta	12	[Bar chart showing task duration from 0 to 12 seconds]																
3.2	Montar parafuso central	12	[Bar chart showing task duration from 12 to 24 seconds]																
3.1	Montar 2 válvulas	10	[Bar chart showing task duration from 24 to 34 seconds]																
3.2	Montar parafuso + caixa de esferas + anilha	4	[Bar chart showing task duration from 34 to 38 seconds]																
DURAÇÃO TOTAL		38	Observações:																

POSTO DE TRABALHO 4		Standard Work - Painelas de Pressão		SILAMPOS															
Nº	Tarefa	Tempo (s)	Gráfico de execução (segundos)																
			10	20	30	40	50												
4.1	Montar travessão	7	[Bar chart showing task duration from 0 to 7 seconds]																
4.2	Montar travessão na tampa	8	[Bar chart showing task duration from 7 to 15 seconds]																
4.3	Testar tampa	3	[Bar chart showing task duration from 15 to 18 seconds]																
4.4	Colocar cartão na tampa	2	[Bar chart showing task duration from 18 to 20 seconds]																
4.5	Colocar tampa no corpo	2	[Bar chart showing task duration from 20 to 22 seconds]																
4.6	Colocar corpo na caixa	7	[Bar chart showing task duration from 22 to 29 seconds]																
4.7	Fechar embalagem e arrumar	2	[Bar chart showing task duration from 29 to 31 seconds]																
4.8	Abrir embalagem nova	3	[Bar chart showing task duration from 31 to 34 seconds]																
4.9	Colar etiqueta de rastreabilidade	3	[Bar chart showing task duration from 34 to 37 seconds]																
1.9	Colar etiqueta 2	Posto 1																	
DURAÇÃO TOTAL		37	Observações: Tarefa 1.9 de entregada no posto 1																