



Jacinto Filipe Portela Lourenço

Aplicação de Ferramentas Lean: Melhoria do Processo de Montagem de uma Linha

Dissertação apresentada para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia e Gestão Industrial

2017



UNIVERSIDADE DE COIMBRA



FCTUC FACULDADE DE CIÊNCIAS
E TECNOLOGIA
UNIVERSIDADE DE COIMBRA

DEPARTAMENTO DE
ENGENHARIA MECÂNICA

Aplicação de Ferramentas Lean: Melhoria do Processo de Montagem de uma Linha

Dissertação apresentada para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia e gestão industrial

Application of Lean Tools: Improvement of the Process of Assembly of a Line

Autor

Jacinto Filipe Portela Lourenço

Orientadores

Professor Doutor Cristóvão Silva

Engenheira Cristina Cruz

Júri

Presidente	Professor Doutor Pedro Mariano Simões Neto Professor Auxiliar da Universidade de Coimbra Professor Doutor Luís Miguel Domingues Fernandes Ferreira Professor convidado da Universidade de Coimbra
Vogais	Professor Doutor Cristóvão Silva Professor Auxiliar da Universidade de Coimbra
Orientador	Professor Doutor Cristóvão Silva Professor Auxiliar da Universidade de Coimbra

Colaboração Institucional



Coimbra, Setembro, 2017

Aos meus pais.

Agradecimentos

Agradeço a todos os que, direta ou indiretamente, me ajudaram na elaboração desta dissertação, com particular ênfase ao meu orientador, Prof. Doutor Cristóvão Silva, e à minha família por todo o apoio e paciência.

À Mercatus (polo II), principalmente ao Gabinete dos processos, por todo o auxílio e dedicação em compartilhar conhecimentos e pelo apoio dedicado ao projeto.

Resumo

Devido à crescente exigência dos consumidores e à elevada competitividade, é imprescindível que as organizações otimizem os seus processos internos com o objetivo de minimizar ou eliminar desperdícios. Neste sentido, é indispensável que as organizações apostem na implementação de técnicas *Lean* e de melhoria contínua, visando estabilizar e melhorar os processos, promover a normalização do trabalho e permitir um fluxo na cadeia de valor do livre desperdício.

O projeto realizado na Mercatus incide no projeto de melhoria contínua, nomeadamente da linha 5- kit's, que vai ao encontro de um novo balanceamento, novo *takt-time*, melhoria de produto, melhoria de linha, entre outros.

O objetivo referido foi atingido, tendo sido feitas inúmeras alterações ao nível do processo produtivo e também ao nível do sequenciamento de peças.

Além dos objetivos de primeira linha, foram ainda alcançados outros resultados que contribuem para a maior eficácia do sistema produtivo da empresa, como o projeto *Kaizen* (minicamp).

Depois da implementação de ferramentas *Lean*, são analisados os resultados, bem como o impacto que essas mudanças causam no setor. É importante adotar uma postura de melhoria contínua, tendo sempre em mente que nunca nada está totalmente otimizado e que é sempre possível fazer melhor.

Palavras-chave: Ferramentas *Lean*, projeto *kaizen*, *takt-time*, melhoria de produto, melhoria de linha.

Abstract

Due to the growing consumer's demands and high competitiveness, it is essential that the organizations optimize their internal process with the aim set to minimize or eliminate waste. Thus, it is extremely necessary that organizations invest in the implementation of Lean techniques and continuous improvements, aiming to the process' stabilization and improvement, to promote work's standardization and allow the free waste's chain of value to flow.

The project carried out at Mercatus focuses on the project of continuous improvement, namely line 5-kit's, which meets a new balance, new takt-time, product improvement, line improvement, among others.

The goal was reached, and numerous changes were made to the productive process and also to the piece sequencing.

In addition to the first-line goals, other results that contribute to a higher efficiency of the company's productive system were also achieved, such as the Kaizen project (minicamp).

After implementing Lean tools, the results are analyzed as well as the impact that those changes causes in the sector. It is important to adopt a posture of continuous improvement, always keeping in mind that nothing is ever fully optimized and that there's always room for improvements.

Keywords: Lean tools, keizen project, takt-time, product improvement, line improvement.

Índice

Índice de Figuras	xi
Índice de Tabelas	xiii
1. INTRODUÇÃO	1
2. Descrição da empresa	3
2.1. Missão, Visão e Valores	3
2.2. Qualidade e Ambiente	4
2.3. Política da Qualidade e Ambiente	4
3. Revisão bibliográfica	6
3.1. Metodologia Lean	6
3.1.1. Princípios Lean	7
3.1.2. Significado de Valor	8
3.1.3. Significado de Desperdício	8
3.1.4. Tipos de Desperdícios	9
3.2. Metodologia 5's	11
3.3. Value Stream Mapping (VSM)	12
3.4. Ciclo PDCA	13
3.5. Takt- Time	15
3.6. Filosofia Kaizen	16
3.7. Tempos e Métodos	17
3.8. Balanceamento	19
3.9. Standard Work	19
3.10. Bordo de linha	20
3.11. Metodologia Mizusumashi	21
3.12. Quadro Yamazumi	22
4. Objetivos Propostos	24
4.1. SISPROM (Sistema de produção Mercatus- Lean Management)	25
5. Planificação da Produção	26
6. Casos de estudo	30
6.1. Fluxo produtivo da linha 5- Kit's	30
6.1.1. Melhorias implementadas na linha 5- Kit's	35
6.2. Preparatória Tig4/Pp4	43
6.3. Embalagem	51
7. conclusões	56
7.1. Trabalho Desenvolvido	56
7.2. Propostas Futuras	57
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	59
ANEXO A- exemplo de um YAMAZUMI apriori	61

ANEXO B- exemplo de um yamazumi posteriori	63
ANEXO C- Tempo da preparatória	65
.....	66

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1- ferramentas Lean.....	7
Figura 2- exemplo ilustrativo de uma rota do <i>Mizusumashi</i>	22
Figura 3- exemplo de um gráfico <i>Yamazumi</i>	23
Figura 4- foto ilustrativa do posto 1 e posto 2.....	31
Figura 5- foto ilustrativa do mono bloco (posto 2).....	32
Figura 6- foto ilustrativa do posto 3.	32
Figura 7- foto ilustrativa do posto extra (colocação da tampa).	33
Figura 8- foto ilustrativa do posto 4.	34
Figura 9- deslocação necessária do operador para colocar o produto na linha da qualidade.	35
Figura 10- gráfico <i>Yamazumi</i> inicial da linha.....	36
Figura 11- gráfico representativo do produto (kit) mais vendido em 2016.....	37
Figura 12- gráfico <i>Yamazumi</i> das primeiras amostras de tempos.	38
Figura 13- imagem da transformação do painel de comando do produto Kit.	39
Figura 14- aro do painel de comando.	39
Figura 15- janela do painel de comando.....	39
Figura 16- melhoria a nível do processo de colocação dos distanciadores.	40
Figura 17- soldadura do aumento de cobre na serpentina.	41
Figura 18- eliminação do desperdício de transporte da serpentina.	42
Figura 19- gráfico <i>Yamazumi</i> final.	43
Figura 20- visualização do espaço da preparatória (Tig4/Pp4).	47
Figura 21- <i>layout</i> do espaço da preparatória (Tig4/Pp4).....	48
Figura 22- <i>gemba</i> final da preparatória (Tig4/Pp4).....	49
Figura 23- bancada de soldadura Tig.	50
Figura 24- sinalética <i>kanban</i> da preparatória (Tig4/Pp4).....	51
Figura 25- situação atual da embalagem.	52
Figura 26- estado inicial do bordo de linha.	53
Figura 27- deslocação do bordo de linha.....	54
Figura 28- situação final do bordo de linha.....	54
Figura 29- aplicação da ferramenta 5's.	55

Figura 30- layout futuro da embalagem.	58
Figura 31- tempo de trabalho para as peças dos Kit's.....	65
Figura 32- tempo de trabalho para as peças dos X's.....	65
Figura 33- tempo de trabalho para as peças das R's.	66

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1- planificação Prevista e Real de produtos.....	26
Tabela 2- dias úteis de trabalho de cada mês.....	26
Tabela 3- distribuição diária de cada mês.	27
Tabela 4- tempo diário de trabalho.....	27
Tabela 5- distribuição <i>do takt-time</i> por mês.....	27
Tabela 6- lead time correspondente para cada linha.....	28
Tabela 7- balanceamento do número de pessoas para cada mês.	28
Tabela 8- tipos de desperdícios (linha 5- kit's).	36
Tabela 9-peças da linha do X's.....	44
Tabela 10- peças da linha das R's.	44
Tabela 11- peças da linha dos Kit's.....	45
Tabela 12- tempo diário de trabalho de um colaborador afetado a preparatória (Tig4 /Pp4).	46
Tabela 13- exemplo de uma tabela <i>Yamazumi</i> inicial.	61
Tabela 14-exemplo de uma tabela <i>Yamazumi</i> final.....	63

1. INTRODUÇÃO

Atualmente, o mercado é caracterizado por uma crescente procura de produtos personalizados e, conseqüentemente, um vasto leque de empresas que opta cada vez mais por produzir por encomenda (MTO- Make to order) (Stevenson et al., 2005). A globalização e a concorrência cada vez mais apertada obrigam as empresas a melhorar a capacidade de resposta, a qualidade e, ao mesmo tempo, a reduzir o custo dos produtos.

Neste contexto de melhoria, surge o *Lean Production*, que inspirado no sistema produtivo da Toyota (Ohno, 1988), tornou a marca japonesa na maior fabricante mundial de automóveis. A partir desse momento a produção *Lean* tornou-se uma abordagem global que abrange a aplicação de um conjunto de ferramentas e princípios, tendo em vista a eliminação de desperdícios, respondendo eficazmente às necessidades e expectativas do cliente (Hines & Taylor, 2000).

Sabendo que a produção *Lean* deve ser implementada num sistema de produção adequado, que promova os princípios enunciados para que, desta forma, ajude as empresas a alcançar os seus objetivos, isto é, satisfazerem as necessidades dos clientes com qualidade nos produtos, a um custo competitivo e com entregas atempadas. Estes são os objetivos da empresa onde se realizou o projeto. A empresa, denominada de Mercatus, dedica-se à produção de produtos para o setor Horeca, ou seja, produtos de refrigeração.

No âmbito do Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial, foi proposta a realização de um estágio na empresa Mercatus (polo I), em Águeda, devido ao facto de se sentir uma clara necessidade de melhorar o tempo de ciclo das linhas de produção. Desde o início do estágio, foi clara a definição do projeto. Facilmente se percebeu quais os problemas que existiam, bem como a importância da sua resolução para a empresa. Desta forma, sendo um problema que a organização necessitava de resolver, foi mais fácil a compreensão de todos os colaboradores, sendo fundamental a ajuda destes para o sucesso do projeto.

Este trabalho está dividido em sete capítulos. No capítulo que agora encerra encontra-se a introdução do relatório, onde é feito um enquadramento do projeto. O capítulo seguinte é composto pela apresentação da empresa, descrevendo a missão, valor e objetivos da mesma. No terceiro capítulo caracteriza-se a revisão bibliográfica, onde se

aborda o significado da Filosofia *Lean*, os desperdícios e algumas ferramentas Lean. O quarto capítulo vai ao encontro dos objetivos propostos pela empresa. No capítulo quinto é apresentado a planificação da produção, de modo a demonstrar o funcionamento da empresa. No que diz respeito aos casos de estudo, estes são expressos no capítulo sexto, bem como a sua análise. Por último, o sétimo capítulo apresenta a conclusão do trabalho bem como uma perspetiva de desenvolvimentos futuros, sendo apresentados alguns projetos que não foram realizados, mas que num futuro próximo, podem ser úteis para o crescimento da organização.

2. DESCRIÇÃO DA EMPRESA

A MERCATUS fundada em 1995 dedica-se ao fabrico de equipamentos de refrigeração comercial para o setor HORECA - Hotelaria, Restauração e Catering. Por ser uma empresa vocacionada para a exportação, o grau de exigência na qualidade do fabrico dos equipamentos é elevado.

A empresa dispõe de duas unidades fabris em Águeda, o Pólo I na Z.I. Norte e o Pólo II na Z.I. do Vale do Grou. A sede administrativa e todos os serviços comuns estão localizados no Pólo I.

2.1. Missão, Visão e Valores

A missão da Mercatus é produzir equipamentos adequados às condições ideais de cada tipo de alimento e ao conforto e eficiência na utilização, criando valor que supere as expectativas dos parceiros de negócios, aumente os resultados dos acionistas e melhore a vida dos colaboradores.

A visão da Mercatus aponta para o crescimento sustentado da empresa, envolvendo e desenvolvendo os colaboradores para a excelência dos produtos e serviços, a permanente adaptação ao mercado e as melhores práticas produtivas e de inovação, em interação ética com o ambiente social e responsável com o ambiente natural.

O código de valores partilhado e praticado pela empresa é expresso da seguinte forma:

- **CLIENTE:** é por ele que existem, é para ele que trabalham;
- **EXCELÊNCIA:** procuram fazer a cada momento, cada vez melhor;
- **AGILIDADE:** orgulham-se de ser flexíveis, adaptáveis e proactivos;
- **COMPROMETIMENTO:** empenham-se com eles próprios e assumem as responsabilidades porque sentem a empresa como deles;
- **COLABORAÇÃO:** formam equipas coesas e cooperam para o benefício de todos;

- **ÉTICA:** acreditam na sinceridade, no respeito e na integridade para construir relações de confiança.

2.2. Qualidade e Ambiente

A Mercatus detém duas importantes certificações segundo normas internacionais, as quais são ferramentas estratégicas para a empresa.

A ISO 9001, desde 1998, garante a gestão da qualidade para ajudar a obter vantagens competitivas através da melhoria da qualidade e do aumento da satisfação dos clientes.

A ISO 14001, desde 2009, certificada em gestão ambiental, no âmbito da prossecução de benefícios ambientais, reduzindo a pegada ecológica e os impactos negativos sobre o meio ambiente.

2.3. Política da Qualidade e Ambiente

A Política da Qualidade e Ambiente da Mercatus é suportada pelos valores partilhados por todas as partes interessadas e dá cumprimento à missão e visão da organização. Assim, a Política da Mercatus assume os seguintes compromissos:

- Cumprir os requisitos legais, normativos, estatutários ou outros requisitos que a Mercatus subscreva aplicáveis a equipamentos refrigerados para o sector HORECA e aos seus aspetos ambientais associados;
- Melhorar continuamente todos os processos e produtos, tendo em vista também a proteção do ambiente;
- Proporcionar aos nossos clientes uma oferta diferenciada e personalizada de produtos caracterizada por uma elevada flexibilidade produtiva, sustentada numa forte componente tecnológica do processo;
- Produzir, visando a minimização dos impactes ambientais significativos, nomeadamente consumo de energia, utilização de fluidos frigorigénos, consumo de papel e gestão de resíduos;
- Considerar as melhores técnicas disponíveis e meios de controlo, a fim de prevenir a poluição;

-
- Procuram ainda o envolvimento e comprometimentos de todas as partes interessadas (colaboradores, fornecedores e clientes) pois são partes ativas no cumprimento desta política.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. Metodologia Lean

O pensamento *lean* assenta num conjunto de conceitos, práticas e princípios que, juntos, sustentam a filosofia deste sistema de produção. "A base do sistema Toyota de produção é a absoluta eliminação do desperdício" (OHNO, 1927).

Perante isto, segundo Riani (2006), tem como objetivo fazer cada vez mais com cada vez menos, ou seja, utilizando menos o esforço humano, menos equipamentos, menos tempo e menos espaço, busca aproximar-se cada vez mais, para oferecer aos clientes exatamente o que eles desejam, no tempo certo. Uma teoria que assenta sobretudo na eliminação do desperdício da sobreprodução.

Sendo o *lean* uma estratégia de negócios para aumentar a satisfação dos clientes através da melhor utilização dos recursos, ou seja, procura fornecer, consistentemente, valor aos clientes com os custos mais baixos, através da identificação de melhoria dos fluxos de valor primário e de suporte, por meio do envolvimento das pessoas qualificadas, motivadas e com iniciativa. Segundo Rago (2003), o *lean manufacturing* é uma serie de processos flexíveis, que possibilita a produção ao menor custo, eliminando as perdas. Este sistema produtivo, também possibilita as empresas poderem fabricar uma grande variedade de produtos, conforme pedidos específicos, além de os entregar aos clientes com o lead time mais curto.



Figura 1- ferramentas Lean

3.1.1. Princípios Lean

Com o objetivo de eliminar desperdícios, a fim de tornar a empresa mais flexível e capaz de responder às necessidades dos clientes, entregando produto e serviço no menor tempo possível, com qualidade e baixo custo. Assim, a produção tem por base cinco princípios para Womack e Jones (2004):

Valor: o cliente é quem define a empresa. A mesma deve identificar e atender a necessidade do cliente e por fim cobrar o preço específico de forma a manter a competitividade no mercado;

Fluxo de valor: identificar e corrigir as atividades que não agregam valor ao cliente;

Fluxo contínuo: criar um fluxo de processo sem interrupções, desperdícios e stock, para que fluam os processos e as atividades, reduzindo o lead time;

Pull system: é deixar que o consumidor puxe o “valor”, ou seja, colocar um sistema puxado onde é dada a ordem exata de produção ao processo anterior;

Qualidade: é o aprimoramento contínuo em busca da perfeição, a partir do momento em que a empresa especifica o valor com exatidão, identifica o fluxo de valor, busca o fluxo contínuo do seu processo e deixa que o cliente puxe o valor, a perfeição deixa de ser uma utopia.

3.1.2. Significado de Valor

Valor é tudo aquilo que justifica a atenção, tempo e o esforço que se dedica a algo. Quando é sentido que não vale a pena, não se vai, não se compra, não se dedica tempo ou atenção.

As Empresas existem para criar valor. O valor que as mesmas geram destina-se à satisfação simultânea de todas as partes interessadas (stakeholders). Desta forma, todas as atividades realizadas e que não vão ao encontro das necessidades e expectativas das partes interessadas devem ser classificadas como “ desperdícios”, por muito úteis que sejam essas atividades.

Neste seguimento, uma empresa para criar valor para os seus *stakeholders* deve centrar-se nas atividades que vão ao encontro da satisfação dos mesmos, procurando eliminar todas as formas de desperdícios (muda em Japonês). Em média, mais de 95% do tempo de uma organização é despendido na realização de atividades muda que não acrescentam valor, por exemplo deslocações, inspeções, tempos de espera, etc. Assumindo uma atitude proativa (Pensamento lean), não se trata de 95% de desperdício, mas sim de 95% de oportunidades. De facto, as empresas ao identificar e quantificar o desperdício que geram, estão, simultaneamente, a revelar um mundo de novas oportunidades.

3.1.3. Significado de Desperdício

O termo desperdício refere-se a todas as atividades que são realizadas e que não acrescentam valor. Estas atividades *muda* consomem recursos e tempo e, em última análise, fazem com que os produtos ou serviços que são disponibilizados no mercado sejam mais dispendiosos do que deviam.

Existem duas formas de desperdício: o puro desperdício e o desperdício necessário.

- Puro desperdício – atividades totalmente dispensáveis, como por exemplo, reuniões onde se fala de tudo e nada se decide, deslocações, paragens e avarias. As empresas

têm a obrigação de eliminar totalmente este tipo de *muda*. O puro *muda* chega a representar 65% do *muda* nas organizações.

- Desperdício necessário – embora não acrescentando valor, estas atividades têm de ser realizadas. Por exemplo, a inspeção da matéria-prima adquirida, realização de *setups*, deslocações necessárias, testes de equipamentos, etc. As empresas têm o dever de reduzir a presença deste tipo de *muda*. Relativamente à matéria-prima, a empresa poderá optar por um fornecedor mais fiável, ou em colaboração com este, melhorar a qualidade dos materiais de forma a diminuir ou até dispensar a inspeção e o controlo.

O *muda* pode ainda ser classificado como visível e invisível, existindo este último em maior abundância nas empresas e sendo o mais difícil de combater. Qualquer que seja a classificação que se usa, o primeiro passo deverá ser sempre a identificação do desperdício.

3.1.4. Tipos de Desperdícios

- Esperas - na produção podem surgir avarias de equipamentos, de mudança de ferramentas, de atrasos, da falta de material ou mão-de-obra, de *layout* deficiente, da interrupção de sequência de operações ou da existência de gargalos na produção. Para reduzir os problemas da espera pode-se adotar uma manutenção preventiva, sequenciar e planear a produção para reduzir mudanças de ferramentas. É plausível recorrer ao planeamento da produção e acompanhar o seu desenvolvimento, à reestruturação de *layout*, à análise de capacidades e otimização de recursos.
- Defeito – é o desperdício mais usual, surge de problemas internos da qualidade, com produtos rejeitados, danificados por transporte ou armazenamento o que automaticamente implicam o dobro do trabalho. Esse aumento de trabalho consiste num acréscimo do custo de produção.

De modo a evitar esta ocorrência, deve-se focalizar na melhoria da qualidade do produto/serviço, elaborar instruções de trabalho adequadas e ter um bom controlo interno da qualidade.

- Transporte - é considerado uma movimentação desnecessária sempre que se faça algo que não acrescenta valor e seja dispensável, por exemplo um mau *layout* de postos de trabalho.

Para combater os efeitos do transporte desnecessários, deve-se optar por boas práticas, tais como, colocar stock de material próximo do posto de trabalho e planejar a reposição de stock do posto.

- Movimentação - assenta no excesso de movimentos usados para realizar determinada operação. Deve-se geralmente a *layouts* mal elaborados, obstáculos no caminho que fazem com que o operador tenha que se desviar para chegar ao seu destino.

A utilização do estudo de tempos e métodos contribui para a eliminação de movimentos desnecessários, melhorando assim a rotina de operações.

- Excesso de stock - este desperdício está ligado ao excesso de matérias-primas, o que atinge diretamente o capital da empresa, fazendo com que a mesma fique com alto nível de stock, ou seja, “dinheiro parado”. Na maioria das vezes ocorre porque os fornecedores não conseguem entregar no prazo acordado, ou o sistema da empresa não corresponde com o que realmente se tem armazenado nesta empresa.

Par se evitar ou reduzir o excesso de stock é necessário adotar a ferramenta *just-in-time* e ter em stock apenas o material necessário.

- Processo inadequado – consiste na existência de um processo desajustado que pode ter origem em instruções de trabalho pouco claras, requisitos de clientes não definidos ou pouco específicos, ou de especificações de qualidade excessivas.

Para se minimizar este tipo de desperdício deve-se padronizar o trabalho/processo, a elaboração de instruções claras e objetivas. Deve-se procurar conhecer e transmitir os requisitos do cliente devidamente. As especificações da qualidade, por exemplo, devem ser definidas, as estritamente necessárias.

- Superprodução – é o maior desperdício das empresas, também considerado como a fonte de todos os outros desperdícios. Implica assim um consumo desnecessário de matérias-primas, a ocupação desnecessária do armazém, a indevida ocupação dos meios de transporte, o excessivo stock e mão-de-obra não controlada, entre outros. Por outro lado, este desperdício ocorre geralmente devido à falta de coordenação entre a demanda e a produção. Deste modo, para evitar o excesso de produção, deve

apenas produzir-se o estritamente necessário, com antecipação e nos tempos necessários.

3.2. Metodologia 5's

A presente ferramenta em estudo tem como objetivo geral a busca pela organização do ambiente de trabalho por meios eficientes, simples e com baixo custo de investimento. Para isso, é necessário definir qual o material indispensável para a realização das operações referentes ao posto de trabalho, por conseguinte, o material desnecessário deve ser descartado desse posto de trabalho.

Segundo Coustois, Pillet e Martin- Bonnefous (2003), os industriais japoneses costumam dizer que toda a ação de *just in time* deve começar por, pelo menos, dois anos de campanha dos 5's.

Liker (2004) refere que todas as atividades inerentes a esta metodologia visam eliminar os desperdícios que contribuem para erros, defeitos e acidentes de trabalho, através da aplicação de um método de gestão visual. Hoje, os nossos colaboradores já não veem mais o 5's como uma obrigação e sim como um benefício, o programa já faz parte da cultura da empresa (Silva, 2010).

A sigla 5s deriva das iniciais de 5 palavras japonesas: *Seiri*, *Seiton*, *Seison*, *Seiketsu* e *Shitsuke*. Osada (1991) refere que a ordem das atividades que compõem os 5S não é importante, sendo que estão todas interligadas e devem ser implementadas simultaneamente e de forma cíclica.

- *Seiri* (organização): nesta fase de uma forma genérica, aquilo que não se utiliza só atrapalha. Esta organização e colocação de tudo em ordem segue certos princípios e regras com o intuito de criar um sistema eficaz. Segundo Kaplan (2008), o primeiro passo é classificar, diferenciando tudo o que é necessário e não necessário. Os elementos considerados necessários, devem ser classificados segundo a frequência de utilização (frequente, ocasional, raramente).

- *Seiton* (arrumar): após a eliminação do material desnecessário, deve-se proceder à organização das matérias que são efetivamente necessárias. Essa arrumação dos materiais consiste na identificação de cada um desses materiais, e a alocação dos mesmos num lugar específico, de modo a facilitar a “procura “ do material. Para Kaplan (2008), os elementos de um posto de trabalho devem estar localizados na área de trabalho, numa proporção inversa à sua frequência de utilização. Para além disso, deve-se etiquetar todos os elementos, com a utilização de cores para auxiliar a gestão visual.
- *Seiso* (limpeza): é necessário uma limpeza com valor acrescentado, que vai de encontro ao desempenho funcional das máquinas e equipamentos. Assim, podem ser evitadas avarias e tempos de inatividade. Kaplan (2008) refere que um posto de trabalho limpo confere segurança, maior produtividade e menor exposição ao erro e acidente.
- *Seiketsu* (normalizar): deve-se normalizar/padronizar as melhores práticas. Pretendendo assim normalizar os procedimentos de limpeza, e definir normas para se manter todas as alterações conseguidas até esse momento.
- *Shitsuke* (disciplina): tem como função impedir que tudo volte ao que era antes. Sendo esta uma das etapas mais difíceis de implementar, dado que por norma as pessoas são resistentes à mudança, e neste caso, precisam de fazer uma mudança de rotina.

3.3. Value Stream Mapping (VSM)

O mapeamento do fluxo de valor é uma ferramenta essencial, para atingir os objetivos delineados pela produção *lean*, tendo como principal objetivo a realização de um diagnóstico acerca do fluxo de valor existente numa organização. Através deste diagnóstico, é possível verificar a existência de desperdício, sendo posteriormente adotadas medidas para a sua eliminação. Segundo Rother & Shook (2009), o estudo é realizado a um produto, desde

a forma de matéria-prima até ao produto acabado, identificando a relação entre o fluxo de material e o fluxo de informação, ao longo de toda a produção.

O funcionamento do VSM resume-se a dois tipos de fluxos da unidade produtiva: o fluxo de material e o fluxo de informação. Representa ainda, a linha de tempo que permite observar os tempos de espera e transporte entre operações, e também dados sobre o número de operários, tempos de Setup, e WIP. Estes dados são denominados por dados quantitativos. Para Rother e Shook (2009), o VSM é bastante útil no processo de visualização do fluxo de valor atual de um processo de produção de uma organização e consequentemente definição do fluxo de valor futuro. Segundo Chenetal (2010), o VSM consiste simplesmente na representação da informação sobre o fluxo de valor para um “mapa”, o qual representa o estado atual e o estado futuro do sistema de produção. Sendo que para o “primeiro” o VSM representa os fluxos de materiais e de informação atuais, ao longo de todo o sistema de produção atual; para o segundo aspeto, o VSM futuro representa o estado ideal do sistema de produção.

Sendo a ferramenta VSM útil para a identificação de desperdícios, no entanto apresenta algumas limitações, tais como a dificuldade em representar vários produtos de fluxos diferentes, ausência de indicadores financeiros, como por exemplo o custo de operação, despesas com o stock, entre outros, não faz a apresentação do layout, não demonstra problemas de transporte e filas de espera (Nogueira, 2010).

3.4. Ciclo PDCA

É uma ferramenta da qualidade utilizada no controlo do processo para a solução de problemas. Tendo por base a repetição sucessiva dos processos, para que se busque a melhoria de forma continuada. Apresentando como objetivo agilizar e clarificar o processo de resolução de problemas da organização. Este método apresenta uma sequência de atividades que devem ser seguidas, passo a passo, para a resolução de problemas.

- *Plan* (planejar): planejar o trabalho a ser realizado através de um plano de ação, após a identificação, reconhecimento das características e descoberta das causas principais do problema (projeto de garantia da qualidade).
- *Do* (executar): realizar o trabalho planejado, de acordo com o plano de ação (execução da garantia da qualidade, cumprimento dos padrões)
- *Check* (verificar): medir ou avaliar o que foi feito, identificando a diferença entre o realizado e o que foi planejado no plano de ação (verificação do cumprimento dos padrões da qualidade).
- *Act* (agir): após a análise dos resultados obtidos, é necessário atuar sobre o plano executado, melhorando-o, se necessário, ou promovendo uma melhoria dos processos.

Segundo Tapping (2008), o ciclo de *Deming* é uma ferramenta de grande utilidade na análise e melhoria dos processos organizacionais, para a eficácia do trabalho em equipa e, fundamentalmente, no apoio à gestão e à tomada de decisão, quer no departamento de manutenção quer da organização.

3.5. Takt- Time

Para chegar a um processo que produz somente aquilo que o processo seguinte necessita e quando necessita, é necessário conhecer o valor do *takt-time*. Este valor tem como significado a frequência com que devemos produzir um componente, baseando-se no ritmo de vendas para atender à procura dos clientes. O mesmo valor é calculado, dividindo o tempo disponível de trabalho, por turno, pelo volume da procura do cliente por turno.

$$Takt - time = \frac{\text{Tempo de trabalho disponível por turno}}{\text{Procura do cliente por turno}}$$

Sendo o *takt-time* utilizado para sincronizar o ritmo de produção com o ritmo de vendas, sendo interpretado como o tempo máximo para produzir uma única peça, pondo em acção todos os recursos do fluxo de valor, a fim de atender a encomenda do cliente (Rother & Shook, 1999)

No entanto, o conceito de *takt-time* não pode ser interpretado sozinho, mas sim contestado com o tempo de ciclo dos produtos. Para Rother e Shook (1999), o tempo de ciclo é o tempo transcorrido entre a saída de uma peça e a saída da seguinte.

Caso o tempo de ciclo seja superior ao tempo de *takt-time*, a empresa não consegue cumprir a encomenda do cliente, por outro lado, se o tempo de ciclo for menor do que o *takt-time* pode ocorrer o excesso de produção.

Tendo esta ferramenta algumas limitações, em um primeiro momento, não considera a capacidade de produção para ser calculado, no entanto, a capacidade de um recurso pode fazer com que o valor assumido para o *takt-time* seja alterado para um *takt-time* efetivo, ou seja, aquele que é possível ser cumprido, caso não haja capacidade para cumprimento do *takt-time*.

Para Alvarez e Antunes Jr (2001), o *takt-time* efetivo é sempre limitado, seja pela capacidade (representada pelo tempo de ciclo), seja, pela encomenda (representada pelo *takt-time* calculado).

Para um ótimo funcionamento da ferramenta, o conceito deve ser vinculado ao processo de planeamento e controlo da produção, pois é uma forma de evitar que o sistema

seja sobrecarregado em momentos de pico, mesmo tendo condições para responder à encomenda do cliente.

3.6. Filosofia Kaizen

Existem duas abordagens para a resolução de problemas. A primeira envolve a inovação - aplicação da mais recente tecnologia ao menor custo e investimento de grandes somas. A segunda abordagem utiliza o bom senso, ferramentas de baixo custo, *checklists* e esforços, para os quais não precisamos de muito dinheiro. Esta abordagem começa com *Kaizen*. O *Kaizen* envolve todos na organização, e o trabalho em equipa é o segredo do sucesso, segundo Masaaki Imai (1997).

Essencialmente, o foco do *kaizen* é o modo de pensar de todos os líderes e funcionários, uma atitude de autorreflexão e até mesmo de autocritica, um cessante anseio de melhorar. É a mudança da situação atual de um processo, sendo analisado e rapidamente implementado, onde as melhorias se traduzem em benefícios concretos (linker, 2005).

Kaizen é uma palavra pronunciada por *Ky Zen*. A tradução de *Kai* é mudança e a tradução de *Zen* é bem ou o melhor. A palavra *Kaizen* quando aplicada significa melhoria contínua. É uma filosofia que se baseia na eliminação do desperdício, a partir do uso de soluções a baixo custo (Sing e Sing, 2009; Lourindo et al., 2006).

Para Sharma (2003,p. 114), a ferramenta *kaizen* utiliza questões estratégicas baseadas no tempo. Nesta estratégia, os pontos-chave para a produção ou processos produtivos são: a qualidade (como melhorá-la), os custos (como reduzi-los e controlá-los), e a entrega pontual (como garanti-la). O fracasso de um destes três pontos significa perda de competitividade e sustentabilidade nos atuais mercados globais.

Murugan (2005) relatou, a partir de vários estudos sobre a produtividade americana, que os métodos utilizados pelas empresas para aumentar a produtividade assentavam na procura de melhorias inovadoras através da inovação tecnológica, grandes investimentos e bons engenheiros. Já nas empresas japonesas, o método mais utilizado para aumentar a produtividade era incentivar e envolver as pessoas das empresas na procura de pequenas melhorias a baixo custo.

Pesquisas de Farris, Aken, Doolen & Worley (2008), apontam que os eventos *Kaizen* são cada vez mais comuns e são apontados como mecanismos de melhoramento organizacional na área de transformação de trabalho e desenvolvimento dos colaboradores.

Para Masaaki Imai (1986), a implementação das práticas de melhoria continua assente em três pontos-chave, tais como:

- *Everybody* (todas as pessoas): o envolvimento de todos conduz à quebra de barreiras hierárquicas, encorajando a mudança e a inovação. Por exemplo, para Thessaloniki (2006), uma boa otimização de recursos pressupõe a criação de equipas multifacetadas, de modo a que determinada tarefa seja atribuída ao colaborador mais qualificado para a executar. Consegue-se, assim, atingir os objetivos com uma maior eficiência e eficácia;
- *Everyday* (todas as dias): para se tornar uma rotina, o espírito *kaizen* deve ser implementado diariamente;
- *Everywhere* (todas as áreas): todos os sectores de uma organização necessitam de melhoria continua.

Sabendo desde logo que atualmente a filosofia *kaizen* é implementada em áreas tão distintas como serviços administrativos, indústrias de processo, linha de montagem, saúde, etc.

3.7. Tempos e Métodos

O estudo de tempos e métodos contribuirá com dados mais seguros no que diz respeito ao tempo padrão do processo analisado e a definição de variáveis, tais como, percurso de trabalho, balanceamento da linha, viabilizações, carga homem, carga máquina, indicadores da produtividade e qualidade.

Todo este conjunto de dados em busca de uma distribuição racional da quantidade ou volume de trabalho, entre todos os colaboradores da célula. Analisando os tempos, é permitido fazer um balanceamento e equilibragem de postos, com vista a evitar situações de espera em algum posto. Esses mesmos tempos baseiam-se na divisão do todo, ou seja, no processo em operações parciais, a partir da sua observação e análise. Sabendo que essa decomposição de operações possibilita eliminar movimentos inúteis e ainda simplificar,

racionar, ou fundir os movimentos úteis, proporcionando economia de tempos e esforço do operário.

Segundo Furlani (2011), o estudo de tempos e métodos pode ser definido como uma análise ao sistema que possui pontos identificáveis de entrada, transformação e saída, estabelecendo padrões que facilitam as tomadas de decisões. Assim, é possível favorecer o incremento da produtividade e manuseamento da informação de tempos, com o objetivo de decompor e decidir sobre qual o melhor método a ser utilizado nos trabalhos de produção.

Para Meyers (1999), *Taylor* foi a primeira pessoa a usar o cronómetro para estudar o trabalho e, portanto, é chamado “Pai do estudo do tempo”.

A crono análise que teve a sua origem em tempos e métodos, com base nessa ferramenta, define os parâmetros tabelados de várias formas, coerentemente e culmina na racionalização industrial. Segundo Toledo (2004), o tempo padrão por si só nada vale, como sabemos é ato mecânico, onde o cronometrista, segundo uma norma de ação, determina um tempo de produção em uma folha de papel que, sendo apenas arquivado, nenhum benefício terá.

O autor Anis (2011), afirma que, como resultado da crono análise, busca-se o tempo padrão que determina por sua vez um tempo de produção, onde o analista o utilizará na determinação de parâmetros relativos à produtividade e conseqüentemente da qualidade.

Segundo (Toledo, 2004), o tempo normalizado é o tempo requerido por um operário qualificado, trabalhando no ritmo normal dos operários, em geral, sob supervisão hábil, para completar um elemento, ciclo ou operação, seguindo o método já existente. Sendo também a soma de todos os tempos elementares normais que constituem um ciclo ou uma operação. O tempo padrão é definido como o tempo necessário para um operário qualificado, trabalhando a um ritmo normal, sujeito a demoras e a fadigas para executar uma quantidade definida de trabalho, seguindo um método pré-estabelecido.

Ao propor-se cronometrar uma operação, deve-se, antecipadamente, determinar os pontos de destaque, isto é, dividir os principais elementos das operações, analisando-os devidamente e de seguida, cronometrará-los em quantidade, que oscile entre 10 a 40 observações, segundo o autor Lidório (2011).

3.8. Balanceamento

Esta ferramenta tem como objetivo proporcionar o máximo de produtividade e eficiência, maximizando a utilização da mão-de-obra. Pretendendo assim eliminar esperas, anular os respetivos gargalos dos processos e mantendo o ritmo de trabalho conjunto.

Para Zupan e Herakovic (2015), significa o nivelamento ou distribuições de operações de trabalho para as respetivas estações, em todas as actividades, ao longo da linha de produção, de tal forma que esta distribuição seja ótima e remova gargalos.

Para a filosofia *lean manufacturing* é importante o controlo do processo para a eliminação do desperdício. Segundo Abdullah (2003), o balanceamento da linha é considerado uma ótima ferramenta de redução de desperdício, principalmente pela redução do tempo ocioso dos operadores. Balancear uma linha de montagem é o processo por meio do qual a carga de trabalho é dividida entre os operadores, em uma linha de produção de modo a colher o *takt-time*.

3.9. Standard Work

É uma ferramenta *Lean* que foi desenvolvida em 1950 por *Ohno* (Art of lean, 2006). Não é mais do que a normalização dos postos de trabalho, eliminando todas as ações que não acrescentam valor ao processo e, portanto, consideradas desperdício dos operadores.

Coimbra (2009) acrescenta que o *standard work*, é o desenvolvimento de normas de trabalho que representam a melhor forma conhecida de efetuar esse mesmo trabalho. Para um fluxo constante, a linha tem de produzir dentro do *takt-time* e com um tempo de ciclo constante. O *standard work* é um procedimento que estabelece métodos e sequência para cada processo e é considerado a base para conseguir alta produtividade, qualidade e segurança, segundo Tapping et al. (2002).

Para Abdullah (2003) o *standard work*, juntamente com a minimização do stock em processo e a eliminação dos desperdícios, garante que o balanceamento de uma linha seja atingido de forma eficiente.

3.10. Bordo de linha

O bordo de linha é o termo utilizado para referenciar o que está junto à linha de montagem, como as estantes e os materiais. Neste sentido, deve ser permitido oferecer aos operadores as melhores condições de forma a:

- Reduzir os tempos de pegar nas peças;
- Eliminar as operações penosas;
- Eliminar paragens por falta de abastecimento;
- Eliminar as operações inúteis;
- Criar uma boa gestão visual;
- Criar trabalho normalizado;
- Reduzir o tempo de mudança de série.

No seguimento desta filosofia, todas as peças - materiais necessários para a montagem do produto - devem estar no bordo de linha, dispostas por referências únicas e fixas. O abastecimento deve ser curto, ou seja, garantir uma rápida mudança de série, em pequenas quantidades. As paletes devem ser eliminadas do bordo de linha, melhorando assim a ergonomia dos postos, e de modo a não existirem paragens resultantes de falta de abastecimento. Um abastecimento através de pequenas quantidades, garante assim a diminuição da percentagem de defeitos, pois só existe um tipo de componente arrumado individualmente.

A utilização deste tipo de abastecimento permite aos operadores retirar, mais facilmente, as peças de pequenos contentores, muito mais ergonómicos e leves. Há ainda ganho em espaço, pois pequenos contentores significam pouca área de passagem e ocupação.

Segundo Neves (2009), ao produzirem-se lotes pequenos, não só o tempo de “não processo” é diminuído, como também o controlo de qualidade se torna mais fácil. Os defeitos são mais facilmente descobertos e os problemas de falta de qualidade repetidos são mais fáceis de evitar.

Assim no bordo de linha devem ser tidos em conta os seguintes aspetos:

- Melhoria da eficiência do posto de trabalho;

-
- Redução de grandes volumes;
 - Redução dos tempos de operação;
 - Ganhos na simplificação do trabalho de *picking*;
 - Redução das operações pouco frequentes;
 - Redução das operações complementares.

3.11. Metodologia Mizusumashi

Esta metodologia assegura o abastecimento de componentes às linhas de montagem, que simplifica e aumenta a eficiência e a flexibilidade de transporte de peças para os postos de trabalho. O *Mizusumashi* surge associado ao termo de “ comboio logístico” que contém várias carruagens de transporte de peças. É o elemento mais importante na criação de fluxo na logística interna, pois assegura a funcionalidade das linhas, fornecendo material para trabalhar. A disponibilização de material aos operadores, na quantidade necessária e quando necessária é a principal função do operador logístico, servindo também para o transporte, nos trajetos de retorno, dos pedidos a satisfazer nos ciclos seguintes.

Para que o *Mizusumashi* funcione é necessário que o operador consiga identificar facilmente o material a levar para a linha, as cargas devem ser de pequenas quantidades e é necessário que exista uma rota para o operador seguir, assim como um ciclo de reabastecimento. Uma ficha de *standard work* para o abastecedor, é fundamental para garantir o cumprimento de entrega de materiais e do *picking* destas linhas.

No paradigma tradicional, o transporte de materiais é realizado por empilhadores, porta-paletes ou carros de transporte, sempre que há necessidade de abastecimento de material na linha de montagem. Faz-se uma analogia deste transporte com um táxi, como ilustra a figura 2.

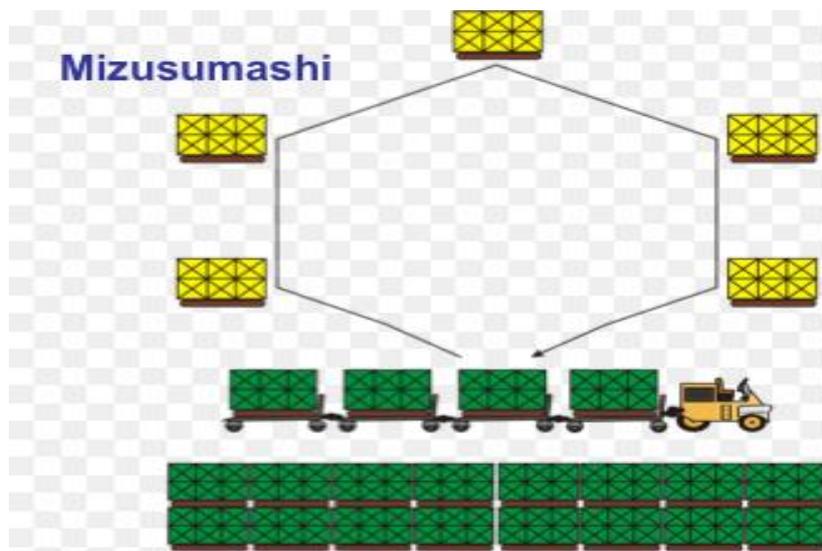


Figura 2- exemplo ilustrativo de uma rota do *Mizusumashi*

Segundo Coimbra (2009), se a empresa tiver 10 empilhadores e eles estiverem ocupados 90% do tempo, a probabilidade de, quando for necessário um, todos estarem ocupados é de $90\%^{10} = 35\% \geq 1/3$ do tempo que o “cliente” terá de esperar.

Em oposição, o *Mizusumashi* opera segundo um ciclo, chegando às estações de recolha e entrega de componentes a uma hora determinada, funcionando como um metro. Como passa em todos os locais, frequentemente, a rotação de material é maior permitindo ter menos material parado no bordo de linha.

3.12. Quadro Yamazumi

Este conceito foi desenvolvido pela Toyota e permite balancear as tarefas segundo um conceito lean.

Segundo Talip (2011), o balanceamento dos operadores, também conhecido por quadro *yamazumi* (termo japonês que significa “empilhar”) é um gráfico de barras que demonstra a distribuição de trabalho dos operadores em relação ao *takt-time*. O mesmo autor ainda afirma que é possível visualizar o conteúdo de trabalho, distribuir adequadamente as tarefas entre os funcionários, bem como eliminar as atividades que não adicionam valor ao produto. As barras coloridas identificam as modificações realizadas para elevar a produtividade do processo.

Gomes (2008) relatou que é possível de forma visual identificar onde se concentram os *Muda*, através do quadro *yamazumi*. Como se pode verificar no exemplo da figura 3, as tarefas são representadas por blocos, com dimensões de acordo com a sua duração, e deviam ser alocadas aos operadores, até a duração total por operador atingir o takt-time, nunca o ultrapassando.

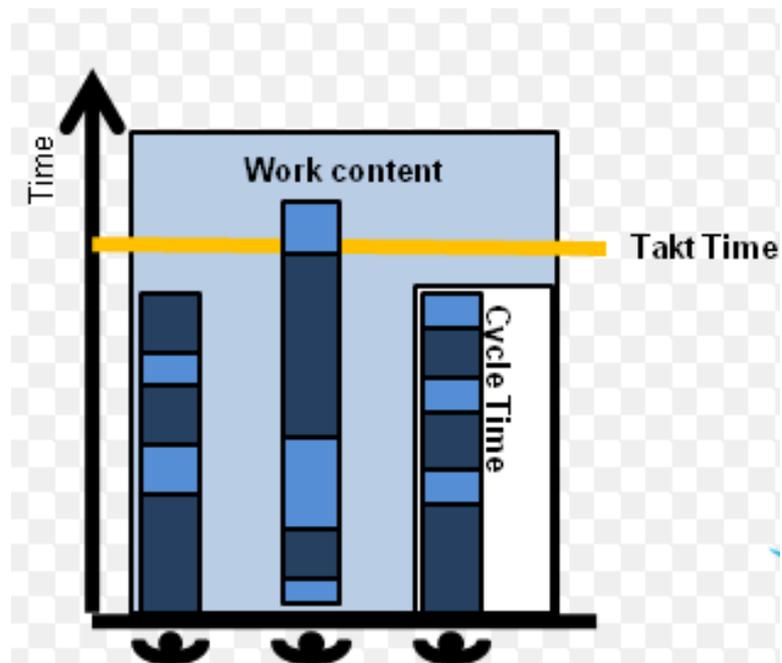


Figura 3- exemplo de um gráfico *Yamazumi*

4. OBJETIVOS PROPOSTOS

Com a realização do estágio curricular, é pretendido perceber e identificar a importância da aplicação das metodologias *Lean Manufacturing* ao setor Horeca, e por outro lado melhorar a eficiência do sistema de produção (melhoria contínua) através da implementação das ferramentas 5S, VSM, PDCA, entre outros, e ainda confirmar a importância de uma gestão eficaz no chão de fábrica, para a concretização da melhoria contínua.

O projeto incide sobre uma linha de produção, onde é pretendido uma redefinição do *layout*, produtos e dos processos produtivos. Em simultâneo, também é pretendido a análise/realização de uma Preparatória (soldadura Tig e por pontos) de abastecimento às linhas, integrado no projeto *kaizen* (minicamp), alinhado com o SISPRM, com foco no *value stream*. Carece de ajustes no terreno, após o seu arranque e continuação do projeto em produção. Especificamente, os objetivos deste trabalho são:

- Análise de tempos e métodos;
- Análise e melhoria de fluxos produtivos;
- Analisar e propor melhorias nas metodologias de trabalho;
- Alteração de estruturas dos produtos do *value stream*;
- Desenvolvimento e coordenação de atividades de melhoria (*kaizen* diário) alinhadas com o SISPRM, com foco no *value stream*.

Em suma, o principal objetivo deste trabalho é a otimização de uma linha de produção, melhorando os indicadores de produtividade e lead-time. Com a aplicação das ferramentas e metodologias *Lean Manufacturing*, numa perspetiva *kaizen*, ou seja, numa perspetiva de melhoria contínua.

4.1. SISPROM (Sistema de produção Mercatus- Lean Management)

O SISPROM é um sistema de produção da Mercatus, baseado em metodologias *Lean* que visa a satisfação do cliente, valor acrescentado e sucesso do negócio. Perante a qualidade, motivação, entrega, custo e inovação da empresa é possível eliminar desperdícios e implementar melhorias, de acordo com o envolvimento e compromisso de todos, para assim gerar uma satisfação dos colaboradores.

Compreende, como objetivos, alterar a gestão da Mercatus, com base na metodologia *Lean*, diminuindo os desperdícios, melhorando os fluxos e a qualidade, garantindo um melhor serviço ao cliente, melhorar a comunicação da organização, com a criação de novos “canais”, mais eficazes, dentro de cada departamento e entre departamentos, melhorar o espírito de equipa e de entreajuda.

5. PLANIFICAÇÃO DA PRODUÇÃO

Tabela 1- planificação Prevista e Real de produtos.

Plano de produção	Total anual 2017	Fevereiro		Março		Abril		Maio		Junho		Julho	
		Pre	Real	Pre	Real	Pre	Real	Pre	Real	Pre	Real	Pre	Real
Kit's	1466	117	137	117	145	103	57	132	157	132	122	147	201
X's	689	55	60	55	56	48	50	62	79	62	59	69	61
R's	622	50	131	50	56	44	18	56	47	56	58	62	58

A tabela 1 trata a planificação cedida pelo departamento comercial, ou seja, baseada numa previsão de vendas anual e semestral. Sendo a mesma planificação sujeita a mudanças, como se pode comprovar pelo valor Real, pois o valor Previsto não é 100% fidedigno, visto que a empresa está dependente do número de vendas conseguidas pelo departamento comercial semanalmente.

O esquema de funcionamento consiste em lançamentos semanais (Valor Real), todas as quartas feiras, para a semana seguinte.

Tabela 2- dias úteis de trabalho de cada mês.

	Anual	Fevereiro	Março	Abril	Maio	Junho	Julho
Dias de trabalho	225	18	23	12	22	20	21

Os dias úteis de trabalho de cada mês são dados importantes para o cálculo dos produtos produzidos, diariamente, consoante a previsão de cada mês, como demonstra a tabela 2.

Tabela 3- distribuição diária de cada mês.

Produção diária (Pre)	Anual	Fevereiro	Março	Abril	Maio	Junho	Julho
Kit's	6,5	6,5	5,1	8,6	6	6,6	7
X's	3,1	3,1	2,4	4	2,8	3,1	3,3
R's	2,8	2,8	2,2	3,7	2,5	2,8	2,95

O cálculo da produção diária contabiliza assim,

$$Produção\ diária = \frac{quantidade\ prevista\ (mensal)}{Dias\ de\ trabalho\ (mensal)}$$

Tabela 4- tempo diário de trabalho.

Tempo de trabalho	07:40:00
-------------------	----------

Tabela 5- distribuição do takt-time por mês.

Takt-time (Pre)	Anual	Fevereiro	Março	Abril	Maio	Junho	Julho
Kit's	01:10:36	01:10:46	01:30:26	00:53:36	01:16:40	01:09:42	01:05:43
X's	02:30:13	02:30:33	03:12:22	01:55:00	02:43:14	02:28:23	02:20:00
R's	02:46:24	02:45:36	03:31:36	02:05:27	03:00:43	02:44:17	02:35:48

O cálculo do *takt-time* permite saber o tempo de máximo que cada produto poderá estar em cada posto de trabalho, ao longo da linha de montagem, para se conseguir responder ao lançamento. O seu cálculo consiste em:

$$Takt - time = \frac{\text{Tempo de trabalho}}{\text{Produção diária}}$$

Tabela 6- lead time correspondente para cada linha.

Lead Time	C/20%
Kit's	02:26:42
X's	05:05:12
R's	04:43:24

Tabela 7- balanceamento do número de pessoas para cada mês.

Nº de pessoas por produto	Anual	Fevereiro		Março		Abril		Maio		Junho		Julho	
		Pre	Real	Pre	Real	Pre	Real	Pre	Real	Pre	Real	Pre	Real
Kit's	2,08	2,07	3	1,62	2	2,74	3	1,91	2	2,10	3	2,23	3
X's	2,03	2,03	3	1,59	2	2,65	3	1,87	2	2,06	3	2,18	3
R's	1,70	1,71	2	1,34	2	2,26	3	1,57	2	1,73	2	1,82	2

Sabendo o valor do *lead time* de cada uma das linhas, ou seja, o tempo entre o início da primeira atividade, produtiva ou não, até ao seu término e o valor do *takt-time*, conseguimos saber a alocação do número de pessoas para cada linha, através da seguinte fórmula:

$$N^{\circ} \text{de pessoas necessárias} = \frac{\text{Lead time}}{\text{takt} - \text{time}}$$

O mesmo valor deverá ser sempre arredondado para valores superiores, mesmo estando abaixo do valor normal de arredondamento, para assim garantir o cumprimento do lançamento.

6. CASOS DE ESTUDO

No decorrer deste capítulo será apresentado o fluxo produtivo da linha em estudo e as melhorias implementadas. É exposto o estudo, feito a priori, para o nascimento de uma preparatória de acordo com o projeto *kaizen* diário, como também as melhorias implementadas na embalagem.

6.1. Fluxo produtivo da linha 5- Kit's

A linha de montagem dos produtos kit's assenta em 4 postos de trabalho. Cada posto tem definido o seu *standard* de trabalho. Esta área de produtos varia conforme a sua largura, ou seja, produtos L7 e L9, também varia conforme o seu comprimento, atingindo medidas padrão impostas pela fábrica que são: 1320mm, 1470mm, 1600mm, 1755mm, 1980mm, 2190mm, 2490mm, 2625mm, 3000mm.

O material necessário à linha, que não seja proveniente da transformação, é abastecido por *kanban* e kit de sequência. Todo o material da transformação é abastecido por lote semanal, mas por vezes é necessário o colaborador da linha transmitir ao *team leader* a falta de material, para que o mesmo possa saber onde se encontra o material respetivo.

Descrição do processo produtivo:

1. Tem início no posto 1, onde se inicia com a calafetagem do corpo interior e rebitagem das laterais. É o próprio operador que se abastece manualmente, ou seja, é o mesmo que se desloca até à transformação, todas as segundas feiras, para o respetivo abastecimento.



Figura 4- foto ilustrativa do posto1 e posto 2.

2. No posto 2, faz-se a calafetagem do corpo exterior, bem como a rebitagem das longarinas, para depois assimilar os dois corpos, formando o corpo CPL. Este é introduzido no mono bloco e injetado com poliuretano. Como referido anteriormente, em caso de kit's de grandes dimensões, é necessário serem dois colaboradores; a regra é ser o colaborador afetado ao posto 2 a introduzir o corpo CPL no mono bloco.



Figura 5- foto ilustrativa do mono bloco (posto 2)

3. No 3 posto da linha, de uma forma simplista, o colaborador está afetado à parte da solda, tanto da serpentina como do grupo de refrigeração e a respetiva montagem do grupo ao Kit.



Figura 6- foto ilustrativa do posto 3.

-
4. Neste posto, o colaborado é designado como extra, isto é, só tem a função de colocar a tampa, pois o uso das tampas é com baixa frequência. Este colaborador faz também um posto na linha dos X's, visto ambas as linhas estarem muito próximas. Neste caso, o desperdício de movimentação não é contabilizado, pois não é possível ter alocação a tempo inteiro para o colaborador na linha dos kit's.



Figura 7-foto ilustrativa do posto extra (colocação da tampa).

5. No 4 posto, o colaborador é afetado para as tarefas de ligação da cablagem, colocação do cabeçote, fazer carga gás, entre outras tarefas.



Figura 8- foto ilustrativa do posto 4.

Nota: Não existe nenhuma ligação do último posto da linha, para o carrinho automático da qualidade. Neste sentido é sempre necessário serem dois colaboradores a fazer a movimentação de cada kit. A linha da qualidade não está adaptada a este tipo de produtos, pois todos os produtos usam paletes, menos os kit's. A colocação das paletes nos kit's só acontece na embalagem.



Figura 9- deslocação necessária do operador para colocar o produto na linha da qualidade.

6.1.1. Melhorias implementadas na linha 5- Kit's

Para se entender todas as atividades de cada posto e compreender as atividades de valor, não valor e desperdício, foi utilizado o diagrama de *Yamazumi*. Desta forma, iniciou-se apenas pelo preenchimento das tarefas, isto é, compreender o funcionamento da linha, sem ligar aos tempos das mesmas e às classificações.

Após a primeira análise, depois de se compreender na íntegra o funcionamento da linha, começou-se por fazer o gráfico do *Yamazumi*, tendo-se constatado algumas atividades de desperdício.

Tabela 8- tipos de desperdícios (linha 5- kit´s).

Tipo de Atividade	Tarefa	Classificação
Transporte	Buscar serpentina	Desperdício
Transporte	Transportar kit até ao snifer	Desperdício

Estas tarefas verificavam-se em todos os kit´s, constituindo dois desperdícios inevitáveis para o acabamento do produto. Neste seguimento, iniciou-se a elaboração do *Yamazumi*, ainda sem contar com os tempos. O importante era saber onde se encontrava o desperdício.

Nesse início de projeto foi detetado a necessidade de aumentar a produção de kit´s para 10 diários, o que modificava todo o balanceamento anteriormente feito. O mesmo balanceamento agora seria modificado para $n=2$, $n+1$ e $n-1$.

Com base no *Yamazumi* geral da linha, cedido pela empresa, podemos observar uma má gestão da atribuição das tarefas aos colaboradores, e um *takt-time* excessivo, conforme a figura 10.

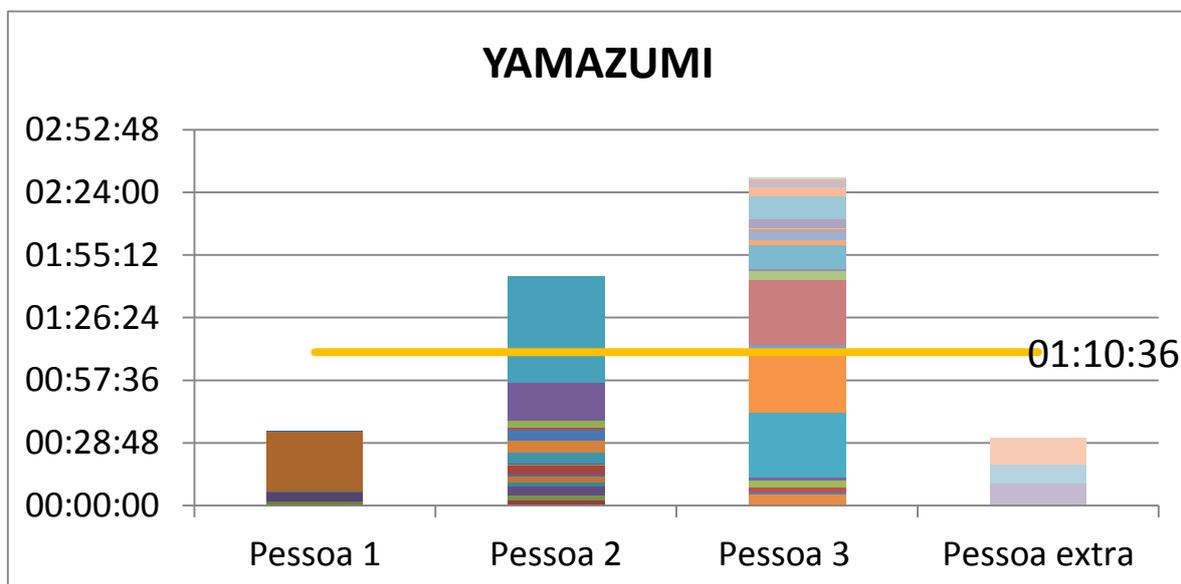


Figura 10- gráfico *Yamazumi* inicial da linha.

De seguida, foi importante ir ao local e começar a retirar os tempos, tempos esses que foram agregados ao Kit mais vendido, pois como disse anteriormente, o tamanho não interferia no aumento de tarefas, mas sim no aumento do tempo ou diminuição em algumas determinadas tarefas. Como demonstra o gráfico, o kit mais vendido em 2016 foi o 1980, logo as amostras assentam nesse Kit.

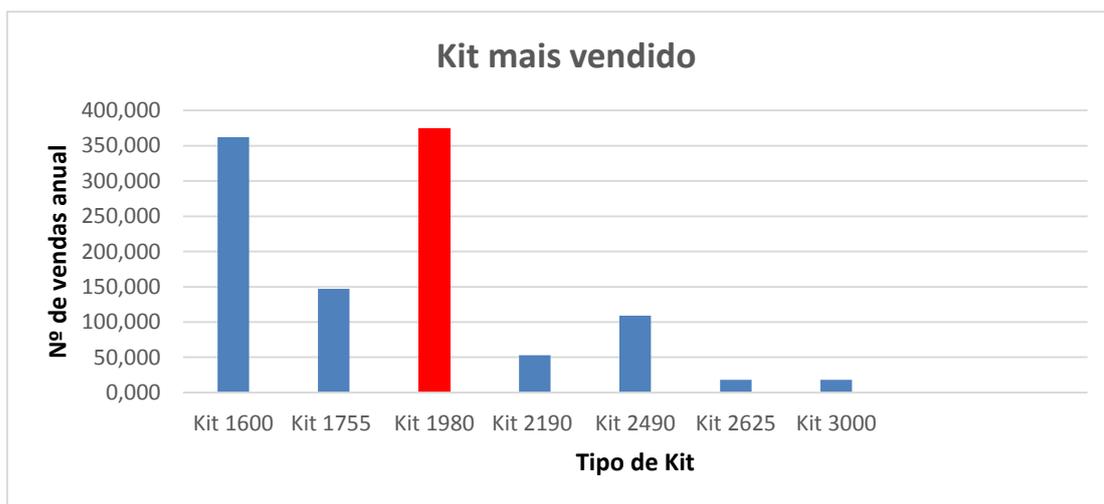


Figura 11- gráfico representativo do produto (kit) mais vendido em 2016.

Para a produção de 10 kit's diários seria necessário ter um *takt-time* de 00:46:00. Neste sentido iniciou-se o balanceamento da linha para ser compreendido esse *takt-time*, conforme os três tipos de balanceamentos apresentados anteriormente.

Conforme se pode constatar no gráfico abaixo e com base nos tempos retirados, com uma amostra de 10 repetições, é possível observar o não cumprimento do *takt-time*, para um balanceamento $n=3$, o que seria impossível para um menor "n".

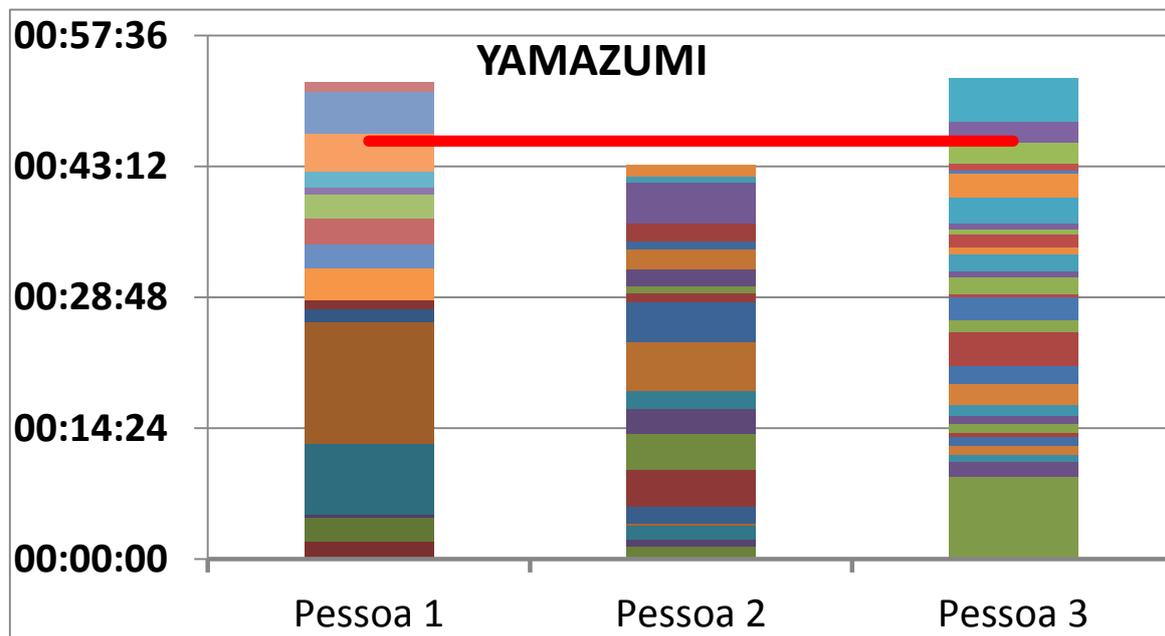


Figura 12- gráfico Yamazumi das primeiras amostras de tempos.

Neste sentido e depois de ter avaliado as tarefas em valor, não valor e desperdício, foi necessário proceder a melhorias na linha e no produto.

Na primeira instância retirou-se o *snifer* da linha, pois todos os produtos acabados, provenientes de outras linhas, faziam-no com qualidade, sendo aquela a única linha a ter de o refazer, devido ao painel de comando não permitir que o *snifer* fosse feito na linha da qualidade; contudo e em colaboração com o produto, chegou-se à conclusão que, para retirar o *snifer* da linha, teria de haver uma espécie de abertura no painel de comando, para ser possível fazer o *snifer* na linha da qualidade, como mostra a figura 13.

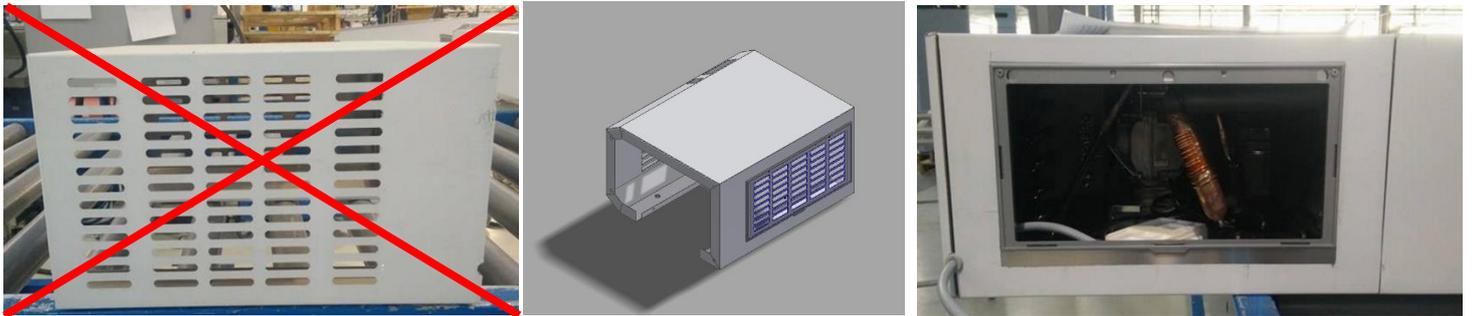


Figura 13- imagem da transformação do painel de comando do produto Kit.

A criação de uma espécie de janela vai ao encontro da resolução do problema, o painel de comando é colocado em linha, onde é necessário ter mais uma tarefa que é a colocação de dois rebites roscados, pois o aro (figura 14) e a janela (figura 15) vão dentro do kit com os parafusos de fixação da janela.

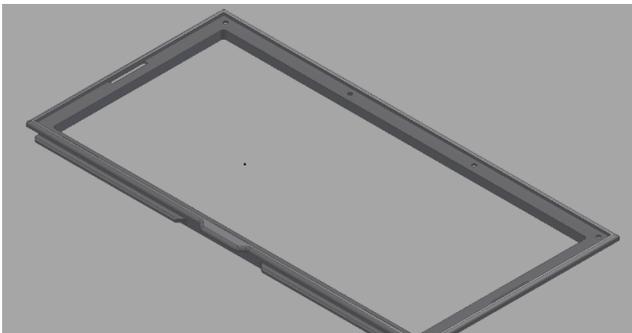


Figura 14- aro do painel de comando.

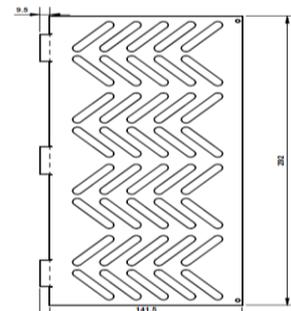
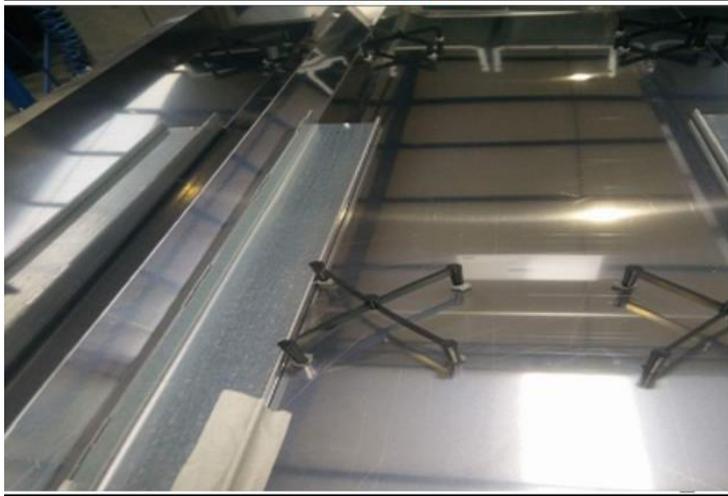


Figura 15- janela do painel de comando.

Através desta melhoria de produto acabamos por ter um ganho em linha de seis minutos e 7 segundos.

No âmbito da melhoria de produto foi ainda implementada uma melhoria na colocação dos distanciadores, que separam os dois corpos, formando o corpo CPL. Estes têm a função de manter a distância correta entre os dois corpos, no ato da injeção do poliuretano, como ilustra a figura 16.

SITUAÇÃO ACTUAL



Descrição: Kit L9 -3000 (colocação de 8 distanciadores com fixação por sikalastomer) - 00:03:17
kit L7 1980- (colocação de 6 distanciadores com fixação por sikalastomer) - 00:02:20
Dois exemplos dos tempos com colocação da fita sikalastomer.

SITUAÇÃO PROPOSTA



Descrição: Kit L7 1980- (colocação de 6 distanciadores sem fixação) - 00:00:25
Kit L9 -3000(colocação de 8 distanciadores com fixação por sikalastomer) - 00:00:32
Dois exemplos dos tempos sem colocação da fita sikalastomer.

Figura 16- melhoria a nível do processo de colocação dos distanciadores.

Os distanciadores eram colocados no corpo exterior com Sikalastomer para uma fixação a 100%, contudo fizeram-se alguns testes para verificar a possibilidade desse nível de fixação e como os mesmos já têm uma borracha que permite uma boa aderência. Assim, passou-se ao simples pousar os distanciadores no corpo, obtendo uma melhoria na ordem de 17% do tempo de tarefa.

Com a necessidade de ser alterado o tipo de serpentina, isto é, estava a ser utilizado serpentina de alumínio que em contato com o inox provocava o efeito de eletrólise, o que originava imensas queixas por parte dos clientes. Viu-se assim a necessidade de alterar este tipo de material

Numa primeira instância foi utilizado fita bi adesiava de 15 mm, contudo a sua difícil colocação foi logo descartada no primeiro ensaio. Colocou-se assim a possibilidade de a serpentina ser em cobre, o que evitava uma pré solda, pois a serpentina em alumínio sofria um aumento de 30 cm em cobre, como se pode ver na figura 17.



Figura 17- soldadura do aumento de cobre na serpentina.

Neste sentido, foi implementada a serpentina em cobre, mas com uma grande diferença. Para combater a diferença de preço entre um material e o outro foi necessário reduzir ao comprimento da serpentina de cobre, tirando uma volta em cada kit, o que não implicou qualquer tipo de alteração no arrefecimento do produto. Esta alteração implicou uma eliminação de desperdício de movimentação (20s em cada serpentina) do operador entre o posto 1 e o posto 3 onde as serpentinas eram soldadas, com uma melhoria de 19% em termos de tempo, como ilustra a figura 18.

SITUAÇÃO ACTUAL



Descrição: operário desloca-se em cada serpentina 8 metros no total, o que faz com que para produzir 7 kit's diários (com duas pessoas em linha) percorra um total de 56 metros.

INDICADORES				
ELEMENTO	BEFORE ANTES	AFTER DEPOIS	% MELHORIA	COST SAVINGS I
Tempo de Ciclo	00:00:21	00:00:04	19,00%	

SITUAÇÃO PROPOSTA



Descrição: nesta circunstância o operário não tem uma deslocação contável, apenas é obrigado à uma rotação do corpo de 180º graus.

DESPERDICIO ELIMINADO	
<input type="checkbox"/>	Transporte
<input type="checkbox"/>	Processo

Figura 18- eliminação do desperdício de transporte da serpentina.

Perante estas alterações foi necessário refazer de novo um *yamazumi* e verificar se assim seria possível compreender o *takt-time* necessário para a produção de 10 kit's diários. A amostra desse gráfico baseia-se em 10 repetições de tempo. Como ilustra a figura 19, para um balanceamento de $n=3$ é possível compreender o *takt-time*.

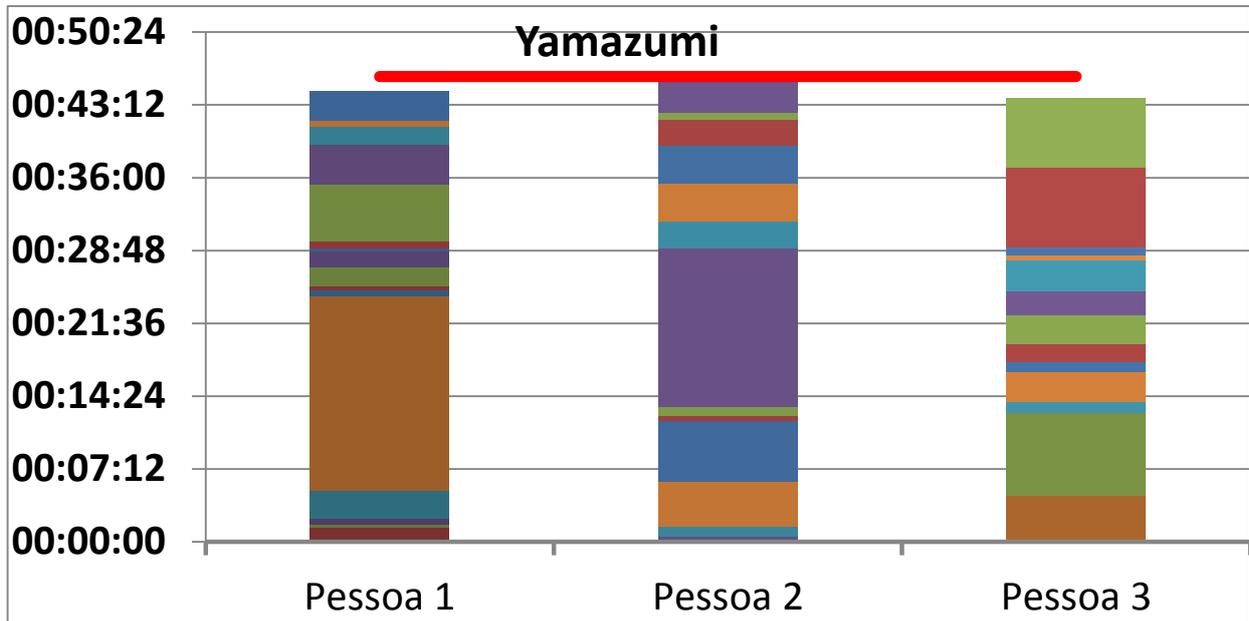


Figura 19- gráfico Yamazumi final.

6.2. Preparatória Tig4/Pp4

O fluxo das peças dos X's, Kit's e R's que necessitam de sofrer processos de soldadura estavam divididos em duas preparatórias. Com o intuito de uniformizar e centralizar as peças num só local, de acordo com o projeto *kaizen* (minicamp) foi criado um novo posto de Soldadura/Rebarbagem (Fig 4/ Pp4)

A necessidade de criação do novo posto de trabalho surge por falta de tempo dos postos existentes darem saída às peças, o que por sua vez atrasava a produção das linhas. Logo não era possível o cumprimento do *takt-time*. Assim surge a necessidade de analisar as peças que necessitavam de soldadura e rebarbagem, como ilustram as tabelas abaixo mencionadas.

Tabela 9-peças da linha do X's.

Código	Descrição	Secções	PP4	TIG4
61501043	Suporte da dobradiça inferior CPL-x1	Soldadura		X
61501158	Frente do cabeçote x1/x2/x3- linea4	Soldadura	X	
61501185	Frente do cabeçote x1/x2/x3 Esquerdo-linea4	Soldadura	X	
61501260	Frente da porta direita CPL x1-standard	Soldadura	X	X
61501261	Frente da porta Esquerda CPL x1-standard	Soldadura	X	X
61501262	Frente da porta direita CPL x1-eco	Soldadura	X	X
61501263	Frente da porta esquerda CPL x1-eco	Soldadura	X	X
61501264	Frente da porta direita CPL x1-mytus	Soldadura	X	X
61501265	Frente da porta esquerda CPL x1-mytus	Soldadura	X	X
61501266	Frente da porta direita CPL-x1/x2 linea4	Soldadura	X	X
61501267	Frente da porta esquerda CPL- x1/x2 linea4	Soldadura	X	X
61501268	Frente da porta direita CPL x1-profi	Soldadura	X	X
61501269	Frente da porta esquerda CPL x1-profi	Soldadura	X	X
61501289	Frente da porta esquerda CPL x1-diamond	Soldadura	X	X
61501296	Chapa da frente do cabeçote x1/x2/x3-diamond	Soldadura	X	X
61501297	Chapa da frente do cabeçote esquerdo x1/x2/x3-diamond	Soldadura	X	X
61501323	Frente do cabeçote x1/x2/x3-mytus	Soldadura	X	
61501324	Frente do cabeçote c/fecho x1/x2/x3-mytus	Soldadura	X	
61501325	Frente do cabeçote x1/x2/x3 esquerdo-mytus	Soldadura	X	
61501326	Frente do cabeçote c/fecho x1/x2/x3 esquerdo-mytus	Soldadura	X	
61501351	Frente da porta CPL x1-diamond	Soldadura	X	X
61501369	Frente da porta direita CPL x1/x2/x3-mr	Soldadura	X	
61501370	Frente da porta esquerda CPL x1/x2/x3-mr	Soldadura	X	
61501374	Frente do cabeçote x1/x2/x3 -standard	Soldadura	X	
61501375	Frente do cabeçote c/fecho x1/x2/x3 -standard	Soldadura	X	
61501376	Frente do cabeçote x1/x2/x3 esquerdo-standard	Soldadura	X	
61501377	Frente do cabeçote c/fecho x1/x2/x3 esquerdo-standard	Soldadura	X	
61502015	Aparadeira CPL -x2	Soldadura		X
61503014	Calha reforçada esquerda -x3	Soldadura	X	
61503015	Calha reforçada direita-x3	Soldadura	X	
61503023	Suporte frontal direito p/calhas CPL-x3	Soldadura	X	
61503024	Suporte frontal esquerdo p/calhas	Soldadura	X	x

Tabela 10- peças da linha das R's.

Código	Descrição	Secções	PP4	TIG4
61001063	Calha direita CPL- R's	Soldadura	x	
61001064	Calha esquerda CPL- R's	Soldadura	x	

61001137	Tampo macho CPL-R1/R5	Soldadura		x
61001160	Interior corpo/fundo soldado R1/R2	Soldadura	x	
61001256	Interior do corpo /fundo soldado-R1/R2	Soldadura		
61001292	Estrutura esquerda p/kit de gavetas refrigeradas R's fulterer	Soldadura	x	
61001293	Estrutura direita p/kit de gavetas refrigeradas R's fulterer	Soldadura	x	
61001296	Aparadeira CPL do evaporador- R1/R2/R3/R4 880	Soldadura		x
610021017	Aparadeira CPL R2-655	Soldadura		x
610021038	Frente da porta soldada R2-655	Soldadura		x
61003016	Tampo do alçado CPL -R3	Soldadura		x
61005017	Calha direita CPL -R's ABF	Soldadura	x	
61005018	Calha esquerda CPL – R's ABF	Soldadura	x	
61005055	Caixa da gaveta refrigerada ½ - R's	Soldadura	x	
61005057	Interior do corpo/fundo soldado- R5/R6 ABF	Soldadura	x	
61014004	Interior do corpo/fundo soldado- R14	Soldadura	x	
61014022	Aparadeira CPL- R14	Soldadura		x
61014033	Caixa da gaveta refrigerada ½ -R14 HEG	Soldadura	x	
61014060	Caixa da gaveta refrigerada ½ -R14 HEG fulterer	Soldadura	x	
61009141	Aparadeira CPL do evaporador -R9	Soldadura		x
610021048	Calha direita CPL R2- 655	Soldadura	x	
610021050	Calha esquerda R23-655	Soldadura	x	

Tabela 11- peças da linha dos Kit's.

Código	Descrição	Secções	PP4	TIG4
60607251	Tampa CPL do kit L7-1470	Pré-montagem/montagem		x
60607252	Tampa CPL do kit L7-1600	Pré-montagem/montagem		x
60607253	Tampa CPL do kit L7-1980	Pré-montagem/montagem		x
60607254	Tampa CPL do kit L7-2490	Pré-montagem/montagem		x
60607255	Tampa CPL do kit L7-3000	Pré-montagem/montagem		x
60607256	Tampa CPL do kit L7-1320	Pré-montagem/montagem		x
60607257	Tampa CPL do kit L7-1755	Pré-montagem/montagem		x
60607258	Tampa CPL do kit L7-2190	Pré-montagem/montagem		x
60607259	Tampa CPL do kit L7-2625	Pré-montagem/montagem		x
60607260	Tampa CPL do kit L9-1470	Pré-montagem/montagem		x
60607261	Tampa CPL do kit L9-1600	Pré-montagem/montagem		x
60607262	Tampa CPL do kit L9-1980	Pré-montagem/montagem		x
60607263	Tampa CPL do kit L9-2490	Pré-montagem/montagem		x
60607264	Tampa CPL do kit L9-3000	Pré-montagem/montagem		x

60607265	Tampa CPL do kit L9-1320	Pré-montagem/montagem		x
60607266	Tampa CPL do kit L9-1755	Pré-montagem/montagem		x
60607267	Tampa CPL do kit L9-2190	Pré-montagem/montagem		x
60607268	Tampa CPL do kit L9-2625	Pré-montagem/montagem		X

Depois de uma análise/observação das peças que sofriam alteração, após a quinagem, foi necessário calcular a carga de trabalho das mesmas, para se entender se era possível compreender a carga de trabalho de um colaborador a tempo inteiro com 5 dias semanais, conforme o lançamento cedido pelo planeamento.

Tabela 12- tempo diário de trabalho de um colaborador afetado a preparatória (Tig4 /Pp4).

	Tempo	Tempo Total	Tempo total com ineficiência (20%)	Tempo diário de trabalho	Tempo livre
Produção de 6 Kit's	01:56:06	06:11:25	07:25:43	07:40:00	00:14:17
Produção de 4 X's	02:52:16				
Produção de 3 R's	01:23:04				

A tabela 12 demonstra a disponibilidade em termos de tempo para alocação de um colaborador na preparatória, em apenas um tempo livre de 14 minutos e 17 segundos.

Os tempos foram feitos nos piores casos, isto é, nos produtos que necessitam de uma maior percentagem de peças da preparatória, como por exemplo o X 2 da Diamond. Para além deste fator, o somatório da coluna tempo tem por base o número de produtos planificados diariamente, ou seja, esse valor é multiplicado pelo tempo de uma peça. Todos os outros dados têm por base esse somatório.

Depois de retirados os tempos e verificado a necessidade de uma nova preparatória, pois se as peças das linhas dos X's , Kit's, R's davam o tempo necessário para alocar um colaborador a uma preparatória, como era possível uma só preparatória dar alimento a mais que uma linha, ou seja, dar alimento à linha dos X's, linha dos Kit's, linha das R's e ainda à linha dos Armários. No seguimento da avaliação deste caso de estudo foi ainda possível

constatar uma deslocação de aproximadamente 46 metros do colaborador da preparatória já existente, para entregar peças, e em alguns casos era o próprio *team leader* a sofrer esse desperdício à procura de peças.

Posto isto e dando fluidez ao projeto do *kaizen* (minicamp) deu-se o primeiro passo na avaliação do local da nova preparatória, o que teria de ser o mais perto possível das linhas dos, X's, Kit's e R's para se diminuir o desperdício da deslocação.

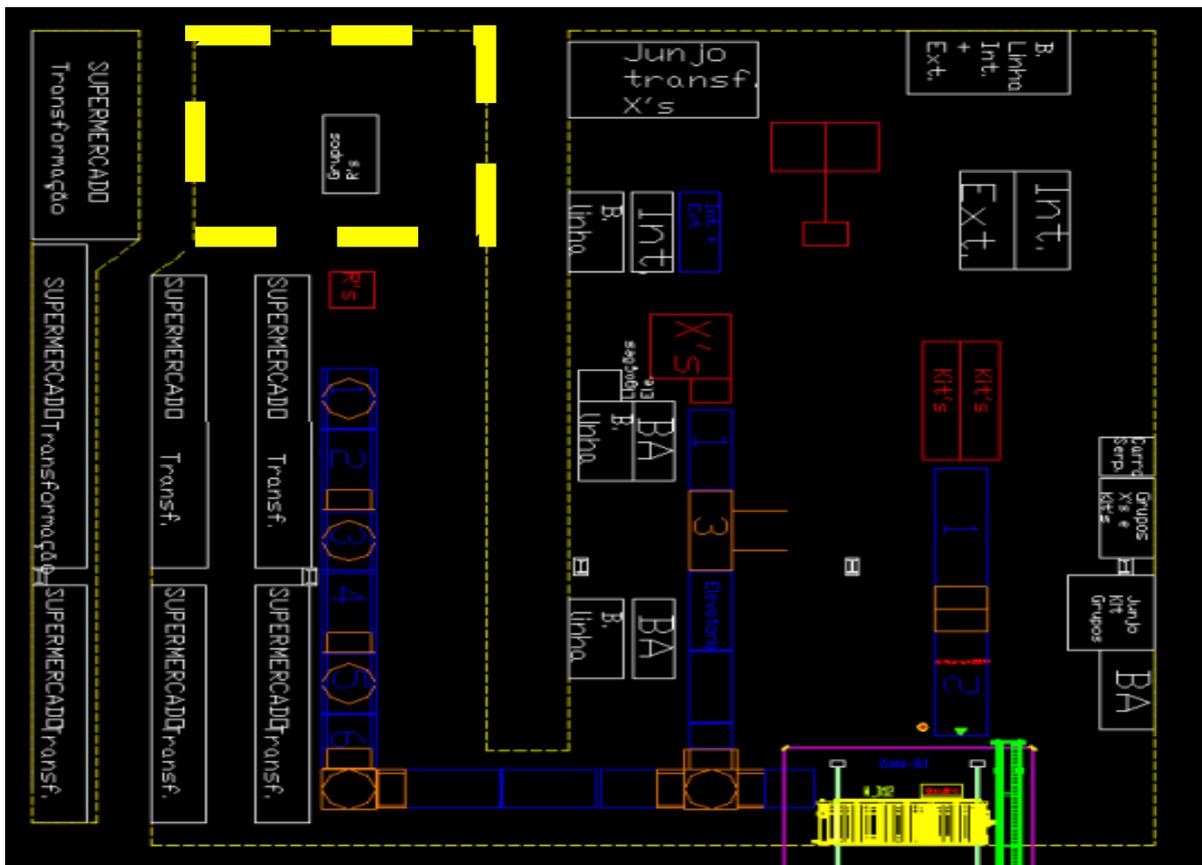


Figura 20- visualização do espaço da preparatória (Tig4/Pp4).

Com a visualização do *layout* da zona das linhas dos X's, Kit's e R's verificou-se uma área capaz de conseguir compreender as medidas necessárias para uma preparatória. Na zona definida na figura delimitado pelo tracejado amarelo que era uma zona livre, que antigamente era composta pelos grupos de frios e atualmente tinha apenas caixotes do lixo e carrinhos das portas e etc.

Começou-se por medir a área delimitada pelo tracejado amarelo, como está explícito na figura 20, com uma área de 12,8 metros quadrados, sendo o suficiente, quando comparado com as outras áreas que se destinam à mesma ação. Desta forma, a recriação do espaço surge conforme a figura 21.

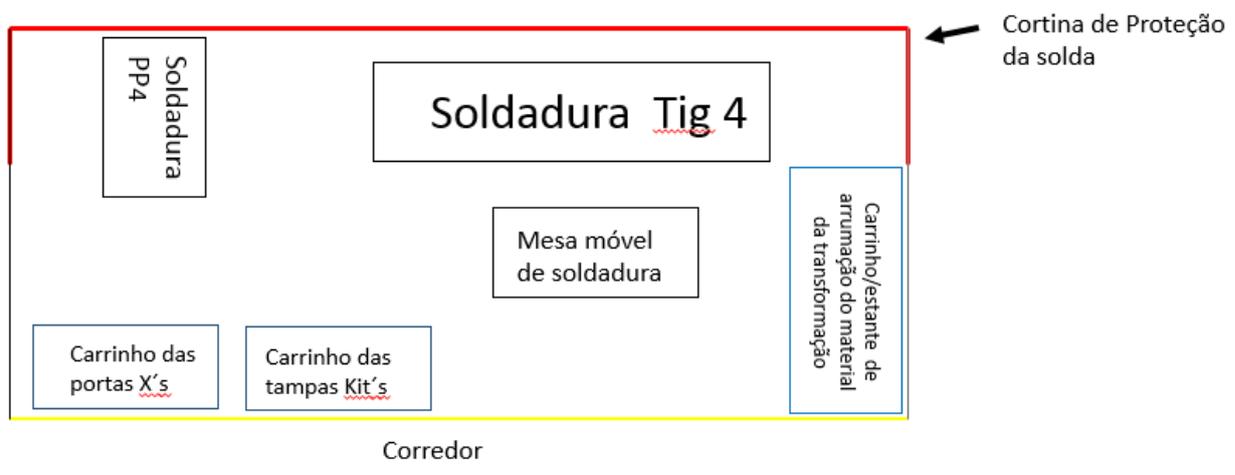


Figura 21- *layout* do espaço da preparatória (Tig4/Pp4).

Assim foi necessário visualizar o material necessário para o colaborador poder trabalhar, necessitando assim de uma máquina de soldadura Tig, uma máquina de soldadura por pontos e uma rebarbadora pequena. O orçamento destas três máquinas rondou um valor de 3600€. Posto isto, foi necessário ver a proteção (figura 22) devido às limalhas libertadas da rebarbadora, bem como os raios libertados pela soldadura. Essa proteção foi feita a partir do material em armazém pela fábrica.



Figura 22- *gemba* final da preparatória (Tig4/Pp4).

Para ser possível o trabalhador ter um posto de trabalho prático, foi necessário a realização de duas mesas: uma fixa para a soldadura Tig e outra móvel para a rebarbagem e outros tipos de trabalho. A dimensão das mesas foram desenhadas conforme o material que iria por ali passar, ou seja, foram desenhadas para o material de maior tamanho. Visto o colaborador exercer, na maior parte das vezes, a soldadura Tig sentado, foi importante essa mesa possuir uma abertura na prateleira do meio, para o mesmo encaixar os joelhos e assim obter uma postura correta de trabalho, como ilustra a figura 23.



Figura 23- bancada de soldadura Tig.

A utilidade da mesa móvel é mais direcionada para o processo de rebarbagem, visto o colaborador poder contornar a peça sem ter de a deslocar, estando a mesma no meio da preparatória, facilitando o trabalho do colaborador. Embora na figura 22 ela se encontre encostada, a explicação é que a foto foi tirada depois do turno de trabalho.

No que diz respeito ao abastecimento do material indispensável para o colaborador poder preparar o material, foi necessário criar um sinalética *kanban* (figura 24) para o *mizusumashi* poder abastecer. A rota do *mizusumashi* neste caso é a mesma que das linhas, visto a preparatória ficar dentro da rota, apenas foi necessário acrescentar mais uma paragem.



Figura 24- sinalética *kanban* da preparatória (Tig4/Pp4).

6.3. Embalagem

O processo de embalagem, é ainda pouco ortodoxo, na medida em que não existe um *standard* de trabalho definido para cada colaborador. O fluxo de trabalho orienta-se pela retirada dos produtos da linha com o empilhador, colocar no chão, embalar, e no fim arrumar no armazém novamente com o empilhador. As cargas são feitas por um colaborador a conduzir o empilhador.

No envolvimento do projeto *kaizen* diário, foi estabelecido reformular o *standard* de trabalho, bem como o *gemba* da embalagem. De acordo com a imagem, existe uma total desorganização no processo de embalagem.



Figura 25- situação atual da embalagem.

Numa primeira instância surgiu a necessidade da embalagem usufruir do sistema *kanban*, pois até ao momento era o próprio *team leader* a ir ao armazém buscar o material necessário. Para isso foi necessário reformular o bordo de linha já existente e refazer os 5's, de maneira a que o *mizusumashi* fosse capaz de abastecer o bordo de linha.

A figura 26 representa o estado atual encontrado no início do projeto, onde era impossível ser abastecido pelo *mizusumashi*, pois a parte de trás do bordo de linha estava voltada para a parede.



Figura 26- estado inicial do bordo de linha.

Desta forma foi necessário alterar a localização do bordo de linha. Como ilustra a figura 27.



Figura 27- deslocação do bordo de linha.

Ainda dentro desta alteração, foi necessário a reformulação de entrada das Suc, visto que a fábrica tinha acabado com o abastecimento nas Suc 0. Estavam apenas em utilização as Suc A, B, C, D e o abastecimento diretamente ao fornecedor. Também foi necessário a realização de uma sinalética *kanban* como ilustra a figura 28.



Figura 28- situação final do bordo de linha.

No local onde se encontrava o bordo de linha inicialmente, foi necessário organizar o espaço e para isso utilizou-se a ferramenta 5's. Como ilustra a figura 29.



Figura 29- aplicação da ferramenta 5's.

7. CONCLUSÕES

7.1. Trabalho Desenvolvido

O objetivo principal desta dissertação foi o estudo e reconfiguração do sistema da distribuição das tarefas por posto de trabalho, estabelecendo as mesmas através de um valor em termos de tempo abaixo do valor do takt –time.

Numa fase inicial realizou-se uma análise crítica e detalhada do sistema de produção já existente, para que os problemas pudessem ser resolvidos. Estes eram vários, nomeadamente o não cumprimento das tarefas estabelecidas por cada posto, um errado balanceamento, um takt-time incapaz de ser compreendido pelo balanceamento atual e um elevado desperdício em algumas tarefas presentes em linha.

Para estes problemas implementaram-se um conjunto de melhorias que incluíam a aplicação de ferramentas *Lean*. Em termos práticos, o fluxo produtivo da linha compreende o takt-time, ou seja, cada pessoa tem um tempo total de tarefas abaixo desse mesmo valor. Para que se tenha chegado a este valor foi importante construir a preparatório 4, no sentido de dar um maior fluxo às peças que necessitavam de ir, refazer algumas ajudas visuais, reconstruir alguns *standard work* que se encontravam desatualizados e implementar melhorias em termos de produto e linha. Por outro lado, na embalagem, iniciou-se o projeto de reformulação do *gemba*, com a aplicação da ferramenta 5's.

O desafio de realizar esta dissertação numa empresa como a Mercatus, permitiu que fosse possível entender o funcionamento de uma organização industrial e de como são tomadas decisões importantes, o que anteriormente era apenas um conhecimento teórico. Ao realizar esta dissertação tendo como base conceitos *Lean*, foi possível alargar os conhecimentos sobre este ponto, extremamente importante, na área de produção. Como referi, a metodologia desta dissertação foi uma metodologia de pesquisa-ação. Logo, todas as melhorias feitas ao processo, tanto produtivo como relativo ao *gemba*, foram efetuadas em equipa e não de uma forma individual. Dito isto, é possível referir que os objetivos propostos foram atingidos, através da aplicação das técnicas *Lean*.

7.2. Propostas Futuras

O trabalho realizado nesta dissertação permitiu identificar um conjunto de itens que ficaram por explorar, por escassez de tempo e que poderão proporcionar avanços interessantes no tema desenvolvido.

O sucesso das ferramentas *lean* aplicadas à resolução do problema é influenciado por um conjunto de parâmetros, cuja determinação não é fácil. Embora se tenha procurado responder aos problemas através de uma pesquisa sistemática, reconhece-se que outras abordagens poderão vir a simplificar este processo, como seja a adoção de parâmetros dinâmicos, exemplificado no diagrama de espinha-peixe.

Assim no que diz respeito ao fluxo da linha 5, ainda se poderá fazer algo mais, isto é, tornar o *standard* de trabalho mais automático, na medida em que o colaborador está, em alguns momentos, à espera das peças de transformação, sendo que o principal problema durante todo o estudo foi a falha de peças provenientes da transformação. Neste sentido, seria importante avaliar a necessidade de um operador logístico para a transformação. Também seria importante desenvolver um novo método de transporte entre a linha e o carrinho automático da qualidade. Seria também importante analisar Kit a Kit, visto existir ainda uma pequena diferença de tempo em algumas tarefas.

A preparatória - seria importante avaliar o tempo de trabalho do colaborador, pois com disponibilidade de tempo que ainda usufrui, poderia fazer trabalho logístico, nas linhas afetadas, rebarbar os topos dos kit's ou então proceder a tarefas menos ocasionais em linha.

Por fim, na embalagem surge a necessidade de tornar o processo de embalamento autónomo o máximo possível. Neste sentido, a figura 30 demonstra um *layout* de como seria a embalagem num futuro próximo. Através desta transformação, é pretendido a organização no *gemba* da embalagem, bem como o aproveitamento dos colaboradores e alocação dos mesmos a postos fixos, eliminando desperdícios de movimentação. Tudo isto devido a comercial centralizar a embalagem de plástico nos armários, pois até ao momento eles dividiam-se em papelão e plástico, sendo a embalagem de plástico automática, na medida

em que um operador consegue fazer esse procedimento. Enquanto às embalagens de papelão são necessários dois colaboradores.

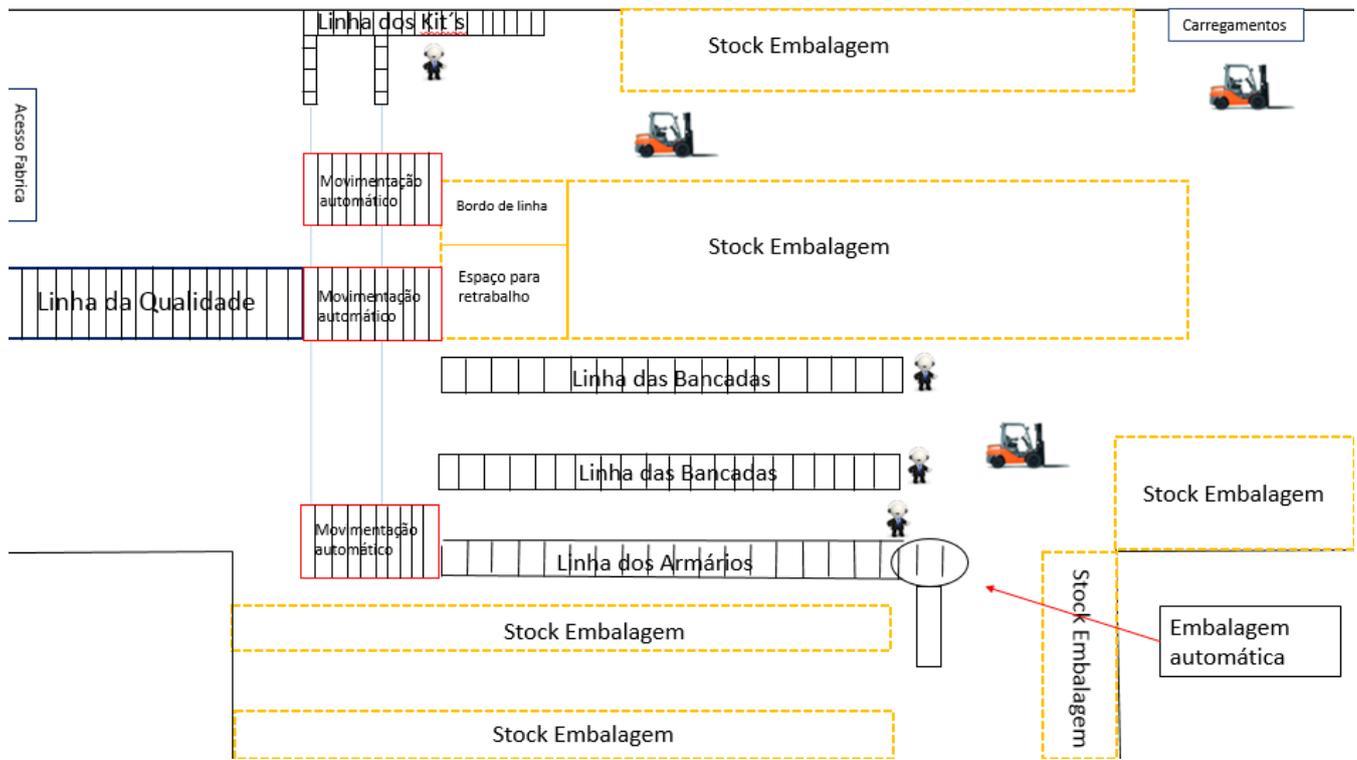


Figura 30- layout futuro da embalagem.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- A implementação do lean manufacturing em pequenas empresas. Acedido em 17 de março de 2017. Em: http://www.fahor.com.br/publicacoes/sief/2012_13.%20A%20IMPLANTA%C3%87%C3%83O%20DO%20LEAN%20MANUFACTURING%20EM%20PEQUENAS%20EMPRESAS.pdf
- Análise Descritiva do Estudo de Tempos e Métodos: Uma aplicação no setor de embaladeira de uma indústria têxtil. Acedido em 19 fevereiro de 2017. Em: <https://www.aedb.br/seget/arquivos/artigos12/22316596.pdf>.
- Askin, R., & Golberg, J. (2002). Design and Analysis Of Lean Production Systems Blog da Qualidade. Acedido em 23 de Março de 2017. Em: <http://www.blogdaqualidade.com.br/o-que-e-pdca/>.
- Coimbra, E. (2009). Total Flow Management: Achieving Excellence With Kaizen and Lean Supply Chains. Kaizen Institute
- Cruz, N. (2013), Implementação de ferramentas Lean Manufacturing no processo de injeção de plásticos. Acedido em 21 de abril de 2017. Dissertação de Mestrado- Universidade do Minho, 2013. Em: https://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/26677/1/Dissertacao_MIE_GI_Nuno%20Cruz_2013.pdf
- Cunha, O. (2012), Implementação da metodologia 5's e análise de tempos e métodos numa linha de montagem de carroçarias. Acedido em 2 de Maio de 2017. Dissertação de Mestrado- Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra, 2012. Em: <https://estudogeral.sib.uc.pt/bitstream/10316/20555/1/Tese%20Olga%20Cunha.pdf>
- Domingues, J. (2013), Aplicação de Ferramentas Lean e Seis Sigma numa Indústria de sistemas de fixação. Acedido em 23 de Maio de 2017. Dissertação de Mestrado- Faculdade de Ciências e Tecnologias da Universidade Nova de Lisboa, 2013. Em: https://run.unl.pt/bitstream/10362/11177/1/Domingues_2013.pdf
- Fevereiro, R. (2012), Definição de Layout, Fluxos de Produção e Capacidades de uma fábrica de produção de carroçarias na CaetanoBus,S.A. Acedido em 23 de fevereiro de 2017. Dissertação de Mestrado- Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 2012. Em: <https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/68348/1/000154689.pdf>
- Hendry, L. C. Applying world class manufacturing to make to order companies: problems and solutions. International Journal of Operations and Production Management, Brafford, v. 18, n.11, p.1086, 1998
- Hines, P., & Taylor, D. (2000). Going lean. Cardiff : Lean Enterprise Research Center

- Ichikawa, H. (2009). Simulating an applied model to optimize cell production and parts supply (Mizusumachi) for laptop assembly. Proceedings of the winter simulation conference, Kagoshima
- Lander, E., & Liker, J. (2007). The Toyota production system and art: making highly customized and creative products the Toyota way. *International Journal of Production Research*, London, v.45, n.16, p.3681-3698, 2007.
- Lean Manufacturing: Redução de desperdícios e a Padronização do Processo. Acedido em 23 de Março de 2017. Em: <https://www.aedb.br/wp-content/uploads/2015/05/104157.pdf>
- Liker, J. (2004). *The Toyota way: 14 management principles from the world's greatest manufacturing*. New York.
- Marques, C. (2008), “Tempos e Métodos- Otimização de Processos e Tempos de Produção” na Faurecia, Assentos para Automóvel, Lda. Acedido em 23 de junho de 2017. Dissertação de Mestrado- Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 2008. Em: <https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/59439/1/000130047.pdf>
- Ohno, T. (1988). *Toyota Production System: Beyond large-scale production*. New York: Production Press
- Ortiz, A. (2006). *Kaizen Assembly Designing, Constructing, and Managing a Lean Assembly Line*. Boca Raton. CRC Press- Taylor & Francis Group.

ANEXO A- EXEMPLO DE UM YAMAZUMI APRIORI

Tabela 13- exemplo de uma tabela *Yamazumi* inicial.

Tipo de atividade					Classificação (VA, NVA, Desp)	Tarefas	Tempo (min)	
								
x					NVA	Retirar plástico	01:36	Posto 1
x					VA	Calafetagem cantos	02:00	
	x				Desp	Buscar serpentina	00:21	
x					VA	Colocação serpentina evaporação numa lateral	06:43	
x					VA	Calafetagem da restante serpentina	13:26	
x					VA	Dobragem dos tubos de ligação ao sistema de compressão	00:27	
x					VA	Colocação da válvula de esgoto	00:59	
x					NVA	Preparar laterias	01:17	Posto 2
x					VA	Rebitar lateral	00:43	
x					NVA	Retirar plástico	01:27	
x					NVA	Verificar a conformidade do corpo	00:16	
x					VA	Rebitar longarinas	01:24	
x					VA	Rebitar lateral direito e esquerdo	04:09	
x					VA	Calafetar o corpo exterior	03:33	
x					NVA	Colocar os distanciadores	02:49	
x					VA	Colocar o corpo interior	02:02	
x					VA	Aplicar perfil	05:17	
x					NVA	Calafetar corpo CPL	04:26	
x					NVA	Limpar molde e colocar corpo	00:57	
x					NVA	Colocar Gabari	00:48	
x					NVA	Colocar conformadores	01:50	
						Tempo de cura (00:17:00)		
x					NVA	Retirar conformadores	02:10	
x					NVA	Retirar Gabari	00:36	
x					NVA	Retirar kit do conformador	00:54	
x					VA	Soldar serpentina	09:04	Posto 3
x					VA	Preparar base	01:38	
x					VA	Preparar ventilador	00:48	
x					VA	Colocar ventoinha	01:01	
x					VA	Cravar terminais	00:31	
x					VA	Fixar suporte	00:16	

X				VNA	Preparar cablagem	01:05		
X				VA	Fixar compressor	00:24		
X				VA	Ligar cablagem	01:18		
X				VA	Ligações elétricas	02:20		
X				VA	Fixar condensador	01:43		
X				VA	Soldar	02:44		
X				VNA	Verificação final	01:25		
X				VNA	Limpeza do corpo CPL	02:37		
X				VA	Rebitar M5	00:40		
X				VA	Aplicar porta sondas	01:16		
X				VA	Colocar grupo	02:27		
X				VA	Encaixe da base	00:18		
X				VA	Ligar serpentina	00:59		
X				VA	Inserir capilar	00:37		
X				VA	Soldar grupo	01:56		
X				NVA	Limpeza da solda	00:48		
X				VA	Colocar Pur Eter	00:36		
X				NVA	Retirar plástico	01:27		
X				NVA	Aplicar micro dixel	00:27		
X				VA	Fixação de cabos	00:45		
X				VA	Ligar a cablagem	02:48		
X				NVA	Preparação do comando	01:04		
X				VA	Encaixar o cabeçote	00:20		
X				VA	Fixar ABS	00:51		
X				VA	Fixar topo direito	01:57		
X				VA	Colocar parafusos de latão	01:17		
X				VA	Carga gás e Colocar conjunto de ferragem	00:49		
X				Desp	Transportar kit até ao snifer	01:31		
X				VA	Fazer snifer	03:46		
			x	NVA	Verificação da tampa	00:12	Posto 4	
X				VA	Retirar plástico e aplicar puxadores	02:36		
X				NVA	Preparar dobradiças	02:55		
X				VA	Aplicar dobradiças	02:40		
X				VA	Fixar articulações	00:19		
X				NVA	Limpar tampa	01:46		
X				VA	Fixar dobradiças	03:10		
X				VA	Fixar tampa	02:38		
X				NVA	Verificação da tampa	01:10		

ANEXO B- EXEMPLO DE UM YAMAZUMI POSTERIORI

Tabela 14-exemplo de uma tabela *Yamazumi* final.

Tipo de atividade					Classificação o (VA, NVA, Disp)	Tarefas	Tempo (min) Inef (20%)	
								
x					NVA	Retirar plástico	01:22	Posto 1
x					NVA	Limar vértices	00:24	
					VA	Bater lateral	00:30	
					VA	Calafetar interior	02:51	
x					VA	Calafetar serpentina	00:12	
x					VA	Colocar válvula	00:36	
x					NVA	Limpar corpo exterior	00:21	Posto 2
x					NVA	Retirar plástico	01:52	
x					VA	Rebitar longarina	01:36	
x					VA	Aplicar laterais + topo esquerdo	04:24	
x					VA	Calafetar interior	04:36	
x					NVA	Colocar distanciadores	00:17	
x					VA	Introduzir corpo interior	00:41	
x					VA	Aplicar perfil	05:38	
x					NVA	Calafetar perfil	03:59	
x					NVA	Retirar kit do conformador	01:44	
x					NVA	Limpar conformador	00:35	
x					NVA	Colocar kit no conformador	02:57	
						Injeção (00:17:00)		
x					NVA	Limpar Kit	08:13	
x					VA	Colocar silicone na válvula	00:29	
x					VA	Rebitar pés	00:58	
x					VA	Aplicar sonda	04:30	
x					VA	Soldar capilar e extensão da serpentina	06:01	
x					NVA	Abrir rosca na longarina	00:28	
x					VA	Rebitar base	00:52	
x					VA	Montar grupo	15:43	
x					VA	Soldar grupo	02:43	
x					VA	Aplicar grupo	03:41	
x					VA	Soldar grupo ao kit	03:49	

x					VA	Aplicar sikalostomer e fita auto adesiva	02:30	Posto 4
x					VA	Aplicar abraçadeira	00:42	
x					NVA	Limpar comando	03:00	
x					NVA	Aplicar micro	01:00	
x					NVA	Fazer cablagem	02:58	
x					VA	Programar kit	00:57	
x					VA	Aplicar comando	01:50	
x					NVA	Limpar topo direito	02:53	
x					VA	Aplicar topo direito	02:19	
x					VA	Aplicar parafusos latão	03:06	
x					VA	Carregar extras	00:28	
	x				Desp	Colocar no carrinho	00:49	
x					VA	Preparar tampa	07:51	
x					VA	Aplicar tampa	06:48	

ANEXO C- TEMPO DA PREPARATÓRIA

		Kit's					
Modelo	Rebarbagem da Tampa	Modelo	Soldadura da tampa	Solda da Serpentina			
Independente do modelo	00:04:12	Independente do modelo	00:03:09				
	00:04:37	6 Kit's diários	00:18:54	00:07:01			
	00:04:05			00:08:01			
	00:04:16			00:07:04			
	Média	00:04:14			00:09:04		
	6 Kit's diários			Média	00:07:32		
				6 Kit's diários	00:45:15		
Prepara tampa	tempo						
kit L9-3000	00:12:40						
kit L7-1755	00:08:51						
kit L9-3000	00:11:23						
kit L7-1600	00:08:36						
kit L7-1320	00:08:44	Tempo total de preparação de 6 Kit's diários					
Média	00:08:51	01:56:06					
3 kit's diários	00:26:33						

Figura 31- tempo de trabalho para as peças dos Kit's.

		X's																	
		X's Diamond			X's Standard						X's Profi			X's MR			X's Eco		
		X3	X2	X1	X3	X2	X1	X3	X2	X1	X3	X2	X1	X3	X2	X1			
Porta		00:19:27	00:19:27	00:19:27	00:10:31	00:10:31	00:10:31	00:10:28	00:10:28	00:10:28	00:10:32	00:10:32	00:10:32	00:15:06	00:15:06	00:15:06			
Frete cabeçote		00:18:08	00:18:08	00:18:08	00:10:37	00:10:37	00:10:37	00:00:28	00:00:28	00:00:28	00:00:28	00:00:28	00:00:28	00:00:28	00:00:28	00:00:28			
Suporte dobradiça		00:00:28	00:00:28	00:00:28	00:00:28	00:00:28	00:00:28	00:00:28	00:00:28	00:00:28	00:00:28	00:00:28	00:00:28	00:00:28	00:00:28	00:00:28			
Suporte frontal de calhas X3		00:02:30			00:02:30			00:02:30			00:02:30			00:02:30					
Aparadeira CPL X2			00:05:01			00:05:01			00:05:01			00:05:01			00:05:01				
Soma dos tempos por equipamento		00:40:33	00:43:04	00:38:03	00:24:06	00:26:37	00:21:36	00:13:26	00:15:57	00:10:56	00:13:30	00:16:01	00:11:00	00:18:04	00:20:35	00:15:34			
Previsão (3 X's diários)		02:01:39	02:09:12	01:54:09	01:12:18	01:19:51	01:04:48	00:40:18	00:47:51	00:32:48	00:40:30	00:48:03	00:33:00	00:54:12	01:01:45	00:46:42			
Previsão (4 X's diários)		02:42:12	02:52:16	02:32:12	01:36:24	01:46:28	01:26:24	00:53:44	01:03:48	00:43:44	00:54:00	01:04:04	00:44:00	01:12:16	01:22:20	01:02:16			

Figura 32- tempo de trabalho para as peças dos X's.

