



FCTUC FACULDADE DE CIÊNCIAS
E TECNOLOGIA
UNIVERSIDADE DE COIMBRA

DEPARTAMENTO DE
ENGENHARIA MECÂNICA

Implementação do *Toyota Production System* – *Standard Work* na secção de Soldadura

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

Autor

Ariane Meireles Pinheiro do Rosário Vieira

Orientadores

Professor Doutor Pedro Mariano Simões Neto

Engenheira Ana Paula Rodrigues Miranda

Júri

	Professora Doutora Cristina Maria Gonçalves dos Santos
Presidente	Louro Professora da Universidade de Coimbra
	Professor Doutor Cristóvão Silva Professor da Universidade de Coimbra
Vogais	Professor Doutor Pedro Mariano Simões Neto Professor da Universidade de Coimbra

Colaboração Institucional



**Toyota Caetano
Portugal, S.A.**

Coimbra, Setembro, 2014

Dedico este trabalho a minha mãe, Francelina Pinheiro, pelo exemplo de mulher que é e pelo esforço, sacrifício e companheirismo durante todos esses anos acadêmicos e de vida.

Resumo

Com a globalização, o preço dos produtos passou a ser estipulado pela mercado, fazendo aumentar a competitividade entre as empresas. Assim, para garantir o lucro que as empresas desejam, estas passaram a apostar em métodos que reduzam o custo associado ao produto, eliminando ou minimizando ao máximo as atividades que não acrescentam valor ao produto.

O presente documento foi desenvolvido em cooperação com a empresa Toyota Caetano Portugal, SA, para a implementação da metodologia TPS (*Toyota Production System*) na linha de produção da soldadura da carrinha *Dyna*. Esta metodologia é direcionada para a melhoria contínua e otimização de processos, através da normalização dos trabalhos, da definição da sequência das tarefas e da eliminação dos desperdícios.

Primeiramente, são descritos a filosofia *Toyota Production System* e os 7 desperdícios que Taiichi Ohno. Em seguida, são apresentados os resultados do estudo realizado com base nesta metodologia de alguns dos postos de trabalho da linha de produção da soldadura.

Palavras-chave: Desperdício, Normalização, Otimização, melhoria contínua, Sequenciamento, Soldadura.

Abstract

With globalization, the price of products has become determinate by the market, increasing competition among companies. Thus, to ensure the profit that companies want, they started to bet on methods which reduce the costs associated with the product, eliminating or minimizing the maximum activities that add no value to the product.

This document was developed in cooperation with the company Toyota Caetano Portugal, SA, for the implementation of the methodology TPS (Toyota Production System) in welding production line of minivan Dyna. This methodology is directed to continuous improvement and process optimization through standardization of work, the definition of the sequence of tasks and eliminating waste.

First, are described Toyota Production System philosophy and the 7 wastes that Taiichi Ohno. Then, the results of the study based on this methodology of some of the jobs of the welding production line are presented.

Keywords Waste, Standardization, Optimization, Continuous Improvement, Sequencing, Welding.

Índice

Índice de Figuras	vii
Índice de Tabelas	ix
Siglas	x
1. INTRODUÇÃO	1
1.1. Motivação e Objetivos do Trabalho	1
1.2. Estrutura do Trabalho	1
2. Enquadramento Teórico	1
2.1. <i>Toyota Production System</i>	1
2.1.1. Contexto Histórico	1
2.1.2. Casa TPS	2
2.1.3. Foco do TPS	15
2.1.4. Fator Chave de Sucesso → Liderança TPS/ <i>Lean</i>	20
3. Descrição da Empresa	22
3.1. Toyota Caetano Salvador, S.A.	22
3.2. Carrinhas Dynas	22
3.3. PROCESSO PRODUTIVO NA FÁBRICA	24
3.3.1. Abertura de materiais	25
3.3.2. Soldadura	25
3.3.3. Pintura	28
3.3.4. Montagem Final	28
3.3.5. Inspeção	29
4. Metodologias de aplicação das ferramentas do tps na empresa	30
4.1. Documentos/Métodos Utilizados	31
4.1.1. Gravação de vídeos	31
4.1.2. Lista de Operações	31
4.1.3. <i>Yamazumi Chart</i>	32
4.1.4. Standardized Work Chart (SWC) ou Gráfico Spaghetti	32
4.1.5. Standardized Work Combination Table (SWCT)	33
4.2. Sequência do estudo do TPS	33
5. Casos de Estudo	35
5.1. TPS Logística	35
5.1.1. Estudo do TPS da logística	36
5.1.2. Tarefas realizadas pelos trabalhadores da empresa antes do início do estágio nesta secção	36
5.1.3. Tarefas realizadas durante o estágio nesta secção	37
5.2. Estudo do TPS da soldadura	38
5.2.1. Tarefas realizadas pelos trabalhadores da empresa antes do início do estágio nesta secção	39
5.2.2. Tarefas realizadas durante o estágio nesta secção	40

6. Conclusão e Comentários Finais	52
Referências Bibliografia	54
ANEXO A	57
ANEXO B	58
ANEXO C	59
ANEXO D	61

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1. Casa TPS.....	2
Figura 2.2. Produção Tradicional.....	4
Figura 2.3. Produção com <i>Heijunka</i>	4
Figura 2.4. Variabilidade dos Processos. Fonte: George et al. (2008).	7
Figura 2.5. Tempo de Ciclo x <i>Takt Time</i>	9
Figura 2.6. Exemplo de Balanceamento.....	10
Figura 2.7. Exemplos de sequenciamentos.....	11
Figura 2.8. Ciclo PDCA e SCDA.....	13
Figura 2.9. Produção em excesso.	17
Figura 2.10. Problemas Exposto devido a Redução de Inventário.....	17
Figura 2.11. Problema de Espera.....	18
Figura 2.12. Problema de Inventário.	19
Figura 2.13. Problema de Deslocações.....	20
Figura 2.14. Problemas de Retrabalho.	20
Figura 3.1. TCAP.	22
Figura 3.2. Carrinhas Dynas.....	23
Figura 3.3. Processo Produtivo da TCAP (modelos Dynas 100 e 150).	24
Figura 3.4. Processo Produtivo da TCAP (modelo <i>Dyna</i> 200).	24
Figura 3.5. <i>Layout</i> da Soldadura.	25
Figura 4.1. Sequência de Utilização dos Documentos do TPS.	34
Figura 5.1. Cronologia TPS Logística.....	35
Figura 5.2. Logística: Situação Inicial com 4 trabalhadores.	36
Figura 5.3. Logística: Situação Inicial com 3 trabalhadores.	37
Figura 5.4. Objetivos TPS Soldadura: Balanceamento.	39
Figura 5.5. Objetivos TPS Soldadura: Ocupação dos Trabalhadores.	39
Figura 5.6. Problema de Detalhamento nas Descrições das Tarefas dos Operadores.....	41
Figura 5.7. Solução para o Problema de Detalhamento nas Descrições das Tarefas dos Operadores.....	42
Figura 5.8. Melhoria das deslocações.	44
Figura 5.9. <i>Coup Vent</i> e Cantos de Chapa.....	44

Figura 5.10. Melhoria do <i>coup vent</i> e cantos.....	44
Figura 5.11. Objetivos Atualizados do TPS da Logística: Mudança do <i>Takt Time</i> para 52'	46
Figura 5.12. Objetivos Atualizados do TPS da Logística: Aumentar a Produtividade.	46
Figura 5.13. Melhoria das ferramentas.....	47
Figura 5.14. Melhoria do Cavalete.....	47
Figura 5.15. Melhoria associada à Ergonomia.	49
Figura 5.16. Melhoria do posto P1.	51

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 2.1. Vantagens e Desvantagens do Trabalho <i>Standard</i>	7
Tabela 2.2. Produção Tradicional vs Produção com Trabalho <i>standard</i>	12
Tabela 2.3. Evolução dos Preços de Mercado.	15
Tabela 5.1. Resultados Obtidos dos Trabalhadores do Bate-Chapas.	45
Tabela 5.2. Resultados Obtidos dos Trabalhadores do Bate-Chapas Com Mudança de Produção.	48
Tabela 5.3. Resultados Obtidos dos Trabalhadores da Soldadura Por Pontos Com Mudança de Produção.	50

SIGLAS

5S's – *Seiri (triagem), Seiton (arrumação), Seiso (limpeza), Seiketsu (normalizar) e Shitsuke (disciplina).*

C/D – Cabine Dupla de Condução à esquerda.

Ciclo PDCA – ciclo *Plan-Do-Check-Act*.

CKD – *Completed Knocked Down*.

CV – Cavalo-Vapor (1CV = 735,5W).

ED – Pintura por Eletrodeposição.

FIFO – *First in First out*.

In – Incorporação Nacional.

JIG's – equipamentos *Poka Yoke*.

JIT – *Jus-In-Time*.

JKK – *Jikotei Kanketsu* (processo que garante a qualidade por meio da padronização do trabalho).

LHD – Cabine Simples de Condução à esquerda.

LIFO – *Last in First out*.

P1 – Porta da Qualidade 1.

P2 – Porta da Qualidade 2.

RH – Direita.

RHD – Cabine Simples de Condução à direita.

SMED – *Single Minute Exchange of Die*.

SWC – *Standardized Work Chart*.

SWCT – *Standardized Work Combination Table*.

SWIP – *Standard Work In Process*.

TCAP – Toyota Caetano Portugal.

TMC – *Toyota Motor Corporation*.

TPM – *Total Productive Maintenance*.

TPS – *Toyota Production System*.

1. INTRODUÇÃO

Este documento foi desenvolvido com base no estudo realizado para a otimização de processos produtivos no armazém e na linha da soldadura durante o estágio curricular na empresa Toyota Caetano Portugal.

Devido a competitividade existente no mercado, as empresas têm apostado em metodologias que diminuam os custos associados aos seus produtos, aumentam a sua qualidade e que reduzam o tempo de entrega de forma a satisfazer os seus clientes. Por isso a aplicação de ferramentas do *TPS (Toyota Production System)* ou *Lean* vêm crescendo a cada dia, visando a melhoria contínua dos seus processos produtivos, a normalização e o sequenciamento das tarefas e a eliminação, ao máximo, dos desperdícios, tornando os processos mais simples e flexíveis.

1.1. Motivação e Objetivos do Trabalho

O objetivo deste trabalho é otimizar, de forma a obter ganhos produtivos qualitativos e quantitativos no armazém e na linha de produção da soldadura do modelo *Dyna* na fábrica TCAP (Toyota Caetano Portugal), sem acarretar custos adicionais à empresa, através da metodologia *Toyota Production System*.

O estudo *Toyota Production System* é uma técnica de otimização de produção, desenvolvida pela *Toyota Motor Corporation* e que está a ser aplicada em todas as linhas de produção na Toyota Caetano Portugal no modelo *Dyna*. A aplicação desta metodologia na fábrica tem como objetivo transmitir o conhecimento desta técnica a seus colaboradores para aplicá-lo no próximo modelo, *Land Cruiser*, que começará a ser produzido em 2015.

1.2. Estrutura do Trabalho

O presente documento encontra-se distribuído por seis capítulos e respetivos subcapítulos permitindo assim, uma mais clara e rápida consulta através do índice.

No primeiro capítulo é apresentada a descrição do trabalho com a descrição da motivação e objetivo do trabalho e estrutura do documento.

No segundo capítulo, designado por “Enquadramento Teórico”, são descritas as ferramentas utilizadas durante a realização do estágio, como por exemplo, a noção de desperdício, ferramentas do *TPS*, normalização de trabalhos, sequenciamento de tarefas, entre outras.

O terceiro capítulo é feito uma descrição da empresa Toyota Caetano Portugal S.A., bem como a descrição do processo produtivo. O capítulo quatro é descrito como as ferramentas *TPS* são aplicadas na *TCAP*.

No quinto capítulo são apresentados e discutidos os casos de estudo onde o estágio decorreu. Já, no sexto capítulo são apresentadas algumas conclusões e comentários finais.

Por fim, são apresentadas as referências bibliográficas utilizadas na elaboração do documento e os anexos relevantes ao desenvolvimento do estudo.

2. ENQUADRAMENTO TEÓRICO

Neste capítulo, serão apresentadas as definições dos conceitos e das metodologias utilizadas para a sua realização do projeto.

2.1. *Toyota Production System*

O Sistema Toyota de Produção ou *Toyota Production System* é uma metodologia utilizada com o objetivo de otimizar todas as secções de uma organização. Esse sistema tem como principal foco as necessidades do cliente, fornecendo produtos e serviços da mais alta qualidade, ao mais baixo custo e no menor prazo (*lead time*) possível, enquanto assegura um ambiente de trabalho seguro e motivador a seus colaboradores e o envolvimento de todas as partes interessadas (*stakeholders*) da empresa.

2.1.1. Contexto Histórico

O TPS surgiu a seguir à II Guerra Mundial. Após uma guerra que destruiu o Japão, os *stocks* necessários para manter a rentabilidade da linha de produção não eram alcançados, surgindo problemas de qualidade, trabalhadores alienados e variabilidade em todas as secções, que acarretavam em custos muito altos. Com isso, a Toyota viu-se forçada a operar com o mínimo inventário possível para tentar manter a rentabilidade da linha. Para que isso fosse possível, teve que reduzir a variabilidade em todos os setores e determinar qual era o menor nível de inventário que é necessário para a máxima rentabilidade dos trabalhadores, sem que a qualidade diminuísse. Tarefa mais difícil e mais importante dos gestores.

2.1.2. Casa TPS

O TPS é normalmente apresentado como uma casa que tem diversas divisões, com funções bem definidas, mas que se interligam internamente.

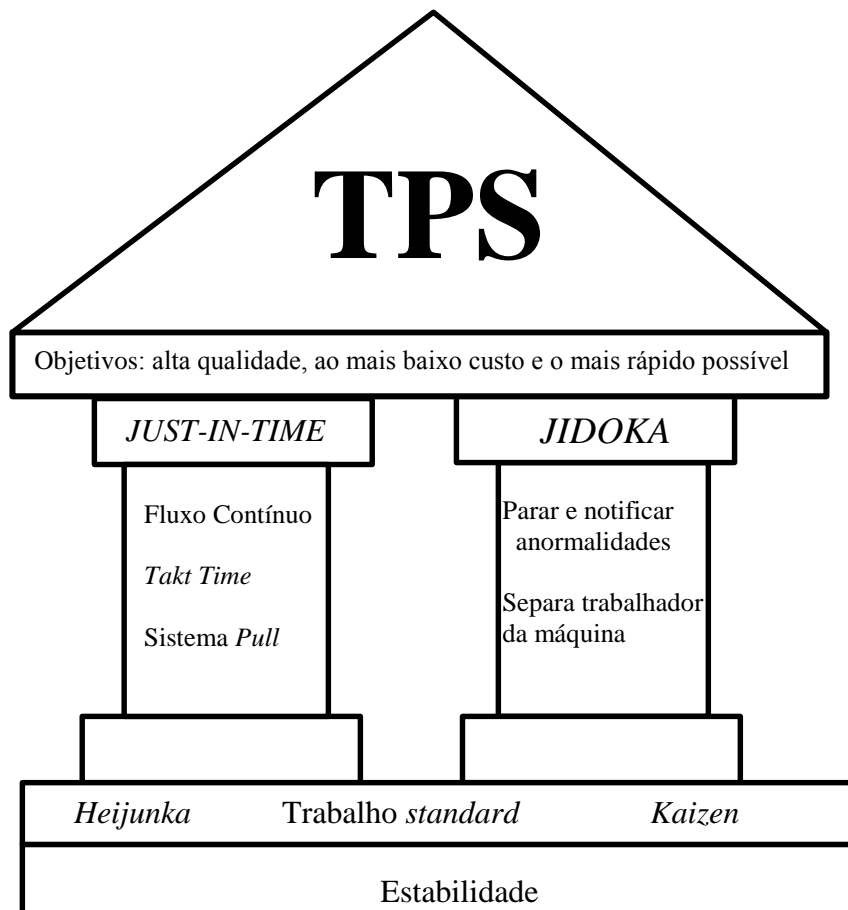


Figura 2.1. Casa TPS.

2.1.2.1. Estabilidade

Os aspetos fundamentais do TPS encontram-se na base da casa, a qual assenta em princípios e valores básicos, integrando todos os trabalhadores da empresa, através da aplicação da estabilidade e normalização dos processos, com o objetivo de reduzir a variabilidade da produção, o nivelamento da produção (*HEIJUNKA*) e a melhoria contínua (*KAIZEN*).

Um aspecto que também intrínseco ao TPS é o respeito pelas pessoas. Taiichi Ohno (1988) afirmou que um dos objetivos do TPS era “criar pessoas pensantes”. Pascal Dennis afirma que o “coração do sistema é o envolvimento: membros de uma equipa flexíveis e motivados estão constantemente à procura de uma forma melhor de fazer as coisas”. Nesse âmbito, a causa do problema é focada no sistema e não na pessoa, conforme a produção tradicional o faz. Isso é chamado de cultura sem culpa.

2.1.2.1. Heijunka:

Heijunka, palavra japonesa que significa programação nivelada, ou seja, é a distribuição uniforme da produção dos diferentes tipos de peças/produtos ao longo do dia, semana e de um mês no processo de fabrico.

Através da realização destes objetivos, o sistema com o *Heijunka* consegue produzir todos os produtos encomendados, de acordo com o tempo definido e a quantidade solicitada. Para que isso ocorra, também é necessário uniformizar as operações que afetam o produto. Com a normalização (uniformização, *standardization* ou padronização) de tarefas e funções, que será descrita mais à frente, é possível identificar os problemas que inviabilizam os processos e, assim, encontrar soluções ou eventuais melhorias. Como resultado desta metodologia, torna-se possível encurtar o tempo de execução, diminuir o valor do *stock* intermediário e, finalmente reduzir os custos produtivos.

O sistema com o *Heijunka* não produz de acordo com as encomendas pedidas. O nivelamento de fabricação para um dado *mix* (diferentes tipos) e volume de produtos é determinado considerando o volume total de um dado período de encomendas. Por exemplo, seja uma dada sequência de uma encomenda de 6 Carrinhas Dynas de Cabine Simples Brancas, 3 Carrinhas Dynas de Cabine Simples Com Caixas Azuis e 3 Carrinhas Dynas de Cabine Dupla Brancas.

A **Produção Tradicional** seria feita nesta sequência, devendo ser lida da esquerda para a direita, de cima para baixo:



Figura 2.2. Produção Tradicional.

Porém, a **Produção com o Heijunka** seria realizada na sequência a seguir, devendo ser lida da esquerda para a direita, de cima para baixo:



Figura 2.3. Produção com Heijunka.

O exemplo acima demonstra que, no processo tradicional de programação a sequência de fabricação seria a produção de todas as unidades das carrinhas Dynas de Cabine Simples Brancas, a seguir deve-se fazer um *setup* e fabricar todas as unidades de carrinhas Dynas de Cabine Simples com Caixas Azuis e por último, com mais um *setup*, fabricar todas as unidades das carrinhas Dynas de Cabine Dupla Brancas. Portanto, somente com três *setup* satisfazer-se-ia a procura, ao mesmo tempo que se otimizariam os recursos produtivos.

Porém, apesar dos benefícios descritos acima, a empresa acumula elevadas quantidades de *stocks* de diferentes produtos e, caso algum imprevisto ocorresse, seja por alterações das encomendas, devido a problemas com a manutenção dos equipamentos ou

uma eventual greve dos trabalhadores, a inflexibilidade do processo produtivo poderia comprometer a empresa perante seus clientes.

Com a finalidade de ter uma maior flexibilidade e de atender não somente a procura solicitada, como também a pedidos de última hora de qualquer produto, as empresas, atualmente, estão recorrendo a metodologia *Lean/TPS* onde inclui o sistema com o *Heijunka*, que proporciona a fabricação de pequenos lotes (mais abaixo pode-se verificar algumas vantagens relativas a este tipo de fabricação), minimizando os custos. Vale a pena referir que, se houver atraso em qualquer um dos intervalos de fabricação dos produtos, esta metodologia permite que apenas algumas entregas sejam feitas fora de prazo.

Para que seja possível a produção alternada, é necessário que o tempo de *setup* seja cada vez menor, onde os ajustes sejam mínimos e rápidos, para isso deve-se estudar e praticar o *SMED* (trocar rápida de ferramentas).

As vantagens de se produzir em pequenos lotes são:

- 1) Diminui o potencial de produção em grandes quantidades de peças defeituosas pois, caso contrário, quando uma não conformidade fosse averiguada, muitas peças já teriam sido produzidas.
- 2) Capital investido em materiais são reduzidos significativamente.
- 3) Aumenta a capacidade de resposta a eventuais problemas de fabricação.
- 4) O espaço para inventário é reduzido.

Ao recorrer ao *Heijunka*, o sistema passa a ser flexível, assegurando o tempo de entrega e qualidade. Outro benefício que a produção de um *mix* de produtos pelo processo do *Heijunka* oferece é o facto de os trabalhadores fazerem atividades menos repetitivas ao decorrer do seu turno.

É importante referir que o *Heijunka* não poderá ser implementado em uma fábrica sem que a mesma tenha processos *standards*, *takt time* definido e sem que os dois primeiros S, dos 5S's: organização (separar o necessário do desnecessário) e ordenação (organizar o espaço de trabalho de forma eficaz) estejam em ação.

2.1.2.2. Standardization

A *standardization* (normalização, uniformização ou padronização) aplicada às operações de fabrico é a forma de produzir algo, determinada por uma dada sequência, definida como sendo a melhor e sem desperdícios, proporcionando a existência de um modelo único de fabricação. O cumprimento dos processos normalizados viabiliza a realização das operações independentemente do operador, garantindo um sistema estável e possibilitando a melhoria contínua.

Um trabalho *standard* facilita a sua documentação e o seu ensinamento, tendo como principais vantagens os baixos custos, o aumento da previsibilidade dos processos e a redução de desvios (variação ou oscilação dos processos).

O trabalho *standard* tem 2 objetivos:

1. Definir o método de trabalho.
2. Garantir a Melhoria Contínua (*KAIZEN*): Somente através dos trabalhos normalizados é possível avaliar as condições (normais ou anormais) de trabalho, permitindo detetar as operações onde se pode aplicar a melhoria. Permite encontrar o *MUDA* (desperdício), *MURA* (flutuações de produção) e *MURI* (sobrecarga).

Guiar-se por um trabalho que esteja normalizado assegura a segurança, a qualidade e permite determinar os custos associados a produção.

2.1.2.2.1. Porque Normalizar as Operações?

Ao tentar eliminar a variabilidade dos processos, padronizando-os e eliminando os desperdícios existentes, a *standardization* das operações apresentará baixos desvios padrões (σ). Controlar os desvios é mais importante do que controlar as médias, isso porque, ao controlar os desvios, os frequentes improvisos nas operações, que fazem aumentar os custos diários, acabam.

No trabalho padronizado, os operadores devem todos fazer o mesmo trabalho e da mesma maneira e, caso alguém encontrar uma forma diferente, porém que seja melhor, mais rápida e mais económica, faz-se dessa forma a forma padrão (*standard*) de trabalhar.

“De uma perspetiva puramente estatística, existem apenas duas fontes de problemas de variabilidade:

1. A falta de centragem do processo: embora consistente, o processo não está centrado (ver figura);
2. A amplitude (ou seja, o desvio padrão do processo é incomportável dado o aumento da probabilidade de produzir defeitos).” (George et al.,2008).

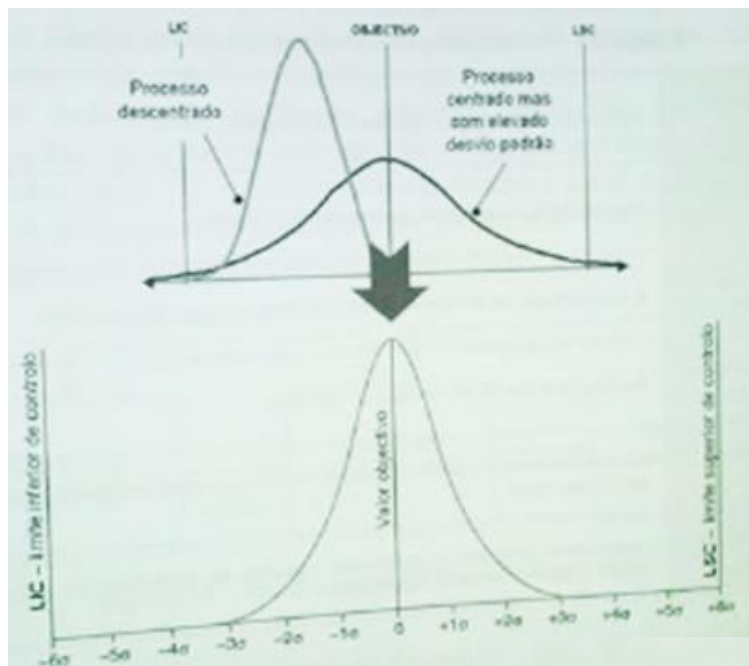


Figura 2.4. Variabilidade dos Processos. Fonte: George et al. (2008).

Tabela 2.1. Vantagens e Desvantagens do Trabalho Standard

Vantagens	Desvantagens /Dificuldades
Estabiliza a qualidade e a produção.	Mão de obra especializada.
Facilita a eliminação dos desperdícios.	É necessário fazer um estudo para a sua determinação.
Ajuda na perceção das situações normais e anormais do trabalho.	Resistência à Mudança.
Assegura e aumenta a segurança do trabalho.	Dificuldade em Manter a Padronização das tarefas.
Facilita a avaliação do desempenho do chão de fábrica.	Documentar/ Registrar a evolução do Trabalho.
Estabiliza os custos de produção, proporcionando a diminuição das flutuações dos custos.	
Estabiliza o trabalho em processo (<i>work-in-process</i>), o método de trabalho e o tempo de trabalho.	

2.1.2.2.2. Elementos que constituem a normalização

A uniformização consiste na integração de 3 elementos:

- 1) Takt Time: controla a produção e define corretamente a carga de trabalho;
- 2) Sequência de trabalho: assegura a segurança, qualidade e o tempo de trabalho. Facilita a visualização de melhorias.
- 3) Stocks standards em Processo (Standard Work in Process): Elimina as peças desnecessárias em processo e garante a segurança e a eficiência dos processos.

2.1.2.2.2.1. Takt Time

O *takt time* (palavra alemã *takt* que corresponde ao ritmo musical) é o nivelamento da quantidade da produção que consiste no cálculo do tempo disponível de fabricação, conforme o pedido dos clientes em um dado período de tempo. A utilização do *takt time* facilita a organização dos equipamentos, das horas de trabalho e de outros fatores necessários para uma produção eficiente.

$$Takt\ Time = \frac{TEMPO\ DISPONÍVEL\ PARA\ PRODUZIR\ (EFETIVO)}{VOLUME\ DE\ PRODUÇÃO\ DIÁRIA\ NECESSÁRIA}$$

- ✓ TEMPO DISPONÍVEL PARA PRODUZIR (EFETIVO): tempo disponível para produzir, descontando os tempos de paragens (reuniões, 5S, almoço, etc.)
- ✓ VOLUME PRODUÇÃO DIÁRIA NECESSÁRIA: número de unidades necessárias a produzir por dia.

O *Takt Time* também garante a qualidade, pois as tarefas de trabalho determinadas naquele determinado tempo são elaboradas levando em consideração a solução dos defeitos que ocorram em processo. Caso o tempo de reparo seja superior ao *Takt Time*, o produto é retirado da linha e retrabalhado ou verificado em um posto “*scrap*”. Estas roturas são estudadas de forma a serem minimizadas a fim de criar um fluxo contínuo de fabricação.

Um sinalizador luminoso (*Andon*), associado a um temporizador é utilizado para indicar o ritmo dos processos. O *Andon* tem como finalidade orientar os trabalhadores conforme o *takt time* definido, dando-lhes indicação se o processo está atrasado ou se está dentro do *takt time*. Também tem como função sinalizar a ocorrência de uma anomalia em linha. Para isso os operadores têm que acionar um interruptor que envia um sinal ao *Andon*.

Assim, chamam os seus líderes para resolver o problema ocorrido, sem saírem do seu posto de trabalho. No anexo A encontra-se uma foto com as descrições de cada sinalização de um modelo do placar *Andon*

2.1.2.2.2.1.1. Tempo de ciclo VS *Takt-time*:

Tempo de ciclo é o tempo necessário para completar 1 ciclo de operações, desde o início até ao fim desta operação, com uma determinada sequência, em um determinado processo.

Portanto, o tempo de ciclo é o tempo disponível para o operador realizar as suas operações, enquanto o *takt time* é um indicador de cadência de produção. Muitas vezes *takt time* é confundido com o tempo de ciclo. As frases “o *takt time* do operador” ou “...operador excedeu o *takt time*” estão erradas, o tempo de ciclo é sempre inferior ao *takt time*, em que é dado um intervalo com o objetivo de controlar as flutuações das operações, de descanso, para fornecer *feedbacks* e entre outras necessidades.

Na figura ao lado ilustra-se um gráfico de exemplo, em que o Operador A tem 3 tipos de operações diferentes: operação X, Y e Z. E tem o *takt time* (representado pela linha roxa) definido pela empresa em que trabalha de 60 segundos. Pode-se concluir:

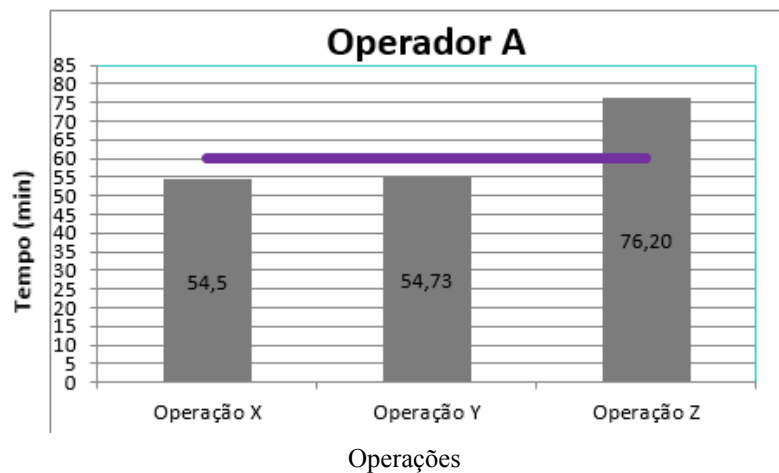


Figura 2.5. Tempo de Ciclo x *Takt Time*.

- A Operação X está abaixo do *takt time*, pois o seu tempo de ciclo é de 54,50 segundos, ficando o operador com um tempo disponível de 5,50 segundos.
- A Operação Y também está abaixo do *takt time*, pois o seu tempo de ciclo é de 54,73 segundos, ficando o operador com um tempo disponível de 5,27 segundos.
- Porém, a Operação Z excede o *takt time* em 16,20, pois o seu tempo de ciclo é de 76,20 segundos.

2.1.2.2.2.1.2. Balanceamento de Operações

O balanceamento das operações está intrinsecamente ligado ao *takt time*. Com o sistema *pull*, isto é, produzir ao ritmo da demanda, o tempo de ciclo de cada operador deve ser o mais próximo possível do *takt time*. Com isso, se tivermos dois operadores com tempos de ciclo de 30 minutos, procura-se alocar todas as operações a um único operador e, após um processo de melhoria (*Kaizen*), reduzir os 60 minutos (novo tempo de ciclo) ao *takt time* de 52 minutos.

Outra situação possível que está exemplificada na imagem abaixo é quando o operador A tem o tempo de ciclo de 45,95 minutos e o operador B tem o tempo de ciclo de 51,47 minutos. Como, neste caso, não é possível alocar todas as operações em um só operador, deve-se balanceá-los, passando algumas operações do operador sobrecarregado (operador B) para o operador subcarregado (operador A), ficando o operador A com 48,35 minutos e o operador B com 49,05 minutos, ambos o mais próximo possível dos 52 minutos.

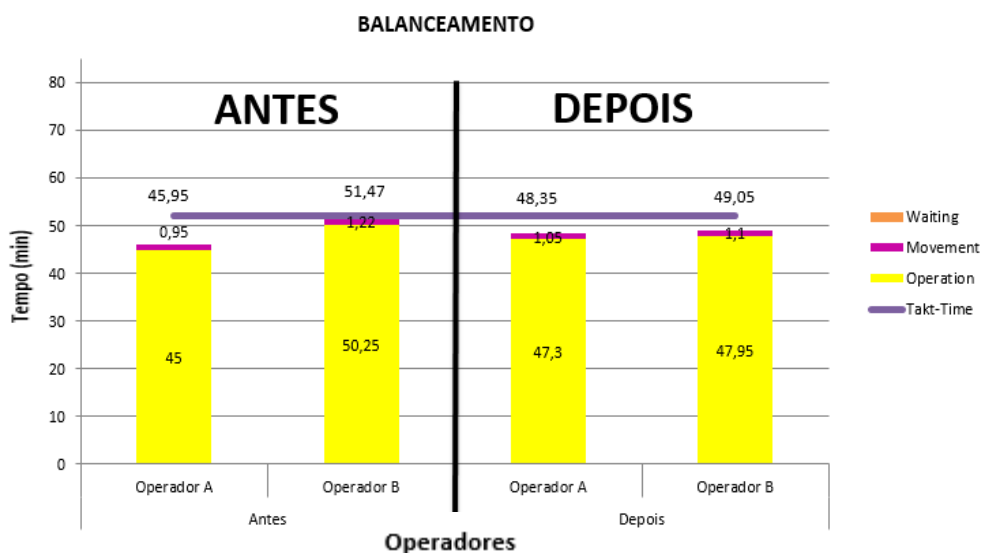


Figura 2.6. Exemplo de Balanceamento.

2.1.2.2.2.2. Sequência de Trabalho

Sequência de trabalho é a execução repetitiva de tarefas que levam à produção de peças/produtos com qualidade e da forma mais eficiente e segura. Em um processo de fabricação é fundamental existir uma sequência de trabalho, pois esta proporciona um padrão a que todos os trabalhadores devem realizar igualmente. Muitas vezes o problema não é criar uma sequência de trabalho mas sim mantê-la.

Abaixo estão alguns problemas que podem existir em situações em que não haja uma sequência definida:

- Flutuações no tempo de ciclo dos operadores.
- Fraca metodologia e disciplina de trabalho.
- Acidentes de trabalho.
- Danos de máquinas, equipamentos e *jigs*.
- Defeitos na produção e consequentes reparações.

Por exemplo:

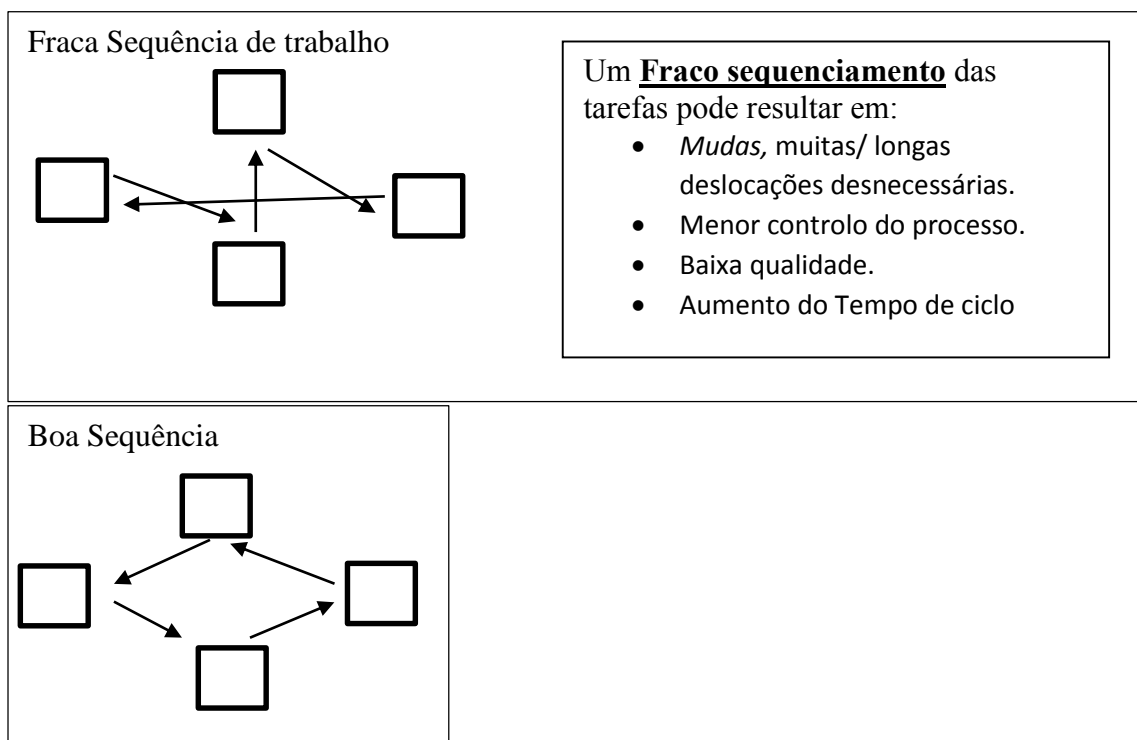


Figura 2.7. Exemplos de sequenciamentos.

Um erro frequente que acontece nas fábricas quando os operadores esquecem peças ou montam peças erradas no produto final e o defeito prossegue no processo até a inspeção detetar o erro, pode ser combatido ao definir uma sequência de trabalho lógica e a sua devida prática.

2.1.2.2.2.3. Stocks standards em Processo (Standard Work in Process)

É a quantidade mínima de componentes que devem estar em processo (unidades não acabadas em linha) para garantir o fluxo contínuo de produção de forma mais eficiente e segura. É definido a partir do número de postos de trabalho, do *layout* fabril, dos equipamentos e de suas capacidade e do *takt time*.

O ideal é definir *SWIP* visando atingir o máximo de eficiência produtiva possível e zero *stocks* intermédios porém, quando o prazo para a realização de um determinado produto, por parte do processo precedente é menor do que o tempo de fabrico do posto seguinte, então necessita-se de um *stock*, normalmente mantido num supermercado para absorver essa variabilidade. Por vezes, isto pode ser evitado através do balanceamento das operações dos trabalhadores, que será explicado mais à frente.

Um outro fator que condiciona ter *stock* intermédio é o facto de os pedidos dos clientes não serem estáveis, existindo assim uma variabilidade no processo de fabricação. E, também por esta causa, é necessário possuir um supermercado de produtos acabados.

Tabela 2.2. Produção Tradicional vs Produção com Trabalho *standard*.

PRODUÇÃO TRADICIONAL	PRODUÇÃO COM TRABALHO <i>STANDARD</i>
Reage somente quando os problemas estão à vista.	Previne problemas.
Processos definidos sem o envolvimento das partes interessadas.	Processos definidos envolvendo todos os interessados (<i>stakeholders</i>).
Trabalhos centrados nos equipamentos.	Trabalhos centrados no fator humano.
Prática de diversos métodos de trabalho.	Seguir e melhorar os <i>standards</i> definidos.
Resultados incoerentes / variabilidade.	Resultados sólidos.

2.1.2.3. KAIZEN

KAIZEN, palavra japonesa que significa melhoria ou aperfeiçoamento, foi criada por Massaki Imai. Assentado nos princípios socioculturais japoneses, o *KAIZEN* é o termo usado que representa a maximização da produtividade sem grandes investimentos, apoiados, principalmente, na redução dos desperdícios e, conseqüentemente na redução de custos na produção. Porém, Massaki afirma que, para que o *KAIZEN* tenha resultado positivo na fábrica, a gestão de topo deve-se envolver no *gemba* (termo japonês que significa chão de fábrica), conhecer as dificuldades dos trabalhadores e as particularidades dos processos. E, também de extrema importância, qualquer projeto da empresa deve ser dirigido ao *gemba*, principal e mais importante secção de qualquer empresa. Por isso é fundamental que a

metodologia *KAIZEN* envolva toda a organização, desde os trabalhadores do chão de fábrica até a gestão de topo.

A prática do *KAIZEN* depende, principalmente, da supervisão contínua dos métodos, que pode ser feita através da aplicação do ciclo *Deming* (ciclo PDCA). O ciclo PDCA é um ciclo que foi desenvolvido no Japão após o 2º Grande Guerra. Este ciclo tem como objetivo simplificar e agilizar os métodos desenvolvidos pela gestão, começando com o planeamento de um projeto e em seguida executando as tarefas planeadas. Após a realização das tarefas, deve-se averiguar/chechar continuamente e diversas vezes se o que foi feito condiz com o que foi planeado e, por fim identificar as medidas que possam ser reduzidas ou, de preferência, eliminadas para evitar que apareçam defeitos no produto ou no processo.

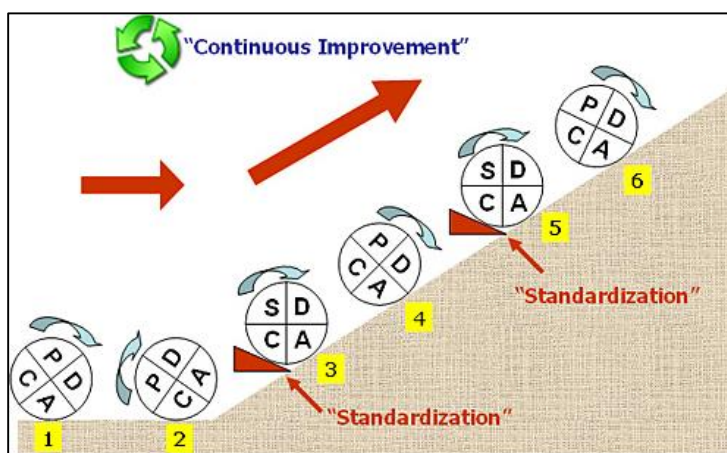


Figura 2.8. Ciclo PDCA e SCDA.

Para se conseguir evoluir é necessário que a próxima análise do ciclo PDCA seja realizada a partir do novo projeto *standard*, funcionando como um calço, para que a melhoria seja obtida continuamente, como demonstra a imagem ao lado.

2.1.2.4. Pilares do TPS

A seguir a base, estão os dois pilares do Sistema Toyota de Produção:

2.1.2.4.1. Just - In - Time

Just-in-Time é um sistema em que as peças necessárias de um produto são abastecidas no tempo certo, no local certo e na quantidade necessária. Uma vez que uma empresa consiga cumprir esse sistema, consegue alcançar o inventário zero.

“É fazer a fábrica operar para a empresa, assim como o corpo humano opera para o indivíduo. O sistema nervoso autônomo responde quando surge um problema no corpo. O mesmo ocorre numa fábrica: deve haver um sistema que responde automaticamente quando os problemas ocorrem. Essa função é cumprida pelo *Just-in-Time*” (Ohno, 1988).

O objetivo do sistema JIT é descobrir, identificar e eliminar os desperdícios, garantindo um fluxo contínuo de produção. É uma peça fundamental que garante a estabilidade da produção, diminuindo o efeito da flutuação da demanda do mercado.

2.1.2.4.1.1. Fluxo contínuo

É a movimentação de produtos pelo sistema de produção, sem separá-los em lotes. Basicamente, ao começar a produção de um tipo de produto, o produto deve se movimentar ao longo da cadeia de valor, sem que seja necessário uma área de armazenamento para depois processá-lo. Isto ajuda a diminuir os níveis de inventários e a evitar processamento em lote.

2.1.2.4.1.2. Sistema Pull

É uma metodologia em que a produção começa apenas quando existe uma encomenda de um cliente, ao invés de determinar a produção em previsões de venda. A demanda do cliente inicia (“puxa”) a próxima operação a jusante no processo de produção e assim sucessivamente.

2.1.2.5. Jidoka

Jidoka ou automação é o controlo autónomo de defeitos com o objetivo de produzir com qualidade. Ou seja, é a criação de mecanismos que evitam que uma não conformidade aconteça ou se propague com o conceito de que é melhor parar uma máquina quando o primeiro indício de uma anormalidade aparece do que continuar a produção com esta anormalidade, que produzirá mais desperdícios.

Basicamente, *Jidoka* é uma técnica que dá autonomia ao operador ou à máquina de interromper uma operação se for detetada alguma situação anormal ou se a quantidade planeada de produção for atingida. Essa autonomia pode ser verificada quando as máquinas ou a linha de produção param instantaneamente ao detetarem um problema ou quando um operador não consegue solucionar o problema sozinho, o *Jidoka* é realizado com o ato de acionar um interruptor que envia um sinal ao *Andon* (placar luminoso), comunicando ao seu superior que há um problema a ser resolvido. Esta autonomia vem do conceito de separar o homem da máquina. Quando as máquinas têm a capacidade de parar em caso de uma

anomalia, libertam os trabalhadores para outras atividades que acrescentam mais valor à empresa, pois deixa de ser necessário o controlo das mesmas.

O grau de aplicação do Jidoka pode ser confirmado através das taxas de não qualidade na inspeção final em que, quanto menor for esta taxa, menor será a quantidade de defeitos detetados no produto final, o que quer dizer que o problemas foram resolvidos na fonte, objetivo principal do *Jidoka*.

2.1.2.5.1. Poka-Yoke

O *Jidoka* é, muitas vezes, auxiliado por sistemas “*Poka-Yoke*”, que são sistemas à prova de erro ou algo que evita erros. É um mecanismo de deteção de irregularidades que impedem a execução regular de uma tarefa. Esta atividade visa otimizar as operações que necessitam atenção dos operadores que são suscetíveis de erros ou falhas. Por exemplo, uma peça que é projetada de modo que só possa ser conectada em uma direção, sendo impossível introduzi-la na direção errada. As portas USB são um exemplo típico deste tipo de peça.

Assim, a automação apoia o JIT pois impede a formação e propagação de defeitos e elimina a superprodução, possibilitando que a devida inspeção sobre o problema seja feita para que esta não conformidade não se repita e, conseqüentemente reduz as paragens da linha de produção.

2.1.3. Foco do TPS

O principal foco do TPS e de qualquer empresa é otimizar o lucro. A evolução associada ao preço de venda de um produto estabelecido ao mercado pode ser descrita pela seguinte fórmula:

Antigamente	Atualmente
$\begin{aligned} &\text{Custo do produto} + \text{Lucro que se deseja} \\ &= \text{Preço de Venda} \end{aligned}$	$\begin{aligned} &\text{Preço de Venda} - \text{Custo do produto} \\ &= \text{Lucro que se pode obter} \end{aligned}$

Tabela 2.3. Evolução dos Preços de Mercado.

Com a globalização, as empresas tiveram que se adaptar a este novo conceito, em que o preço é estipulado pelo mercado e não mais pelas empresas. Como o lucro que se pode obter nem sempre é o lucro desejado pela empresa, a única solução foi desenvolver metodologias para que o custo do produto diminuísse, nascendo assim o conceito de redução dos desperdícios desde a matéria-prima até ser o produto ser transformado em produto final.

Este tipo de análise deve ser sistemática, incluindo também a análise das operações, com o foco nas componentes de trabalho que não adicionam valor.

Desperdício ou *MUDA* em japonês são todos os fatores que não agregam valor ao produto ou serviço. Isto é, são aquelas atividades desnecessárias ao processo que geram custos, que devem ser eliminadas. Para se compreender o que é desperdício é necessário definir o que é valor:

- “The first question in TPS is always *what does the customer want from this process?* (Both the internal customer at the next steps in the production line and the final, external customer.) This defines value. Through the customer’s eyes, you can observe a process and separate the value-added steps from the non-value-added steps. You can apply this to any process manufacturing, information, or service.” (Liker, 2004).
- Segunda o Lean Instituto Brasil: “O ponto de partida para a Mentalidade Enxuta (Mentalidade Lean) consiste em definir o que é valor. Diferente do que muitos pensam, não é a empresa, e sim o cliente quem define o que é valor. Para ele, a necessidade gera o valor, e cabe às empresas determinarem qual é a necessidade, procurar satisfazê-la e cobrar por isso um preço específico, a fim de manter a empresa no negócio e aumentar seus lucros por meio da melhoria contínua dos processos, da redução de custos e da melhoria da qualidade.”

Portanto, valor é tudo aquilo que o cliente quer. Para saber o que o cliente atribui como valor pode-se recorrer ao *Value Stream Mapping* e/ou a Casa da qualidade.

O Sistema de Produção Toyota (TPS) está estritamente ligado à filosofia da “completa eliminação de todos os desperdícios” com o objetivo de diminuir os custos e de aprimorar a qualidade, a produtividade e a segurança e moral de seus trabalhadores.

2.1.3.1. Identificação e Eliminação de desperdício (*MUDA*):

Para se eliminar os desperdícios deve-se, primeiramente, identificá-los. A identificação só é possível depois de normalizar as operações pois, só assim, pode-se definir o que acrescenta valor ao produto e o que é *MUDA*.

Taichii Ohno identificou 7 tipos de MUDAS durante a sua vida profissional na Toyota que estão descritos abaixo:

2.1.3.1.1. Produção em excesso

Existem 2 Tipos:

1. Produção mais do que o necessário;
2. Produção cedo demais.

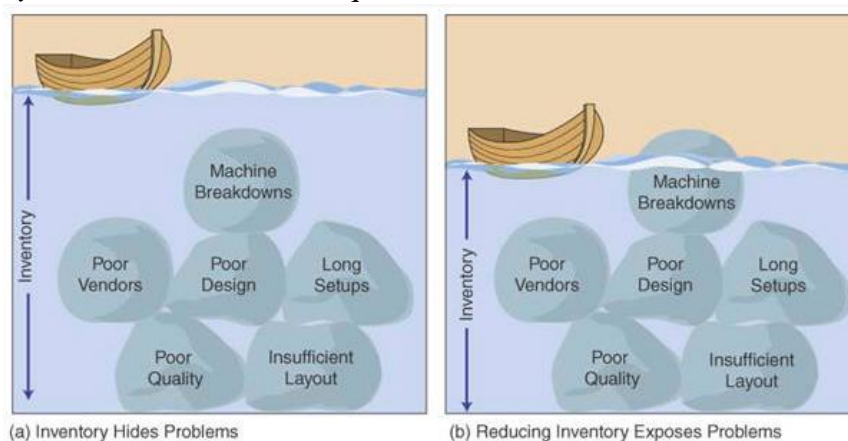
É caracterizado, principalmente, por *stock*, gestão de *stock* complexo e inventário excedente.



Figura 2.9. Produção em excesso.

Trabalhar com um Sistema não alanceado, Sistema *Just In Case*, baixos tempos de produtividade ou com sistema em que foi feita otimização local ao invés de otimização global, podem proporcionar a criação deste tipo de desperdício.

A produção em excesso ao gerar inventário, oculta diversos problemas, fazendo aumentar os custos e desperdícios associado a eles como por exemplo a necessidade de materiais e produtos extras, aumento de veículos para o transporte de matérias/produtos, aumento do espaço de armazém para *stock* e outros. Na imagem acima pode-se verificar que a imagem (a) *Inventory Hides Problems*, demonstra que quando se tem um alto nível de inventário, este oculta os problemas associados às paragens de máquina, ao longo *setup*, ao *layout* ineficiente e outros que, ao reduzir minimamente o nível de inventário, o problema



mais crítico, paragens das máquinas, foi exposto, como demonstra a imagem (b) *Reducing Inventory Exposes Problems*.

Figura 2.10. Problemas Exposto devido a Redução de Inventário.

2.1.3.1.2. Tempo de Espera

Desperdício associado devido a perda de tempo produtivo, acarretando em uma produtividade baixa. Podem existir de dois tipos: tempo de espera do trabalhador ou tempo de



espera da máquina. Este *muda* ocorre quando o operador está à espera da máquina, do seu colega de trabalho, de ferramentas ou de materiais. O mesmo também pode acontecer à máquina que pode estar parada devido não ter materiais, a ausência de um trabalhador para acioná-la ou até de ferramentas/manutenção necessárias para que esteja a trabalhar adequadamente.

Figura 2.11. Problema de Espera.

Este tipo de desperdício é caracterizado por operações não balanceadas devido a métodos inconsistentes de trabalho, falta de planeamento para manutenção da máquina, baixa eficácia trabalhador/máquina, *setup* de máquina longo, atrasos e/ou de *layout* mal definido.

2.1.3.1.3. Transporte

Shingo (1981) destaca o fenómeno de transporte como uma atividade que não agrega valor ao produto, mas que tem elevados custos.

É importante referir que, tipicamente, os custos associados ao transporte são iguais aos custos associados ao processamento, 45%. Para evitar esse alarmante desperdício, os processos devem estar o mais próximo possível de maneira a que o fluxo de material seja contínuo, sem atrasos entre os processos.

Este tipo de desperdício é caracterizado por diversas localizações de *stock*, contagem incorreta de inventário, material danificado e/ou *dollies* e caixas extras, acarretando em mais transportes de matérias, peças e pessoas do que o necessário.

O excesso de transporte também pode ser causado devido a *layouts* mal definidos, com grandes distâncias entre as operações, grandes lotes, longos ou complexos sistemas de transportes e devido trabalhar mais depressa do que a demanda, desperdício também associado a produção em excesso.

A utilização de empalhadeiras ou correias transportadoras não é uma melhoria de transporte, e sim melhoria no trabalho de transporte. A melhoria de transporte é a busca incessante da sua eliminação através da melhoria do *layout* da fábrica.

2.1.3.1.4. Processamento em excesso

É todo o esforço que não adiciona valor ao produto ou seja, que não adiciona valor ao consumidor. Por exemplo, pintura de áreas não visuais, tolerâncias desnecessariamente rigorosas, limpeza ou polimento para além do necessário. O objetivo é fazer somente o nível de processamento que é útil e necessário.

Este desperdício é causado devido a processos não normalizados, processos em *bottlenecks*, falta de especificações claras, excesso de aperfeiçoamentos, aprovações redundantes, cópias extras ou informação excessiva, originando desgaste, tanto físico como mental, dos trabalhadores.

2.1.3.1.5. Inventário

É qualquer excesso de requisitos de processamento armazenado.

É caracterizado por fluxo de material parado, espaço adicional de armazém, LIFO ao invés FIFO e/ou necessidade de equipamentos, *racks* extras para armazenar os *stocks*.

São causados devido a processos incapacitados, mau nivelamento da produção, fornecedores incapazes, longos tempos de *setup*, decisões gerenciais, otimização local, fluxo irregular entre processos e/ou sistemas de previsão imprecisos.



Figura 2.12. Problema de Inventário.

Nos sistemas de produção tradicionais, os *stocks* são considerados como um “mal necessário”. Afirmam que este serve como uma medida de segurança do processo.

2.1.3.1.6. Deslocações

É qualquer movimentação de pessoas e/ou equipamento que não adiciona valor ao produto ou serviço. Este tipo de desperdício verifica-se quando há procura de ferramentas e/ou deslocação ao ir buscar materiais que estão muito longe devido a falta de controlo visual, falta do 5S's, *layout* mal definido e/ou métodos inconsistentes de trabalho, acarretando desperdício de tempo e energia e desvantagens ergonómicas.

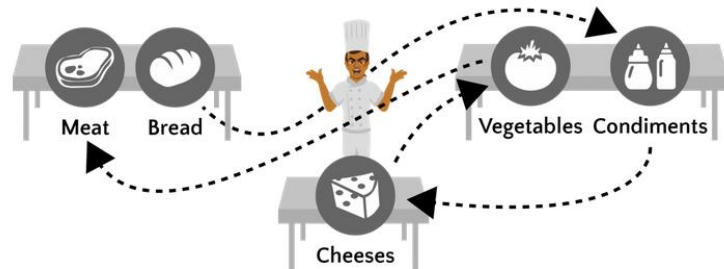


Figura 2.13. Problema de Deslocações.

2.1.3.1.7. Correção ou Retrabalho



Figura 2.14. Problemas de Retrabalho.

É qualquer reparação de um produto ou serviço que acrescenta custos extras associado ao produto final para cumprir os requisitos dos clientes.

Este tipo de desperdício ocorre devido a existência de processos mal definidos, troca de operadores constantemente, má formação dos operadores e/ou equipamentos ou ferramentas inadequados.

2.1.4. Fator Chave de Sucesso → Liderança TPS/ Lean

O fator chave de sucesso real e o envolvimento dos trabalhadores da melhoria diária requerem uma forma diferente de liderança, a liderança *Lean*. O maior desafio é a mudança no comportamento e na mentalidade dos trabalhadores e dos líderes. Para isso, os líderes devem ter a consciência que eles não acrescentam valor ao produto e sim os trabalhadores, que são os primeiros a notar os desvios dos padrões estabelecidos, e que devem ser

motivados pelos líderes para que a melhoria contínua aconteça, caso contrário os líderes encontraram muita resistência por parte daqueles que realmente fazem o trabalho.

Também deve-se levar em conta que manter a fábrica limpa e em ordem é uma prática que ajuda bastante a reduzir a variabilidade. A desorganização e a sujeira resultam em problemas de qualidade e dificultam a resolução de problemas.

3. DESCRIÇÃO DA EMPRESA

3.1. Toyota Caetano Salvador, S.A.

A Toyota Caetano Salvador (TCAP), a qual tem a sua divisão fabril situada em Ovar desde de 1971, dedicada a montagem de veículos automóveis com capacidade de 40 unidades diárias, foi fundada em 1946 pelo Salvador Fernandes Caetano que, em 1968 tornou-se representante exclusivo da marca Toyota em Portugal.



Figura 3.1. TCAP.

Até o final de 2006, a TCAP se denominava por Salvador Caetano IMVT-S.A., a qual se dedicava a sua atividade na indústria de carroçarias de Autocarros. A empresa já produziu modelos como Corona, Corolla, *Hiace* e *Dyna*.

Até ao último dia do estágio a fábrica dedicava-se à montagem de veículos comerciais de modelos *Dyna*, modelo montado desde de 1971, que está previsto ser encerrada em fevereiro de 2015 para dar início ao novo modelo *Land Cruiser*.

3.2. Carrinhas Dynas

A fábrica produz 3 tipos de modelos *Dyna*:

1. Carrinha Toyota *Dyna* 100 <S>: versão ligeira de motor de 3 litros turbo *diesel*, de 144 CV de potência máxima, com rodado simples.
2. Carrinha Toyota *Dyna* 150 <M>: versão ligeira de motor de 3 litros turbo *diesel*, de 144 CV de potência máxima, com rodado duplo.

3. Carrinha Toyota *Dyna* 200 <L>: versão pesada de motor 4 litros turbo *diesel*, de 150 CV de potência máxima.

Os dois primeiros modelos podem ser montados em três segmentos diferentes: Cabine Simples de Condução à Direita (RHD), Cabine Simples de Condução à Esquerda (LHD) ou com Cabine Dupla de Condução à Esquerda (C/D). As carrinhas destes dois modelos, em qualquer uma dessas versões, são soldadas, pintadas e montadas na TCAP, desde o chassi, a cabine, até a sua montagem final e inspeção final. Porém, o último modelo, Toyota *Dyna* 200, existente somente com Cabine Larga Simples, é soldado, pintado e pré montado na TMC, no Japão, sendo a sua montagem final e inspeção final realizada na TCAP.



Figura 3.2. Carrinhas Dynas.

Segundo à norma Euro 6: “Em relação a todos os **veículos equipados com motor diesel**, é obrigatória uma **redução** importante das **emissões de óxidos de azoto** a partir da entrada em vigor da norma Euro 6. Por exemplo, **as emissões provenientes de automóveis e de outros veículos destinados ao transporte** estarão sujeitas a um **limite máximo de 80 mg/km** (ou seja, uma redução suplementar de mais de 50 % em relação à norma Euro 5). **As emissões combinadas de hidrocarbonetos e de óxidos de azoto** provenientes de **veículos a gasóleo** serão igualmente **reduzidas**, até serem sujeitas, por exemplo, a um **limite máximo de 170 mg/km** no que diz respeito aos automóveis e a outros veículos destinados ao transporte.” E com a sua aplicação: “a norma **Euro 6** será aplicável a partir de **1 de Setembro de 2014** no que diz respeito à **homologação** e a partir de **1 de Janeiro de 2015** no que diz respeito à **matrícula e venda de novos tipos de veículos**”, a TMC determinou que não irá remodelar o motor das carrinhas Toyota Dynas para cumprirem com a norma Euro 6, pois o custo associado ao novo projeto fica inviável.

As carrinhas Toyota Dynas apresentam as seguintes emissões:

- O modelo Toyota *Dyna* 150 apresenta emissões médias de óxidos de azoto de 213 mg/km e de emissões médias combinadas de hidrocarbonetos e de óxidos de azoto de 244 mg/km.
- O modelo Toyota *Dyna* 150 apresenta emissões médias de óxidos de azoto de 256 mg/km e de emissões médias combinadas de hidrocarbonetos e de óxidos de azoto de 281 mg/km.

No anexo B encontra-se um documento com os valores das emissões dos gases descritos acima das carrinhas Dynas.

3.3. PROCESSO PRODUTIVO NA FÁBRICA

Atualmente a fábrica tem capacidade máxima de produção de 40 unidades por dia. Porém, devido a demanda atual, a fábrica montava 8 unidades por dia até o dia 16 de Junho, passando a montar 9 unidades diárias até o final de fevereiro.

Para os modelos Toyota *Dyna* 100 e Toyota *Dyna* 150, o processo produtivo pode ser descrito em 5 etapas:



Figura 3.3. Processo Produtivo da TCAP (modelos Dynas 100 e 150).

Já para o modelo Toyota *Dyna* 200, o processo produtivo pode ser descrito em 3 etapas:



Figura 3.4. Processo Produtivo da TCAP (modelo *Dyna* 200).

3.3.1. Abertura de materiais

O processo produtivo inicia-se na abertura e *picking* de materiais, em que é dividida em 2 tipos:

1. Material de Incorporação Nacional (IN): é todo material proveniente de fornecedores europeus e aprovadas pela *TMC*. Representam cerca de 16% dos materiais como, por exemplo, forros dos tejadilhos, espuma e tecido para os bancos e faróis traseiros e dianteiros.
2. Material CKD (*Completed Knocked Down*): é todo o material proveniente da *TMC*, no Japão. O material é entregue na TCAP em lotes de 5 unidades após 1 ou 2 meses da sua encomenda. Isso ocorre devido o seu transporte ser feito por via marítima. Representam 84% do material que irão constituir a viatura final como, por exemplo, o motor, as chaparias que já vêm estampadas do Japão, os rebites e outros.

A sequência de abertura é determinada pelo Planeamento, através do *Heijunka*, que define as datas e os tipos de abertura das caixas, seja para o materiais que vão para soldadura como para os materiais que têm destino à montagem.

3.3.2. Soldadura

A soldadura será melhor detalhada devido ao estágio ter sido percorrido mais tempo nesta secção.

Na figura 3.5 encontra-se o Layout desta secção.

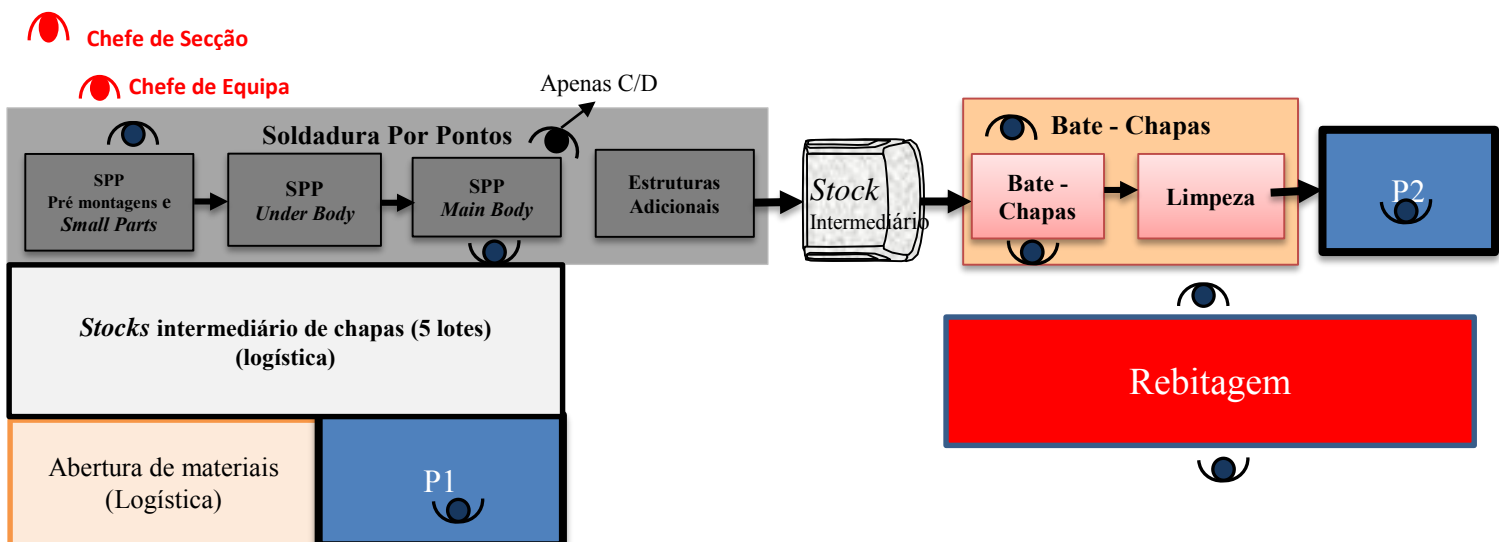


Figura 3.5. Layout da Soldadura.

Como se pode verificar no *Layout*, esta secção têm onze colaboradores dos quais, um é chefe de secção, um é chefe de equipa e os demais são operários, sendo um deles um operário polivalente que tem funções na soldadura por pontos e na rebitagem, tendo tarefas fixas que representam uma pequena parcela de tempo nas carrinhas Dynas com Cabine Dupla de Condução à Esquerda (C/D). Porém, o principal objetivo da existência do trabalhador polivalente é assumir o trabalho de algum dos operários na eventual ausência deste, seja por alguns minutos, no caso de alguém ir à casa de banho ou receber uma ligação de emergência ou seja pela ausência de alguém em um dia inteiro de trabalho.

No que diz respeito ao abastecimento dos materiais nos postos de trabalho, este é efetuado por um membro da logística, alocado à soldadura.

3.3.2.1. Descrição dos Postos de Trabalho

3.3.2.1.1. Porta da Qualidade 1 (P1)

Após o abastecimento do material na linha da soldadura é, primeiramente, realizada uma inspeção nas chaparias pelo posto Porta da Qualidade 1 (P1). Este posto de trabalho tem como objetivo reparar possíveis defeitos como rebarbas, bicos e mossas nas chaparias provenientes da estampagem do material ou, principalmente, do transporte deste.

Basicamente, o posto P1 serve para garantir que os defeitos provenientes da TMC ou do seu transporte da TMC até a TCAP não sejam associados aos defeitos provocados pelo processo produtivo na TCAP, garantido um melhor controlo de qualidade.

Este é o único posto de trabalho na soldadura que trabalha em lotes de 5 unidades, os demais trabalham unidade a unidade.

3.3.2.1.2. Soldadura Por Pontos

A seguir que a qualidade do material está garantida, é inicializado o processo de soldadura das chapas. O início deste processo começa com as pré-montagens, onde são efetuadas furações nas chapas e soldam-se fêmeas (porcas). A seguir, As chapas são posicionadas em JIG's, ferramentas *Poka-Yoke* que garantem precisão e padronização ao processo de soldadura, de forma a estarem em contato conforme as indicações de trabalho e, aplicando-se uma corrente elétrica elevada e sem adição de material, o calor gerado faz com que as chapas fiquem soldadas, ou seja, é realizada a soldadura por pontos nas chapas.

Existem 3 principais tipos de JIG's ao longo da linha até que a cabine da carrinha esteja inteiramente soldada:

- *Small Parts*: são JIG's pequenos onde se realizam pré-montagens de determinadas peças que serão integradas na carroçaria da carrinha.
- *Under Body*: são JIG's maiores e mais complexos que permitem a junção das chapas que irão constituir o fundo da carroçaria.
- *Main Body*: são os JIG's principais onde todos os componentes da carroçaria da cabine são acoplados. Neste JIG são soldadas as laterais, as portas, o painel frontal, o tejadilho e o painel traseiro.

Por fim, são realizados os últimos pontos da soldadura por pontos em estruturas semelhantes ao JIG's, porém ergonomicamente modificadas, devido a impossibilidade de efetuar essas tarefas no *JIG Main Body*.

3.3.2.1.3. Bate-Chapas

A seguir a soldadura por pontos, a carroçaria será analisada pelos trabalhadores de Bate-Chapas (*Metal Finish*) para averiguar possíveis defeitos de todas chapas e efetuar a sua devida reparação, processo semelhante ao P1, porém é um processo mais rigoroso onde abrange 100% das chapas que compõe a cabine. Neste posto, para além dos defeitos como mossas, bicos e rebarbas, também pode-se encontrar lixo metálico residual da soldadura por pontos.

É, ainda nesta fase que são efetuados os últimos acabamentos de soldadura, através da soldadura por oxiacetilénico, onde são montadas as tampas dos motores e as portas, que também são niveladas na carrinha e que se realizada a aspiração e uma limpeza com pano seco em toda a cabine.

Após este posto de reparação, a carrinha passa pelo posto de limpeza que é também realizada pelos trabalhadores do bate-chapas.

Os processos de limpeza e de deteção de defeitos são auxiliados com a utilização de um diluente de limpeza ED 500 que, para além de remover o excesso de óleo nas chapas provenientes da estampagem realizada no Japão, serve também para limpar e tornar a chapa mais brilhante de forma a que se observe melhor os possíveis defeitos quando a chapa está a ser visualizada sob uma estrutura com lâmpadas.

3.3.2.1.4. Porta da Qualidade 2 (P2)

Por fim e antes de a carrinha ir à secção da pintura, é feita uma última inspeção pelo posto P2 (Porta da Qualidade 2) que serve como filtro final do processo de soldadura da cabine e do chassi e, também neste posto de trabalho executa-se a limpeza final do processo.

3.3.2.1.5. Rebitagem

O processo descrito acima consiste na soldadura da cabine da carrinha. Paralelamente a este processo, o chassi da carrinha é rebitado no posto de Rebitagem. Aqui, a união dos materiais que formam o chassi da carrinha é feito através de rebites pois, como as carrinhas Toyota Dynas são veículos que transportam carga, é necessário que o chassi seja rebitado ao invés de solado, fazendo com que a carrinha tenha mais flexibilidade.

3.3.3. Pintura

Após o processo de soldadura, as cabines e os chassis seguem para a secção da pintura. Primeiramente, é feita a aspiração, limpeza e pré lavagem das carroçarias, visando eliminar impurezas provenientes do processo anterior.

A seguir, é realizada a seguinte sequência: pré tratamento da chapa, através de um tratamento químico para a proteção contra a corrosão das chapas; pintura por eletrodeposição (ED), em que se aplica um revestimento primário. Aqui o chassi completa o seu ciclo na secção da pintura; A cabine, por sua vez, continua o seu processo com a lixagem de todas as cabines pintadas e a aplicação de vedantes nas juntas das chapas e de PVC na zona inferior da carrinha.

Posteriormente, é inicializado o processo de pintura começando com a aplicação de primário e a sua devida lixagem, visando eliminar os defeitos existentes; a aplicação da pintura final, que tem o objetivo de aperfeiçoar a aparência e impermeabilizar as viaturas e, por fim, é realizada uma inspeção na carrinha.

3.3.4. Montagem Final

A montagem final procede a pintura, onde são incorporados componentes provenientes da abertura na carrinha. A montagem da viatura é subdivida em 3 linhas diferentes: linha das cabines, linha dos chassis e linha da montagem final.

3.3.5. Inspeção

Por último, a carrinha passa por postos de inspeção final, em que se verifica a segurança e a aparência da carrinha através de diversos testes nas carrinhas.

Após a aprovação de todos os testes, a viatura é dada como apta, sendo colocada no parque para a sua venda. Todos os dias são escolhidas aleatoriamente uma carrinha apta para ser auditada.

4. METODOLOGIAS DE APLICAÇÃO DAS FERRAMENTAS DO TPS NA EMPRESA

Primeiramente, para a aplicação do estudo TPS é necessário identificar o *Takt Time*. A TCAP tem um *Takt Time* de 58 minutos pois tem uma procura diária (volume de produção diária necessária) de 8 carrinhas Dynas.

Se o *Takt Time* = $\frac{\text{TEMPO DISPONÍVEL PARA PRODUZIR (EFETIVO)}}{\text{VOLUME DE PRODUÇÃO DIÁRIA NECESSÁRIA}}$, Temos:

O tempo disponível para produzir é: 8 horas de trabalho diárias que são descontadas 5 minutos para a reunião matinal, 5 minutos para a ginástica matinal e 5 minutos para a realização dos 5S's no fim do dia em cada posto de trabalho:

$$\text{Takt Time} = \frac{8h - 5 \text{ min reunião matinal} - 5 \text{ min ginástica matinal} - 5 \text{ min para o 5S's}}{8 \text{ carrinhas}}$$

$$= \frac{(480 - 15) \text{ min}}{8 \text{ carrinhas}} \approx 58 \text{ minutos}$$

A metodologia TPS está sendo aplicada na TCAP com o intuito de otimizar totalmente o chão de fábrica. Para isso são criados grupos entre 3 a 5 pessoas, de todas as linhas de produção: TPS da soldadura, TPS da pintura, TPS da logística, TPS da montagem e TPS da inspeção, sendo que, inicialmente, o TPS da montagem foi o único grupo que foi dividido em 2 grupos, TPS da montagem ligada a montagem final e TPS da montagem ligada às cabines. Posteriormente, a partir de Abril, este grupo foi agrupado em 1 grupo, porém com 6 elementos e criou-se o TPS da inspeção.

É importante referir que os grupos eram formados com pessoas desde a chefia até trabalhadores comuns, sendo que, pelo menos um dos trabalhadores deveria pertencer à secção que estava sendo estudada, fator elemento principal.

Todos os grupos utilizavam a mesma metodologia com os documentos descritos abaixo e que servem para auxiliar o estudo do TPS. Porém, cada documento era adaptado à realidade da secção.

4.1. Documentos/Métodos Utilizados

4.1.1. Gravação de vídeos

É o primeiro passo de toda a metodologia. São feitas entre 3 e 5 gravações de cada trabalhador e de cada modelo *Dyna*.

Para as gravações dos vídeos, é necessário que a pessoa que esteja a realizar as filmagens saiba que o foco da filmagem são as mãos dos operadores, as ferramentas que este utiliza e as peças/produtos/etiquetas que este está a ser montado/soldado/pintado ou abastecido.

O objetivo destas filmagens é identificar as tarefas e as deslocações que o operador faz para identificar o que é *muda* e o que adiciona valor ao produto final.

4.1.2. Lista de Operações

As listas de operações de cada operador e de cada modelo *Dyna* são feitas com base nos vídeos realizados, por isso estes devem ser feitos com rigor. A análise dos vídeos é feita através do programa *Kinovea* que é um aplicativo para tratamento de vídeos criado, inicialmente, para a análise de programas de desportos, que contém diversos recursos como cronómetro, *zoom* e outros. A análise dos vídeos constitui no registo da sequência das tarefas, com uma descrição detalhada das operações realizadas e a duração destas operações.

O detalhe da descrição das operações, determinada pela equipa TPS, juntamente com os coordenadores do TPS é crucial pois reflete na dimensão do trabalho e, conseqüentemente, nas melhorias a obter. Quanto mais detalhado for o estudo, mais fáceis os *mudas* são identificáveis, porém o nível de detalhe deve ser associado ao tempo do *takt time*. Mais à frente, será dado um exemplo de um problema ocorrido no posto do bate-chapas em que o nível de detalhe das operações foi alterado com as mudanças dos grupos, custando em um desperdício de cerca de 3 semanas de estudo deste posto.

4.1.3. Yamazumi Chart

É um gráfico vertical em papel ou em um quadro magnético que tem como objetivo principal mostrar, de forma visual, o mapeamento completo do processo, demonstrando todos os tempos e classificando-os em tempos que adicionam valor ao produto e tempos que não adicionam valor. Os tempos que adicionam valor são representados com *post-its* amarelos, sendo estes, na sua maioria, os que adicionam valor ao produto. Já os *post-its* rosas representam o tempo de deslocamentos, que devem ser reduzidos ao máximo. Os *post-its* verdes representam os tempos de máquina, em que a máquina trabalha sem o auxílio do operador, tempos existentes na pintura e, por fim, os tempos de espera que devem, de preferência, não existir e são representados pela cor laranja.

O *Yamazumi Chart* é fundamentado nos tempos e nas operações das listas de operações, onde cada segundo das operações é representado por 0,5 cm de *post-it*. Essa medida, determinada pelos coordenadores do TPS, foi atribuída devido ao *takt-time* inicial ser de 58 minutos, isto é 3480 segundos e, por razões alheias ao meu conhecimento, foi estipulado que o *takt time* seria dividido em 12 folhas de papéis, representando 290 segundos em 1 folha, ou seja, 145 cm.

4.1.4. Standardized Work Chart (SWC) ou Gráfico Spaghetti

Documento que demonstra a sequência de trabalho do trabalhador, o *layout* de máquinas, o *takt time* e o *Standard Work in Process (SWIP)*.

Tem como principal objetivo visualizar a quantidade de deslocamentos que o operador faz. Também é utilizado para visualizar problemas nos processos como a localização das máquinas e/ou ferramentas e de suportar os desenvolvimentos dos processos (novos ou alterações).

4.1.5. Standardized Work Combination Table (SWCT)

É um documento que evidencia o tempo de trabalho manual ou automático, o tempo de deslocações em cada processo, a sequência e quantidade de trabalho por processo, a interação de ciclos entre homem e máquina e a relação do tempo de ciclo com o *Takt Time*.

O objetivo é criar uma imagem clara do processo relativamente ao tempo de duração das operações e das deslocações e, com isso, visualizar os possíveis problemas do processo, desperdícios e oportunidades de melhoria associados, principalmente, ao tempo das operações.

4.2. Sequência do estudo do TPS

É ainda necessário fazer o estudo na seguinte sequência:

- I. Filmagem das operações por modelo de condução Dyna e de cada operador.
- II. Análise dos vídeos com o auxílio do programa *KINOVEA* para a descrição detalhada das operações.
- III. Formulação das listas iniciais de operações, uma para cada operador e segmento (LHD,RHD ou C/D).
- IV. Com o auxílio das listas de operações e de post-its, faz-se os gráficos *Yamazumi Charts*.

- V. A cada folha de papel do gráfico *Yamazumi Chart*, deve-se fazer os gráficos *Standardized Work Chart* e *Standardized Work Combination Table*. Porém, dependendo da realidade de cada secção estes gráficos devem ser readaptados.

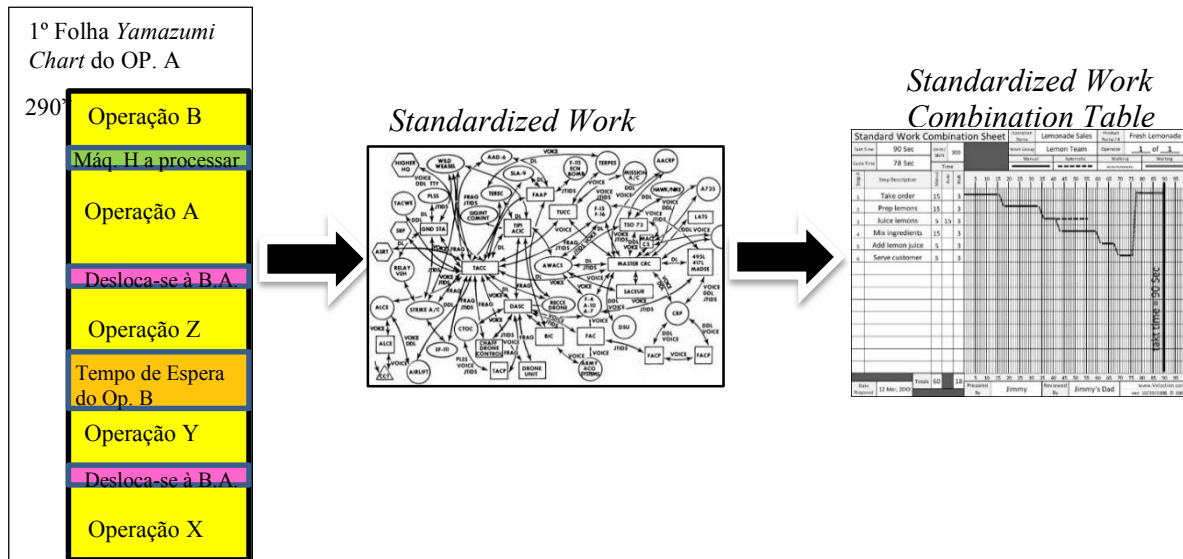


Figura 4.1. Sequência de Utilização dos Documentos do TPS.

- VI. Dos três gráficos obtidos, é necessário analisá-los, observando e assinalando quais são as atividades que acrescentam valor, quais são as deslocações necessárias e desnecessárias, o que é verdadeiramente *muda* e qual a melhor sequência de trabalho. Ou seja, deve desenvolver melhorias ao processo.
- Depois da devida análise, deve-se fazer o balanceamento dos operadores de forma a que comecem e terminem as operações encarregues a cada operador simultaneamente, fazendo com que não haja tempo de espera e desperdícios (*mudas*), como deslocações desnecessárias e operações repetidas.
- VII. Após balancear todos os operadores, são definidas as listas finais de operações de cada operador.
- VIII. Por fim, faz-se os gráficos *Yamazumi Chart*, *Standardized Work Chart* e *Standardized Work Combination Table* para a situação final, comparando os benefícios obtidos após as melhorias.

5. CASOS DE ESTUDO

5.1. TPS Logística

O estágio iniciou com a integração no grupo TPS da logística, tendo uma duração de 2 meses neste grupo.

Este grupo pode ser dividido em 4 períodos:

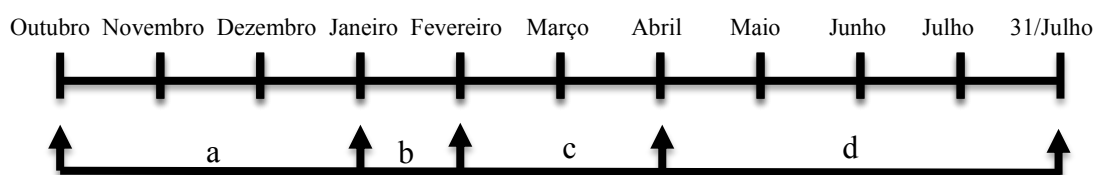


Figura 5.1. Cronologia TPS Logística.

- a) O grupo teve início em outubro de 2013 e foi composto por 3 elementos, dos quais um membro era trabalhador da manutenção na soldadura, o outro elemento era trabalhador alocado à logística, sendo o que tinha mais conhecimento desta secção e o terceiro membro era chefe de secção da soldadura, o qual foi designado líder deste grupo TPS.
- b) Excepcionalmente durante o mês de Janeiro, o grupo teve a participação de uma estagiária provinda da empresa Caetano Bus, que pertence, como a Toyota Caetano Salvador, ao Grupo Salvador.
- c) Em fevereiro, o líder do grupo foi alterado, sendo substituído pelo chefe de equipa da soldadura. E, também neste mês foi integrada ao grupo. Esta equipa manteve-se até a primeira semana de Abril de 2014.
- d) A partir da segunda semana de Abril, data estipulada pela gestão da TCAP para a última alteração dos grupos TPS com o objetivo de dar formação a diversos colaboradores de diversos setores, teve a alteração de todos membros do grupo exceto o novo líder escolhido em fevereiro. A última alteração envolveu a entrada de dois trabalhadores provenientes da logística e um trabalhador proveniente do gabinete da engenharia, ao qual mantiveram-se até ao término do estudo TPS, datado a 31 de Julho de 2014.

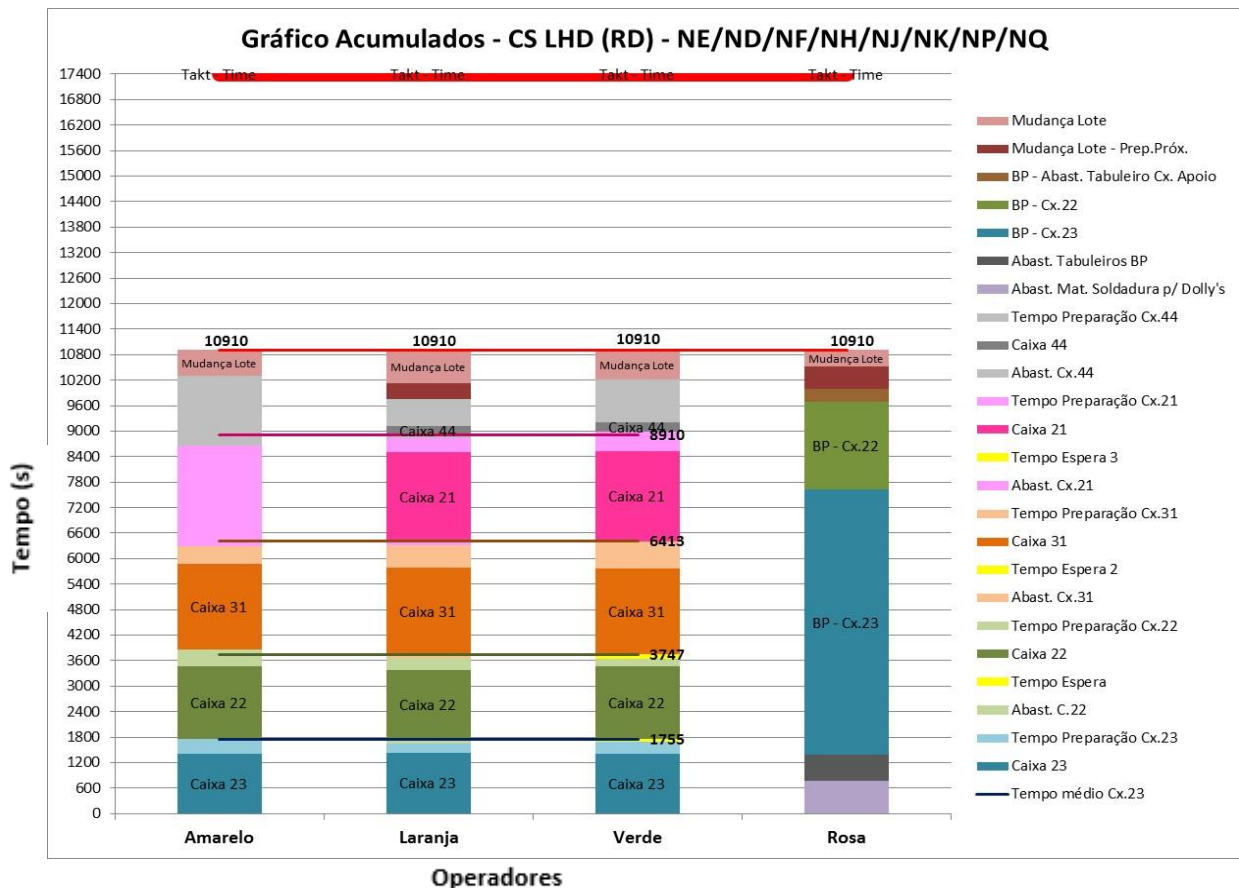
5.1.1. Estudo do TPS da logística

O TPS da logística tem o seu estudo focado na abertura dos materiais CKD, pois este representa a parte mais complexa associada a logística interna, tendo 4 trabalhadores para a abertura dos modelos Dyna 100 e 150 e 6 trabalhadores no modelo Dyna 200. A abertura dos materiais é realizada sempre em lotes de 5 unidades.

5.1.2. Tarefas realizadas pelos trabalhadores da empresa antes do início do estágio nesta secção

As 2 primeiras semanas do estágio foi um período o qual foi exposto o que já tinha sido realizado até a data:

- Primeiramente, o grupo inicial verificou que não havia trabalho *standard* na abertura CKD (logística) e pouca documentação de apoio.
- Foi então decidido que só iriam estudar o modelo de carrinha Dyna 150 Rodado Duplo.



Na figura 5.2 encontra-se o gráfico da situação inicial, com 4 trabalhadores e na figura 5.3 encontra-se o gráfico da situação otimizada com 3 trabalhadores.

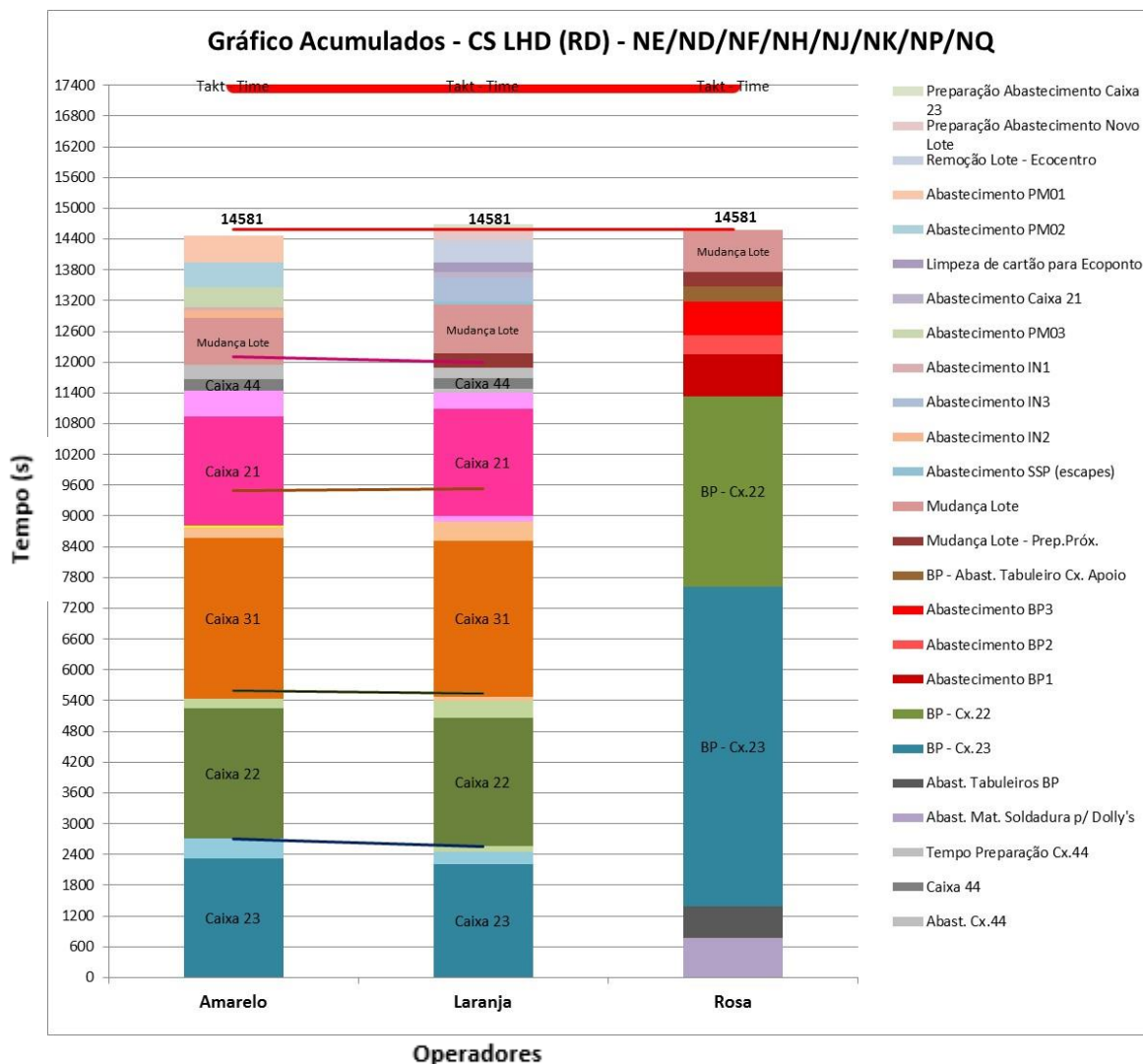


Figura 5.3. Logística: Situação Inicial com 3 trabalhadores.

Como o armazém trabalho por lotes de 5 unidades, o *takt time* atribuída a esta secção é de 290 minutos (5 x 58 minutos), ou seja, 17400 segundos. O gráfico de cada trabalhador é dividido conforme as suas tarefas. Porém estas não serão descritas neste documento devido serem demasiado extensas.

5.1.3. Tarefas realizadas durante o estágio nesta secção

- Filmagem *Trials* com 3 operadores, isto é, filmagens que servem para testes. Foi então verificado que havia dificuldade de cumprirem com o *Takt Time* e, constatou-se que havia um lapso de 40 minutos de trabalho a cada operador no estudo realizado,

devido considerar que uma das tarefas (mudança de lote) era de 10 minutos a cada trabalhador, ao invés de 50 minutos, como ocorre de facto, passando a ficar o tempo de ciclo de cada operador muito perto do *Takt Time*. Acredita-se que essa dificuldade poderia ter sido ultrapassada com a prática e experiência dos operadores. Porém, como o estudo foi realizado com os trabalhadores mais experientes, caso houvesse a rotatividade de posto de trabalho, esta nova realidade não seria cumprida, tendo, assim, a necessidade da abertura voltar a ser realizada por 4 trabalhadores. No Anexo C encontram-se os gráficos da situação inicial corrigida com o lapso sinalizado, com 4 trabalhadores e a situação otimizada corrigida com o lapso sinalizado, com 3 trabalhadores.

- Realização dos gráficos *Standardized Work Chart* e *Standardized Work Combination Table* dos 3 operadores.

5.2. Estudo do TPS da soldadura

O estudo do TPS da soldadura, diferente do TPS da logística, abrange seguintes segmentos das carrinhas Dynas: Cabine Simples de Condução à Direita (RHD), Cabine Simples de Condução à Esquerda (LHD) e Cabine Dupla de Condução à Esquerda (C/D).

Como descrito acima, as carrinhas Dynas 200 <L> já vêm soldadas e pintadas da TMC, por isso este modelo não percorre esta secção. Sendo assim, o estudo TPS da soldadura analisa os dois modelos das carrinhas Dynas 100 <S> e 150 <M>, não fazendo distinção desses dois modelos ao estudar a soldadura das cabines pois estas são praticamente iguais.

O TPS da soldadura iniciou em outubro de 2013 com três membros: um soldador proveniente da rebitagem, porém com amplo conhecimento de toda a secção, que esteve presente desde o início até ao término do TPS, um trabalhador proveniente do gabinete da engenharia, responsável pela engenharia de processo da soldadura e um trabalhador agregado à qualidade, líder deste grupo TPS. A partir de Abril, onde ocorreu a rotatividade dos membros de todos os grupos TPS, este grupo passou a ser composto por 4 elementos: o membro (soldador) permanecendo no grupo, um trabalhador proveniente da montagem da linha das cabines, eu, Ariane Vieira, estagiária e, o outro membro, chefe da inspeção da qualidade, o qual foi designado líder do grupo.

5.2.1. Tarefas realizadas pelos trabalhadores da empresa antes do início do estágio nesta secção

As duas primeiras semanas de Abril foi um período de explicação e adaptação do que já tinha sido realizado até a data, a qual pode-se verificar a seguir:

- Primeiro, foi definido o objetivo do estudo:
 - Definir sequência *standard* das operações em todos os segmentos.
 - Rebalancear operações entre os operadores da soldadura por pontos (2 operadores) + 1 operadores no modelo C/D.

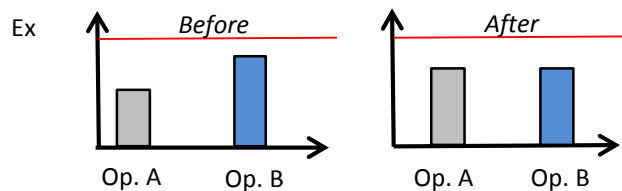


Figura 5.4. Objetivos TPS Soldadura: Balanceamento.

- Ocupação do tempo total do *takt time* (58 min.) com JKK, TPM e 5S's.

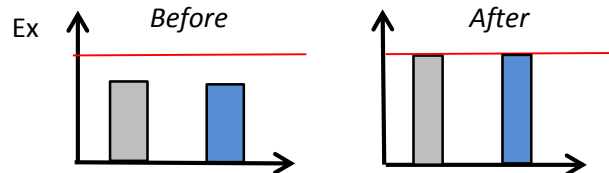


Figura 5.5. Objetivos TPS Soldadura: Ocupação dos Trabalhadores.

- Foram realizadas filmagens 5 filmagens de cada segmento de cabine (RHD, LHD e C/D) dos 3 trabalhadores da soldadura por pontos; 3 filmagens de cada segmento de cabine e de cada um dos dois postos dos 2 trabalhadores do bate-chapas e 3 filmagens de cada segmento de cabine dos trabalhadores P1 e P2.
- Foi realizado o estudo desde o começo até ao fim da soldadura por pontos, de todos os segmentos, com melhorias aplicadas ao processo, balanceamentos dos operadores e com novas atividades implementadas como, por exemplo, o TPM, cumprindo, assim, com os objetivos planeados.
- Por fim, foi inicializado o estudo do posto bate-chapas onde já haviam sido feitas listas de operações iniciais dos dois operários para Cabine Simples Condução à Esquerda (LHD) e Cabine Simples Condução à Direita (RHD) e inicializado os gráficos *Yamazumi Chart* de ambos operadores no segmento LHD.

- É, ainda necessário referir que este grupo definiu, juntamente com os coordenadores do TPS que:
 - Os gráficos *Standardized Work Combination Table* só devem ser feito para as listas de operações finais.
 - As deslocações que continham operações simultaneamente, por exemplo quando o operador desloca com alguma ferramenta nas mãos, foram descritas nas listas de operações inicializando com a palavra Deslocar ou Desloca nas listas de operações e foram representadas como operações nos gráficos *Standardized Work Combination Table* e nos gráficos *Yamazumi Charts* com post-its amarelos. Somente nos gráficos *Standardized Work Charts* eram representados como deslocações. Já para as deslocações que não continham operações, estas eram descritas nas listas de operações inicializando com a palavra Desloca-se e representadas conforme as especificações de cada um dos demais documentos.

5.2.2. Tarefas realizadas durante o estágio nesta secção

No período restante em decorreu o estágio neste grupo, foram realizadas as seguintes tarefas pelo grupo:

- Foram mantidas as definições das deslocações e dos gráficos *Standardized Work Combination Table* que o grupo anterior estipulou.

5.2.2.1. Estudo realizado nos Postos de Trabalhos do Bate-Chapas:

- Primeiramente, foi dado continuidade até ao fim do preenchimento dos gráficos *Yamazumi Charts* de ambos os operadores no segmento LHD.
- Quando se procedeu a fase seguinte do estudo, em que seriam realizados os gráficos *Standardized Work Chart*, o grupo atual teve alguma dificuldade quanto ao preenchimento destes gráficos. Assim, o novo grupo reuniu-se com os coordenadores do TPS. A dificuldade deve-se ao fato de, como cada folha do gráfico *Yamazumi Chart* deve corresponder a uma folha do gráfico *Standardized Work Chart* e, devido ter operações que estavam presentes em duas folhas do gráfico *Yamazumi Chart*, como demonstra o exemplo abaixo, o grupo não sabia como proceder o preenchimento do *Standardized Work Chart*.

Por exemplo

Existia a operação abaixo, descrita pelo grupo anterior:

ACABAMENTO DE MOSSAS OU IMPERFEIÇÕES NO INTERIOR E EXTERIOR RH COM LIXADEIRA COM DISCO GRÃO 150

Após a análise de 3 filmagens do mesmo segmento de cabine e do mesmo operador, foi determinada a média desta operação em **350 segundos**.

Ao preencher esta operação no *Yamazumi Chart*, esta operação tinha que ser dividida em 290 segundos e 60 segundos, devido cada *Yamazumi Chart* ter, no máximo, 290 segundos, conforme estipulado pela empresa. Portanto, seriam necessárias 2 folhas de *Yamazumi Chart* só para o preenchimento desta operação.

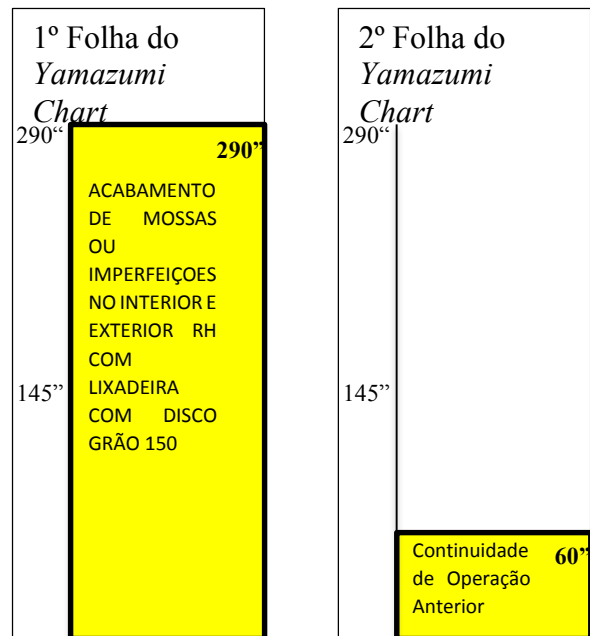


Figura 5.6. Problema de Detalhamento nas Descrições das Tarefas dos Operadores.

Após a reunião com os coordenadores do TPS foi decidido que as tarefas não poderiam ser **subdivididas**, existindo, assim, em 2 *Yamazumi Charts*, conforme a imagem acima. Para isso, foi determinado que todas as tarefas que fossem consideravelmente grandes, como a descrita acima, deveriam ser melhor detalhadas, de forma a que não houvesse tarefas que ultrapassassem os 290 segundos e de forma a que não houvesse poucas operações em um *Yamazumi Chart*.

Com isso, o grupo decidiu que as tarefas que tivessem duração maior que 111 segundos deveriam ser melhor detalhadas.

O exemplo acima, acabamento de mossas ou imperfeições **NO INTERIOR E EXTERIOR RH** com lixadeira com disco grão 150 = 350 segundos, foi subdividido em 7 regiões da cabine:

1. Acabamento de mossas ou imperfeições **na grossura da porta ZONA INFERIOR RH** com lixadeira com disco grão 150 = 46 segundos;

2. Acabamento de mossas ou imperfeições **na grossura da porta PILAR FRENTE** RH com lixadeira com disco grão 150 = 16 segundos;
3. Acabamento de mossas ou imperfeições **na grossura da porta ZONA SUPERIOR** RH com lixadeira com disco grão 150 = 21 segundos;
4. Acabamento de mossas ou imperfeições **na grossura da porta PILAR TRASEIRO** RH com lixadeira com disco grão 150 = 48 segundos;
5. Acabamento de mossas ou imperfeições no **painel traseiro INTERIOR** = 60 segundos;
6. Acabamento de mossas ou imperfeições no **painel traseiro EXTERIOR SUPERIOR** = 90 segundos;
7. Acabamento de mossas ou imperfeições no **painel traseiro EXTERIOR INFERIOR** = 69 segundos.

A representação no gráfico Yamazumi Chart pode ser verificado abaixo:

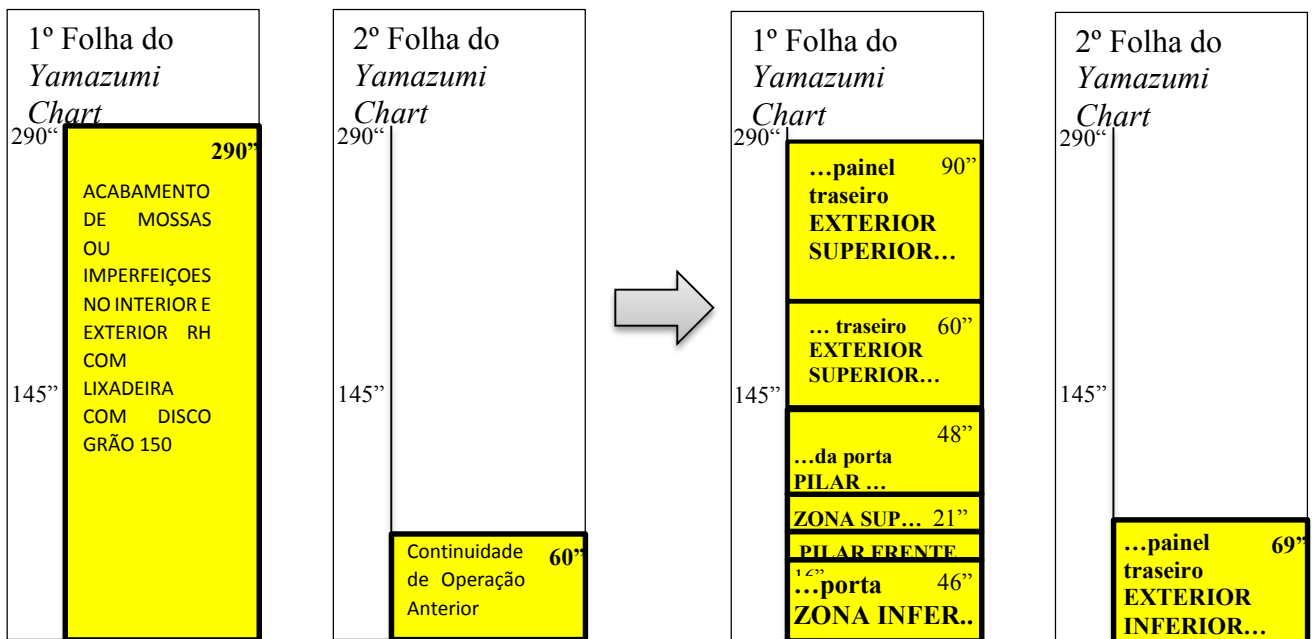


Figura 5.7. Solução para o Problema de Detalhamento nas Descrições das Tarefas dos Operadores.

Com a descrição mais detalhada, tornou-se possível realizar os gráficos *Standardized Work Chart* e *Standardized Work Combination Table* para cada folha do gráfico *Yamazumi Chart*, procedendo o seu devido estudo.

Ao detalhar melhor as tarefas, a análise de cada documento é mais precisa, identificando melhor os desperdícios. Quando procedeu essa alteração, encontraram-se deslocamentos que estavam ocultas.

Por exemplo, a operação:

REMOVER COM ESPATULA REBARBAS NO INTERIOR E EXTERIOR DA CABINE LADO ESQUERDO = 150 segundos foi subdivida em 7 diferentes tarefas, sendo que 2 delas são deslocações:

- I. **REMOVER COM ESPATULA REBARBAS E VERIFICAR PARTE FRENTE DA CABINE INFERIOR** = 35 segundos;
- II. **DESLOCAR P/LADO LH DA CABINE** = 5 segundos;
- III. **REMOVER COM ESPATULA REBARBAS ZONA INFERIOR INTERIOR** = 25 segundos;
- IV. **REMOVER COM ESPATULA REBARBAS PAINEL TRASEIRO INTERIOR** = 21 segundos;
- V. **DESLOCAR P/EXTERIOR DO PAINEL TRASEIRO EXTERIOR ZONA INFERIOR** = 3 segundos;
- VI. **REMOVER COM ESPATULA REBARBAS PAINEL TRASEIRO EXTERIOR ZONA INFERIOR** = 38 segundos;
- VII. **REMOVER COM ESPATULA REBARBAS PAINEL TRASEIRO EXTERIOR** = 23 segundos.

Essa modificação representou em um desperdício de tempo, em relação ao estudo, de 3 semanas (1 semana da equipa antiga + 2 semanas da nova equipa). Este tempo não inclui o tempo despendido para a explicação e adaptação da nova equipa. Por este motivo, o grupo dividiu tarefas, sendo que 2 pessoas continuaram com o estudo para o segmento LHD e as outras 2 pessoas inicializaram o estudo para o segmento RHD. É importante ressaltar que esses dois segmentos são muito parecidos, modificando apenas, no caso do bate-chapas, o facto de a tampa do motor no segmento RHD já vir soldado, não precisando ser montado, como no modelo LHD. Porém, devido a tampa do motor neste segmento ser soldada, é necessário ter um rigor maior ao analisar se há resíduos metálicos provenientes da soldadura por pontos.

Após realizarem-se os gráficos *Yamazumi Charts*, *Standardized Work Charts* e *Standardized Work Combination Tables* dos dois operadores do Bate-chapas para os dois postos de trabalho do Bate-Chapas e da Limpeza e para os dois segmentos LHD e RHD foi realizada uma análise dos gráficos dos quais foram visualizadas as possíveis melhorias:

- Definir uma sequência evitando deslocações desnecessárias:

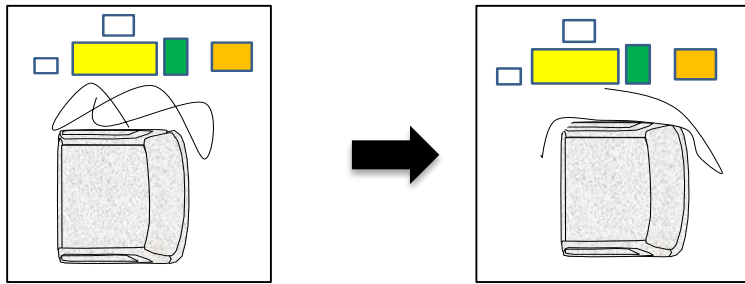


Figura 5.8. Melhoria das deslocações.

Esse *KAIZEN* representou um ganho de cerca 120 segundos, representando em um ganho significativo.

- A aplicar os cantos de chapa e *coup vent* simultaneamente no *gabarit* ao invés de um a um:



Figura 5.9. *Coup Vent* e Cantos de Chapa

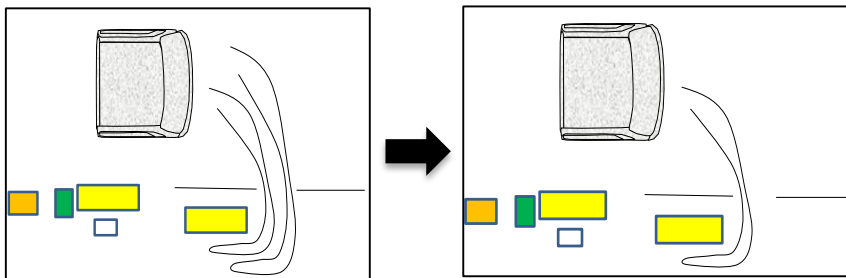


Figura 5.10. Melhoria do *coup vent* e cantos.

Esse *KAIZEN* representa em um ganho de cerca de 10 segundos.

Os trabalhadores Bate-Chapas realizam os trabalhos do posto de bate-chapas e de limpeza sucessivamente, de forma a que o tempo de ciclo referente a realização desses dois postos é o tempo que deve ser associado ao *takt time* da empresa, conforme representados nos gráficos abaixo.

No anexo D pode-se verificar os Resultados obtidos dos operadores Bate-Chapas (Produção 8 unidades diárias).

Conclusões apresentam-se na tabela 5.1:

Tabela 5.1. Resultados Obtidos dos Trabalhadores do Bate-Chapas.

<i>Resultados obtidos antes e depois do balanceamento dos operadores, com KAIZENS.</i>		LHD		RHD	
		Operador A	Operador B	Operador A	Operador B
Tempo Total de Ciclo	Antes	54,50	51,74	54,73	52,14
	Depois	52,24	52,40	52,24	52,10
Produtividade	Antes	93,97%	89,2%	94,36%	89,89%
	Depois	90,06%	90,34%	90,07%	89,83%

5.2.2.2. Mudança de Produção diária

Na última semana de Maio, o grupo recebeu um comunicado para rever e dar continuidade ao estudo do TPS para uma produção diária de 9 carrinhas, ao invés das 8 carrinhas que estava em vigor. A alteração da produção diária foi determinada pela gestão da empresa, com o intuito de terminar com a produção das carrinhas Toyota Dyna em Fevereiro de 2015, para darem início às remodelações da fábrica necessárias para a produção do novo modelo.

Neste momento o grupo estava realizando o estudo para o segmento da Cabine Dupla, o qual foi interrompido. A produção diária de 9 unidades faz com que o *takt time* seja de 52 minutos ao invés de 58 minutos:

$$\text{Takt Time Atual} = \frac{8h - 5 \text{ min reunião matinal} - 5 \text{ min ginástica matinal} - 5 \text{ min para o 5S's}}{9 \text{ carrinhas}}$$

$$= \frac{(480 - 15) \text{ min}}{9 \text{ carrinhas}} \approx 52 \text{ Minutos}$$

Com esta mudança os objetivos foram redefinidos:

- A. Reduzir o tempo nos postos de trabalho para 58' para 52'.

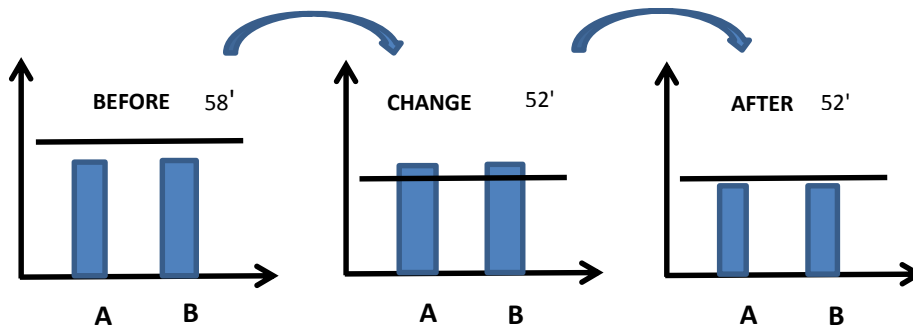
B. Implementar melhorias e eliminar *mudas*:

Figura 5.11. Objetivos Atualizados do TPS da Logística: Mudança do *Takt Time* para 52'.

C. Aumentar a produtividade, sem aumentar o esforço de trabalho.



Figura 5.12. Objetivos Atualizados do TPS da Logística: Aumentar a Produtividade.

Com isso, o grupo dividiu-se em 2 grupos, ao qual 1 deles ficou responsável pela alteração de todos os documentos referentes à soldadura por pontos e o outro grupo, em que eu pertenci, ficou responsável pela alteração de todos os documentos referentes ao bate-chapas.

5.2.2.2.1. Estudo realizado nos Postos de Trabalhos do Bate-Chapas com 9 unidades diárias

Após reanalisar os documentos do Bate-chapas, foram encontradas mais duas possibilidades de melhorias:

- Agrupar as ferramentas como o encontrador, martelo e *gabarits* utilizadas para reparar os defeitos encontrados em uma caixa evitando, assim, as deslocações até a bancada de apoio para buscá-las.

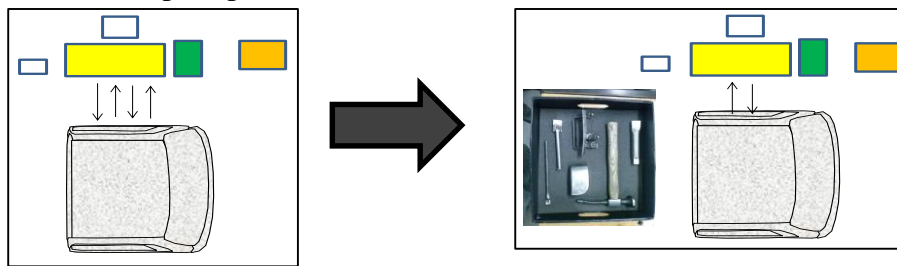


Figura 5.13. Melhoria das ferramentas.

Esse *KAIZEN* representa um ganho de 5 segundos a cada vez que se vai buscar as ferramentas necessárias e um ganho de 8 segundos em relação ao *gabarit*.

- Suporte adicional ao cavalete para pendurar as lixadeiras 100, 150 e o aspirador, evitando as deslocações desnecessárias ao subir e descer cavalete muitas vezes para buscarem estes equipamento.

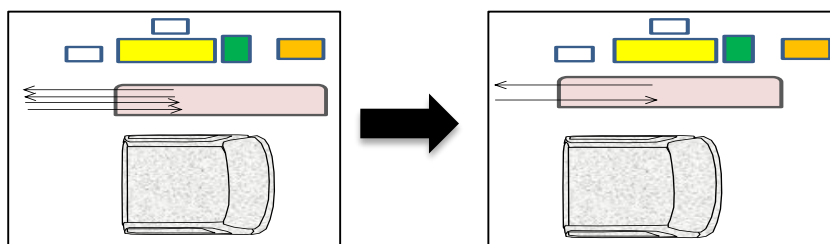


Figura 5.14. Melhoria do Cavalete.

Este *KAIZEN* representa um ganho de 32 segundos.

Após a alteração dos documentos dos segmentos LHD e RHD com os novos *KAIZENS* encontrados e para a produção diária de 9 unidades, foi dada sequência ao estudo do segmento C/D. Ao realizar o estudo para a C/D foi identificado que, mesmo que implementasse as melhorias que foram sugeridas, seria necessário um terceiro membro para que as 9 unidades diárias fossem produzidas dentro do *takt time*. Com isso, foi determinado que os trabalhadores do Bate-Chapas realizariam todas as tarefas referente ao posto de trabalho do Bate-Chapas e, somente realizariam uma pequena parcela do posto de Limpeza,

apenas a limpeza do tejadilho, ficando o restante das operações do posto de Limpeza atribuídas ao operador alocado ao P1, pois tem tempo suficiente para realização destas tarefas, como veremos mais à frente.

Semelhante ao estudo realizado para as 8 unidades, o estudo para a produção de 9 unidades diárias teve a realização dos gráficos *Yamazumi Charts*, *Standardized Work Charts* e *Standardized Work Combination Tables* para os segmentos LHD, RHD e C/D para os 3 operadores.

Abaixo se encontram os gráficos obtidos após a aplicação dos novos *KAIZENS*, para que fosse possível a realização da produção de 9 carrinhas diárias e do balanceamento dos operadores. Porém, como as tarefas restantes do posto de limpeza para o segmento C/D foram realocadas a um operador da secção que tem outras tarefas, estas serão apresentadas graficamente quando for explicado o estudo realizado para o posto P1.

No Anexo D pode-se verificar os Resultados obtidos dos operadores Bate-Chapas (Produção 9 unidades diárias).

Conclusões apresentam-se na tabela 5.2:

Tabela 5.2. Resultados Obtidos dos Trabalhadores do Bate-Chapas Com Mudança de Produção.

<i>Resultados obtidos antes e depois do balanceamento dos operadores, com KAIZENS.</i>		LHD		RHD		C/D	
		Operador A	Operador B	Operador A	Operador B	Operador A	Operador B
Tempo Total de Ciclo	Antes	54,50	51,74	54,73	52,14	76,20	73,50
	Depois	51,26	51,47	51,26	51,40	50	51,45
Produtividade	Antes	Impossível realizar dentro do novo <i>Takt Time</i> (52')	99,50%	Impossível realizar dentro do novo <i>Takt Time</i> (52')	Impossível realizar dentro do novo <i>Takt Time</i> (52')	Impossível realizar dentro do novo <i>Takt Time</i> (52')	Impossível realizar dentro do novo <i>Takt Time</i> (52')
	Depois	98,58%	98,98%	98,58%	98,85%	96,15%	98,94%

5.2.2.2. Soldadura Por Pontos (produção diária 9 unidades)

Simultaneamente ao estudo do bate-chapas, o estudo realizado pelo grupo anterior na Soldadura Por Pontos foi adaptado a nova realidade, à produção de 9 unidades diárias. Essa alteração, a qual acompanhei superficialmente, teve alteração em todos os documentos devido a alteração do *takt time* para 52 minutos.

A soldadura por pontos tem 2 operadores trabalhando plenamente e 1 operador (polivalente) a trabalhar apenas em algumas tarefas no segmento C/D. Devido o estudo anterior apresentar postos de trabalho com tempos de ciclo abaixo dos 52 minutos, não foi feita nenhuma alteração para estes postos, alterando apenas a documentação. Porém, no segmento C/D o operador B excedia os 52 minutos, tendo que alocar algumas tarefas ao operador C (polivalente), para que o operador B pudesse cumprir o seu tempo de ciclo dentro do *takt time*.

Na revisão do estudo, foi encontrado uma possível melhoria, visando a ergonomia do trabalhador: o trabalhador tinha dificuldade em segurar a peça enquanto soldadas as fêmeas (porcas) na mesma. Para ultrapassar essa dificuldade, foi aplicado um suporte telescópico para apoiar a peça nesta atividade, diminuindo o esforço durante esta tarefa, conforme figura 5.15.



Figura 5.15. Melhoria associada à Ergonomia.

No Anexo D pode-ser verificar os Resultados obtidos dos operadores da Soldadura Por Pontos (Produção 9 unidades diárias).

Conclusões apresentam-se na tabela 5.3:

Tabela 5.3. Resultados Obtidos dos Trabalhadores da Soldadura Por Pontos Com Mudança de Produção.

<i>Resultados obtidos antes e depois do balanceamento dos operadores, com KAIZENS.</i>		LHD		RHD		C/D		
		Operador A	Operador B	Operador A	Operador B	Operador A	Operador B	Operador C
Tempo Total de Ciclo	Antes	41,61	49,99	46,82	53,17	41,99	60,5	9,43
	Depois	41,74	47,88	45,71	49,55	42,54	51,74	17,36
Produtividade	Antes	80,02%	96,14%	90,04%	Impossível realizar dentro do novo <i>Takt Time</i> (52')	80,75%	Impossível realizar dentro do novo <i>Takt Time</i> (52')	18,14%
	Depois	80,27%	92,08%	87,90%	95,29%	81,80%	98,94%	33,39%

5.2.2.3. Estudo realizado no Posto de Trabalho Porta da Qualidade 1 (P1)

No que diz respeito ao P1, o trabalhador apresentava um trabalho *standard*, ao qual cumpria sequências muito semelhantes nos três vídeos analisados. Devido o trabalho encontrar-se bastante otimizado pelo próprio operador, foi sugerido apesar uma melhoria: o operador tem q remover o excesso de massa insonorizante de dentro das portas. Como este posto é feito em lotes de 5 unidades, o operador tem q retirar o excesso da massa em 5 portas RH seguidamente. Ao proceder a limpeza da espátula, o operador retirava o excesso de massa de 1 porta, deslocava-se até a bancada de apoio, limpava a espátula, deslocava-se ao carrinho de apoio que continha as 5 portas, retirava o excesso da outra porta, deslocava-se outra vez à bancada de apoio e limpava a espátula e assim sucessivamente. Foi sugerido que, quando fosse retirar a massa insonorizantes das portas, levasse consigo um pano pendurado

no bolso do uniforme ou deixasse apoiado na portas e limpasse o excesso de massa neste pano, evitando, assim, as deslocações desnecessárias para proceder a limpeza da espátula.

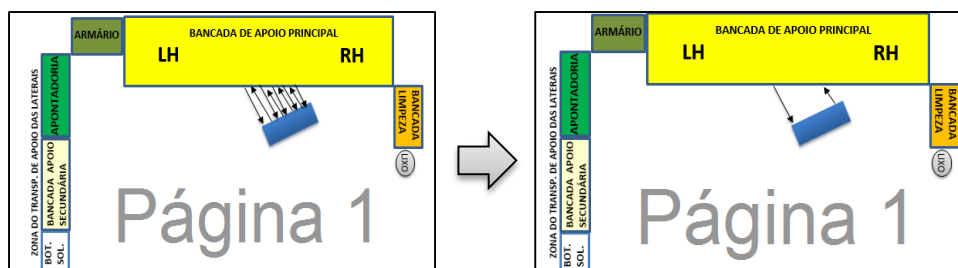


Figura 5.16. Melhoria do posto P1.

Este *KAIZEN* representa um ganho de 40 segundos.

Apesar do estudo não abranger a logística e, por este motivo, não foram feitas filmagens relativo a essa atividade do P1, é ainda importante referir que o trabalhador P1 auxiliava o operador da logística no abastecimento das chapas quando a produção era de 8 carrinhas diárias. Com o aumento da produção, o abastecimento da logística passou a ser realizado por mais um elemento da logística, alocado à soldadura. Essa modificação permitiu com que o trabalhador do P1 pudesse auxiliar os trabalhadores do Bate-Chapas no segmento C/D. Para além das tarefas do P1 e da limpeza do segmento C/D no Bate-Chapas, este operário desloca-se à secção da pintura quando é detetada alguma anomalia nas carrinhas na inspeção da pintura.

Até a data do estágio o estudo relativo ao P1 só abrangeu os segmentos LHD e RHD, que são idênticos, devido as chapas analisadas pelo operador serem idênticas, por isso no gráfico abaixo o tempo relativo ao P1 no segmento da C/D está incompleto, contendo, somente o tempo da Limpeza do Bate-Chapas e as deslocações à Pintura.

No Anexo D pode-se verificar os Resultados obtidos do operador da Porta da Qualidade 1, obtendo um aumento de produtividade, no que diz respeito às tarefas estudadas, de 42,95% para 98,22%.

5.2.2.1. Estudo realizado no Posto de Trabalho Porta da Qualidade 2 (P2) e Rebitagem

Até o término do estágio, o posto de trabalho P2 estava em análise, o qual não teve conhecimento o suficiente para apresentar resultados e o estudo associado aos dois postos de trabalho da Rebitagem não tinha sido inicializado.

6. CONCLUSÕES E TRABALHO FUTURO.

Devido à conjuntura atual, a TCAP vem aplicando uma metodologia para a redução ao máximo dos desperdícios e das operações que não acrescentam valor, baseando-se principalmente em procedimentos simples que não acrescentem custos à empresa e que reflitam em ganhos consideráveis.

Este trabalho expõe o estudo realizado por dois grupos TPS (TPS Logística e TPS Soldadura), sendo apresentado os resultados parciais para a otimização do armazém do TPS da Logística, devido ao estágio decorrer a meio deste estudo e resultados finais da otimização de alguns postos de trabalho da soldadura, devido ao estágio decorrer na fase final do TPS da soldadura.

Para se alcançar o objetivo da empresa, otimizar as linhas de produção, é necessário, primeiramente, que as pessoas incumbidas de realizarem o estudo tenham uma boa formação sobre ele e que partilhem informações entre os grupos para que erros, como o erro de filmagens do TPS da Logística e o erro do nível de detalhamento das descrições das tarefas dos operadores que ocorreu no TPS da Soldadura não aconteçam novamente, de forma a que os grupos se dediquem no que realmente interessa, isto é, na análise de melhorias para os processos. Em seguida, é crucial que os trabalhadores tenham formações das situações otimizadas, o que não se verificou como sendo um item fundamental durante a realização do estágio. Acredito que a principal razão pela qual o grupo não se empenhou para dar as formações necessárias aos trabalhadores, foi devido à realização destes estudos serem direcionados para a aprendizagem do TPS para a sua devida implementação no novo modelo. Sendo assim, é necessário que a empresa seja mais exigente nessa fase do estudo quando realizá-lo para o novo modelo.

Também se pode verificar que, a revisão do estudo realizado e a exigência da redução da execução dos trabalhos em menores tempos proporciona o alcance de mais melhorias para que o novo objetivo seja alcançado.

Mediante os resultados expostos durante o trabalho, concluiu-se que a otimização do armazém ainda devida ser estudada pois, até a data em que o estágio decorreu no grupo TPS Logística, o estudo estava incompleto e apresentava grandes dificuldades no que diz respeito ao estudo propriamente dito e na sua implementação em linha. Já a otimização da linha da soldadura, concluiu-se que esta foi bem-sucedida, apresentando resultados significativamente satisfatórios.

Sendo assim, é possível afirmar que a filosofia e as metodologias seguidas podem ser utilizadas constantemente para a otimização das linhas de produção para o novo modelo, *Land Cruiser*, na TCAP.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFIA

- Demeter, K., & Matyusz, Z. (01 de 02 de 2010). The impact of lean practices on inventory turnover. p. 10.
(25 de 05 de 2014). Obtido de <http://sandrocan.wordpress.com/tag/one-piece-flow/>
(25 de 01 de 2014). Obtido de <http://www.toyotacaetano.pt/>
(15 de 08 de 2014). Obtido de http://www.toyotacaetano.pt/html/industria__q11_--_3DPT__q20__q30__q41__q5.htm
(15 de 08 de 2014). Obtido de <http://www.toyota.pt/new-cars/dyna/Dyna-Brochure.json#>
(03 de 08 de 2014). Obtido de http://europa.eu/legislation_summaries/environment/air_pollution/l28186_pt.htm
(20 de 07 de 2014). Obtido de <http://www.baixaki.com.br/download/kinovea-video-editor.htm>
(01 de 07 de 2014). Obtido de <http://www.tpslean.com/glossary/contflowdef.htm>
(01 de 07 de 2014). Obtido de <http://www.gembutsu.com/articles/leanmanufacturingglossary.html>
(01 de 07 de 2014). Obtido de http://www.lean.org.br/5_principos.aspx
(15 de 07 de 2014). Obtido de http://www.techoje.com.br/site/techoje/categoria/detalhe_artigo/315
(15 de 07 de 2014). Obtido de <http://leanmanufacturingtools.org/89/value-add-vs-non-value-adding-processes/>
Abdulmalek, F., & Rajgopal, J. (28 de 11 de 2006). Analyzing the benefits of lean manufacturing and value stream mapping via simulation: A process sector case study. p. 14.
Amasaka, K. (2002). “New JIT”: A new management technology principle at Toyota. p. 10.
Amasaka, K. (2007). Applying New JIT—Toyota’s global production strategy: Epoch-making innovation of the work environment. p. 9.
Apfelthaler, G., Muller, H., & Rehder, R. (2002). Corporate global culture as competitive advantage: learning from Germany and Japan in Alabama and Austria? p. 11.
AR, R., & al-Ashraf, M. (2012). Production Flow Analysis through Value Stream Mapping: A Lean Manufacturing Process Case Study. p. 8.
Bergenwall, A., Chen, C., & White, R. (11 de 05 de 2012). TPS’s process design in American automotive plants and its effects on the triple bottom line and sustainability. p. 11.
Chen, J., Cheng, C.-H., & Huang, P. (2013). Supply chain management with lean production and RFID application: A case study. p. 9.
Dombrowski, U., & Mielke, T. (2013). Lean Leadership fundamental principles and their application. p. 6.
Dombrowski, U., Mielke, T., & Engel, C. (2012). Knowledge Management in Lean Production Systems. p. 6.
George, M., Rowlands, D., & Kastle, B. (2008). *O que é o "Lean Six Sigma?"*. Actual Editora,Lda.

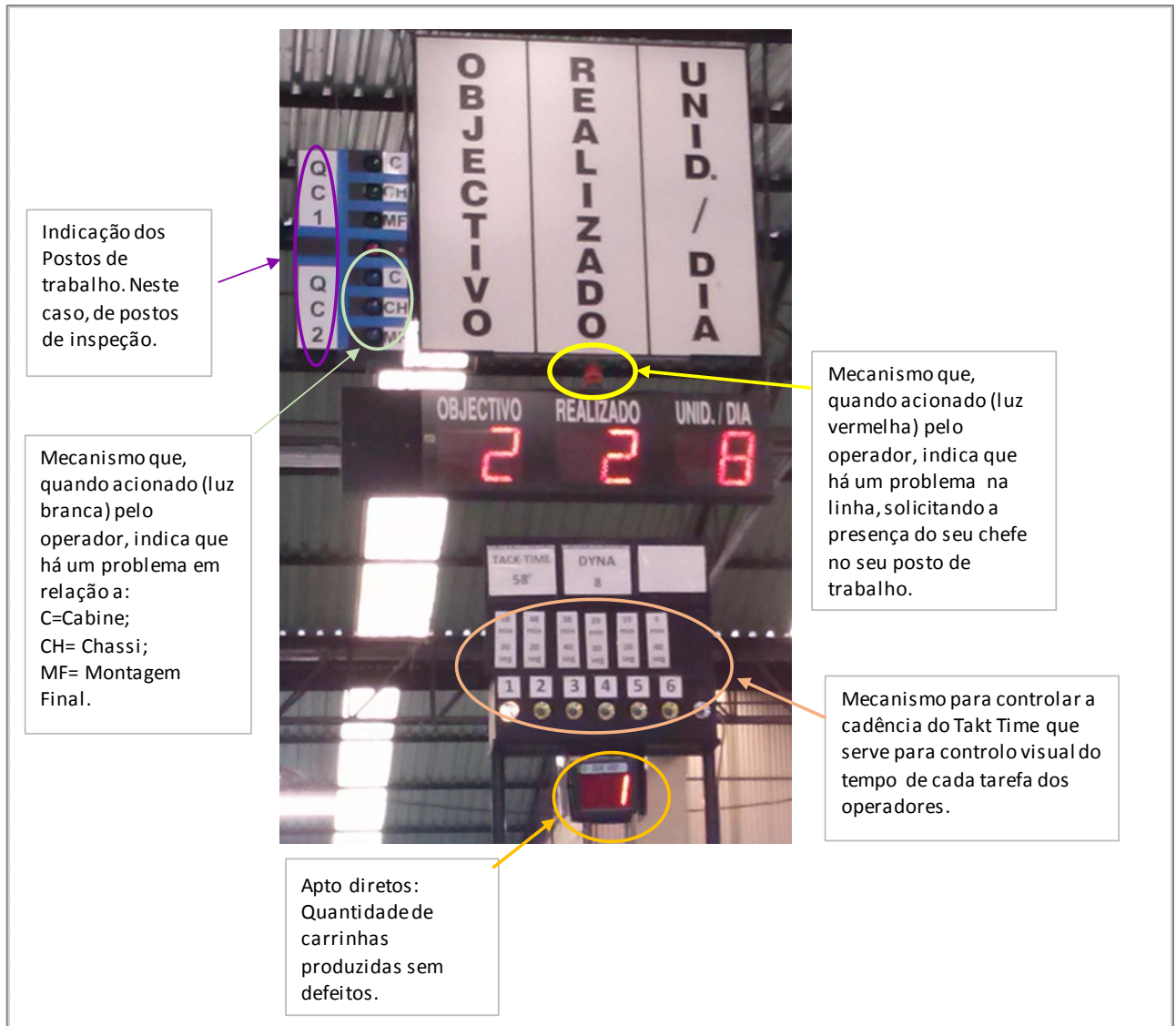
- Glover, W., Farris, J. A., Aken, E., & Doolen, T. (20 de 04 de 2011). Critical success factors for the sustainability of Kaizen event human resource outcomes: An empirical study. p. 17.
- Haan, J. d., & Yamamoto, M. (1999). Zero inventory management: facts or fiction? Lessons from Japan. p. 11.
- Herron, C., & Hicks, C. (2008). The transfer of selected lean manufacturing techniques from Japanese automotive manufacturing into general manufacturing (UK) through change agents. p. 8.
- Hines, P. (1998). Benchmarking Toyota's Supply Chain : Japan vs U.K. p. 8.
- Holweg, M. (8 de 5 de 2006). The genealogy of lean production.
- Hüttmeir, A., Treville, S., Ackere, A., Monnier, L., & Prenninger, J. (19 de 01 de 2009). Trading off between heijunka and just-in-sequence. p. 7.
- Jayaram, J., Das, A., & Nicolae, M. (21 de 06 de 2010). Looking beyond the obvious:Unraveling theToyota production system. p. 12.
- Kaneko, J., & Nojiri, W. (2008). The logistics of Just-in-Time between parts suppliers and car assemblers in Japan. p. 19.
- Liker, J. (2004). *The Toyota Way: 14 Management Principles from the World's Greastest Manufacturer*. MCGraw-Hill.
- Mano, Y., Akoten, J., Yoshino, Y., & Sonobe, T. (2013). Teaching KAIZEN to small business owners: An experiment in a metalworking cluster in Nairobi. p. 18.
- PICKERNELL, D. (4 de 1997). Less Pain but What Gain?: a Comparison of the Effectiveness and Effects of Japanese and Non-Japanese Car Assemblers'Buyer-Supplier Relations in the UK Automotive Industry. p. 19.
- Pool, A., Wijngaard, J., & Zee, D.-J. (08 de 06 de 2010). Lean planning in the semi-process industry,a case study. p. 10.
- Recht, R., & Wilderom, C. (1998). Kaizen and culture: on the transferability of Japanese suggestion systems. p. 16.
- Saurin, T. A., & Ferreira, C. F. (7 de 10 de 2008). The impacts of lean production on working conditions: A case study of a harvester assembly line in Brazil. p. 10.
- Saurin, T., Ribeiro, J., & Vidor, G. (22 de 5 de 2012). A framework for assessing poka-yoke devices. p. 9.
- Schonberger, R. (19 de 5 de 2006). Japanese production management: An evolution—With mixed success. p. 17.
- Shah, R., & Ward, P. (24 de 06 de 2002). Lean manufacturing: context, practice bundles, and performance. p. 21.
- Shah, R., & Ward, P. (20 de 01 de 2007). Defining and developing measures of lean production. p. 21.
- Shim, W., & Steers, R. (2012). Symmetric and asymmetric leadership cultures: A comparative study of leadership and organizational culture at Hyundai and Toyota. p. 11.
- Sullivan, W., McDonald, T., & Aken, E. (2002). Equipment replacement decisions and lean manufacturing. p. 11.
- Văcar, A., & Miricescua, D. (2013). Leadership a Key Factor to a Succesful Organization Part II. p. 6.
- Xiaobo, Z., Zhou, Z., & Asres, A. (21 de 06 de 1997). A note on Toyota's goal of sequencing mixed models on an assembly line. p. 9.
- Yamaute, N., Chaves, C., & Cardoso, Á. (2007). *Princípios de Gestão da Produção Enxuta: A Arma da Toyota para Destronar a GM*.

Erro! A origem da referência não foi encontrada.

Yang, M., Hong, P., & Modi, S. B. (26 de 10 de 2010). Impact of lean manufacturing and environmental management on business performance: An empirical study of manufacturing firms. p. 11.



ANEXO A

Abaixo se encontra uma foto de um *Andon* com as descrições das sinalizações utilizadas.



ANEXO B

Documento das emissões dos gases que as carrinhas Toyota *Dynas* dos modelos 100 e 150 emitem.

 MINISTERIO DE DEFENSA		CENTRO DE EXPERIMENTACIÓN-CERTIFICACIÓN DE VEHÍCULOS Y TECNOLÓGICO PARA LA SEGURIDAD DEL TRANSPORTE			
SECRETARÍA DE ESTADO DE DEFENSA		Centro distinguido con la Medalla al Mérito de la Seguridad Vial y la Placa al Mérito del Transporte Terrestre			
 INSTITUTO NACIONAL DE TÉCNICA AEROSPAZIAL		SERVICIO DE ACTUACIONES DE MOTOR Y VEHÍCULO			
INFORME Nº/TEST REPORT No.		09-00700220-0689			Pag. 6 de/of 9

III.3 COMUNICACION DE RESULTADOS DE LOS ENSAYOS / STATEMENT OF THE TEST RESULTS :

III.3.1 **Ensayo Tipo I / Type I test.** Emisiones en el ciclo / Cycle emissions

DYNA 100	CO	HC	NOx	HC+NOx ⁽²⁾	Part. ⁽²⁾
Medido / Measured (g/km)	0.075	--	0.213	0.244	0.025
	--	--	--	--	--
Media / Average	0.075	--	0.213	0.244	0.025
Factor Ki ⁽³⁾ / Ki factor ⁽³⁾	--	--	--	--	--
F.D./ D.F.	1.1	--	1.0	1.0	1.2
Media con F.D. y Ki ⁽³⁾ / Average with D.F. and Ki ⁽³⁾	0.083	--	0.213	0.244	0.030
Límites / Limits	0.74	--	0.39	0.46	0.06

DYNA 150	CO	HC	NOx	HC+NOx ⁽²⁾	Part. ⁽²⁾
Medido / Measured (g/km)	0.048	--	0.256	0.281	0.034
	--	--	--	--	--
Media / Average	0.048	--	0.256	0.281	0.034
Factor Ki ⁽³⁾ / Ki factor ⁽³⁾	--	--	--	--	--
F.D./ D.F.	1.1	--	1.0	1.0	1.2
Media con F.D. y Ki ⁽³⁾ / Average with D.F. and Ki ⁽³⁾	0.052	--	0.256	0.281	0.041
Límites / Limits	0.74	--	0.39	0.46	0.06

(2) Sólo para motores de encendido por compresión (diesel) / Only for compression ignition engines (diesel).
 (3) Solo para motores diesel con dispositivo de regeneración discontinua / Only for diesel engines with discontinuous regeneration device.

III.3.2 **Ensayo tipo II / Type II test.** Emisiones al ralentí / Idle speed emissions : No aplicable / Not applicable

III.3.3 **Ensayo tipo III / Type III test.** Emisiones de gases del cárter / Crankcase emissions : No aplicable/ Not applicable

III.3.4 **Ensayo tipo IV / Type IV test.** Emisiones por evaporación / Evaporative emissions : No aplicable / Not applicable

III.3.5 **Ensayo tipo V / Type V test.** Ensayo de durabilidad / Durability test.

Tipo de durabilidad / Durability type: 80.000 km, no aplicable / not applicable ⁽¹⁾

Factores de deterioro / Deterioration factors DF: ~~Calculados/Calculated~~, fijos/fixed ⁽¹⁾

CO	HC	NOx	HC+NOx	Partículas / Particulates
1.1	--	1.0	1.0	1.2

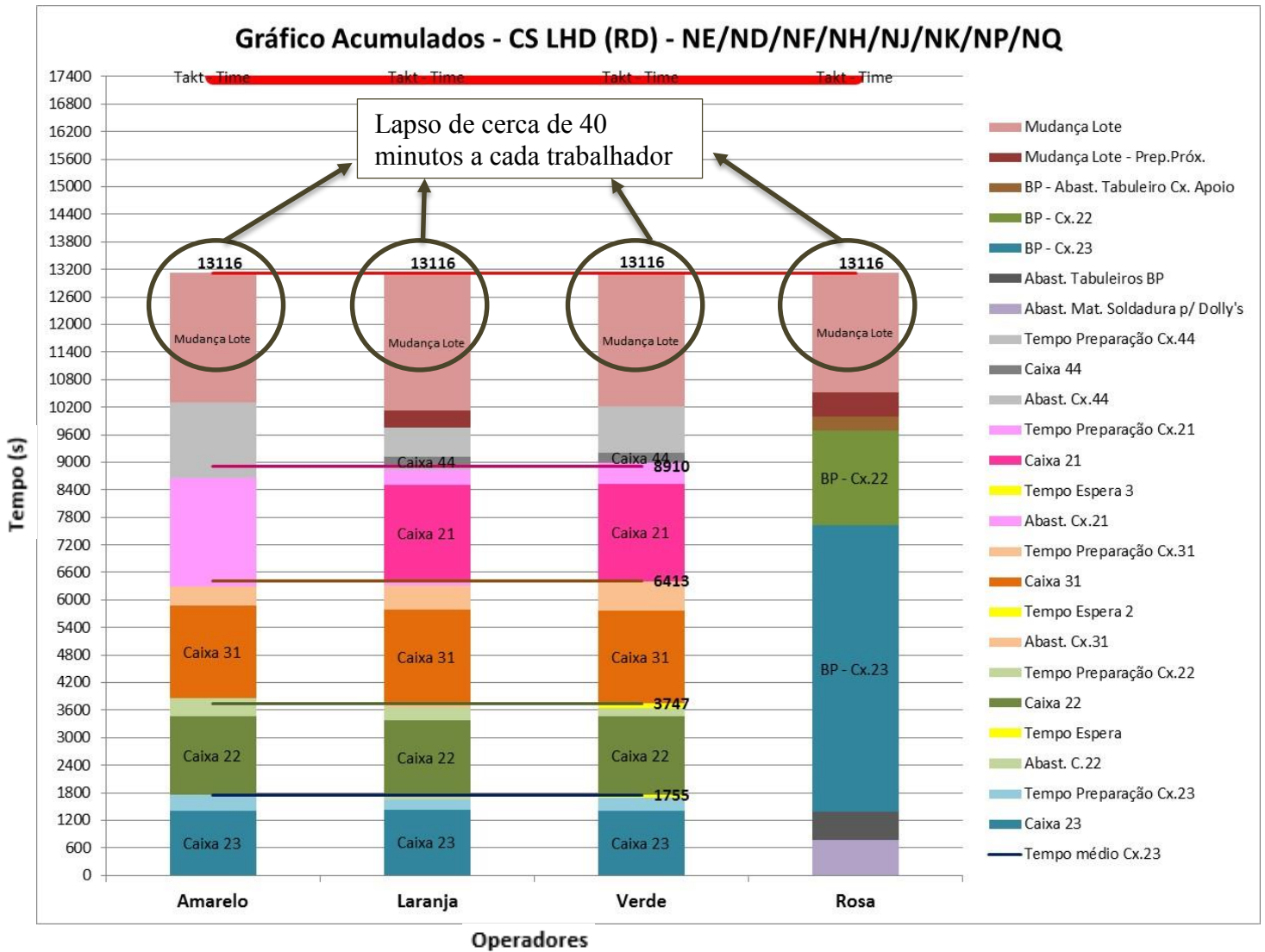
Los resultados que aparecen en este informe se refieren a la muestra ensayada / Results refers only to the tested sample. Prohibida la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita del INTA / This test report cannot be partially reproduced without written authorization of INTA.

CARRERA DE AJALVIR, KM. 4
 28850 TORREJÓN DE ARDOZ
 TEL. 34 91 5201736
 FAX. 34 91 5201319

(1) Táchese lo que no proceda / Delete where not applicable.

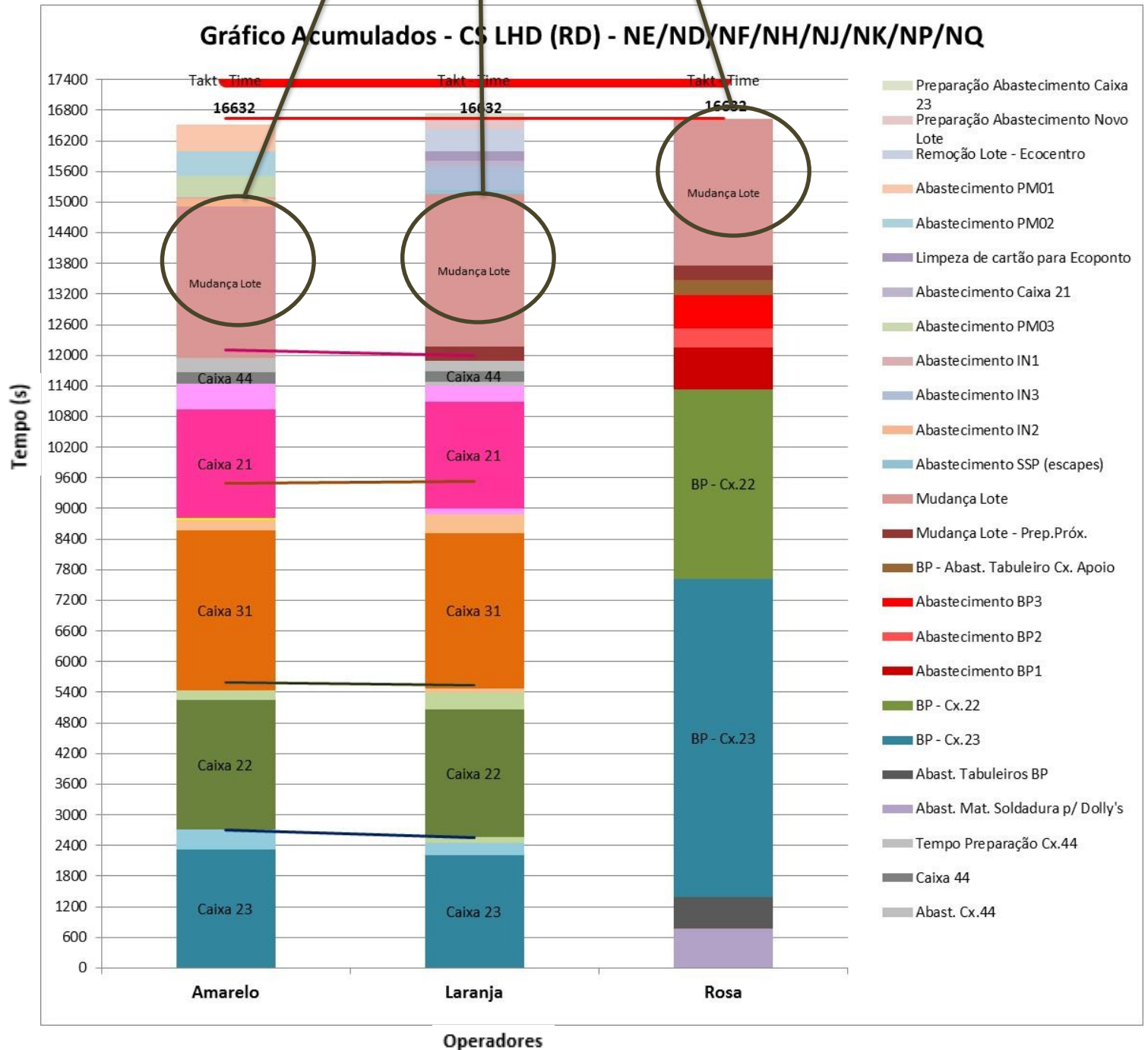
ANEXO C

Situação Inicial Corrigida com 4 trabalhadores



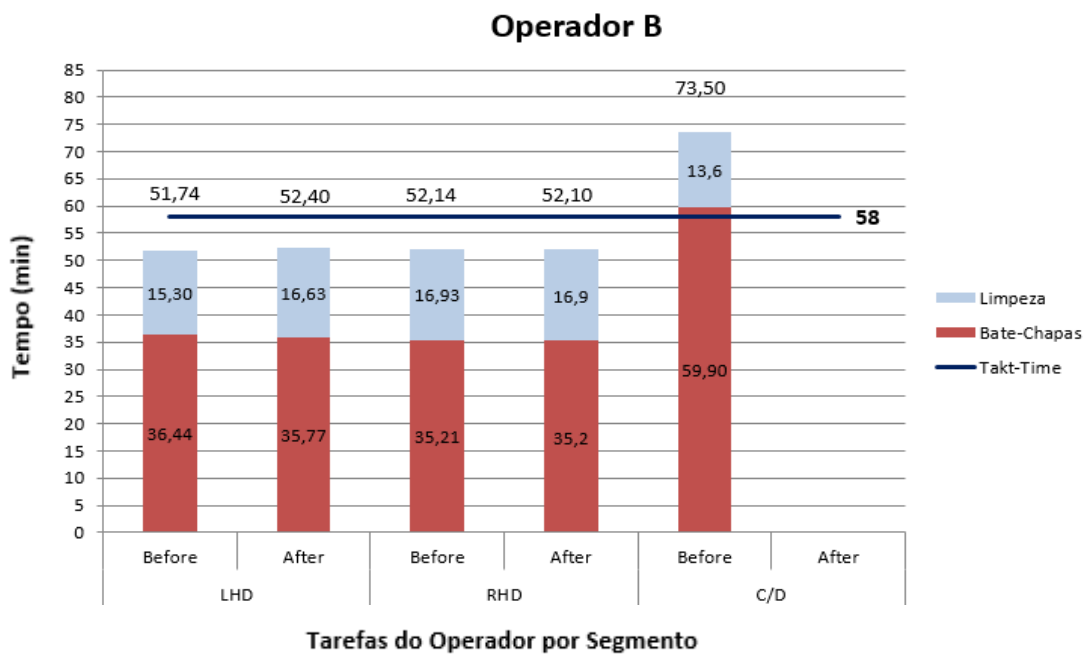
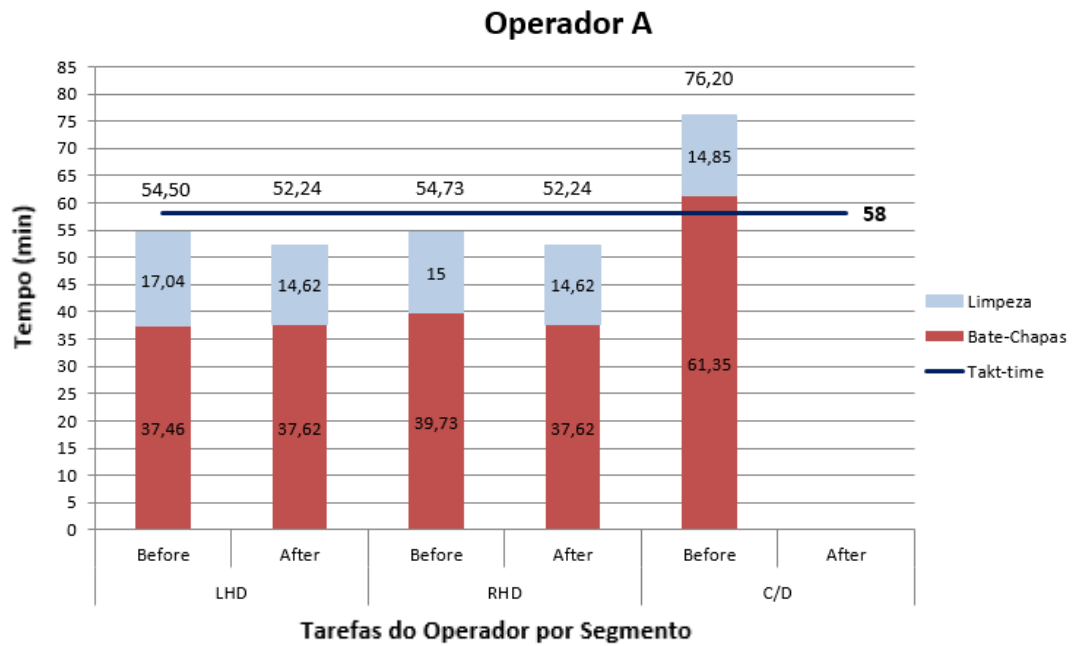
Situação Otimizada Corrigida com 3 trabalhadores

Lapso de 40 minutos de cada trabalhador, tendo uma diferença de, cerca de 12 minutos entre o *takt time* e o tempo de ciclo dos trabalhadores

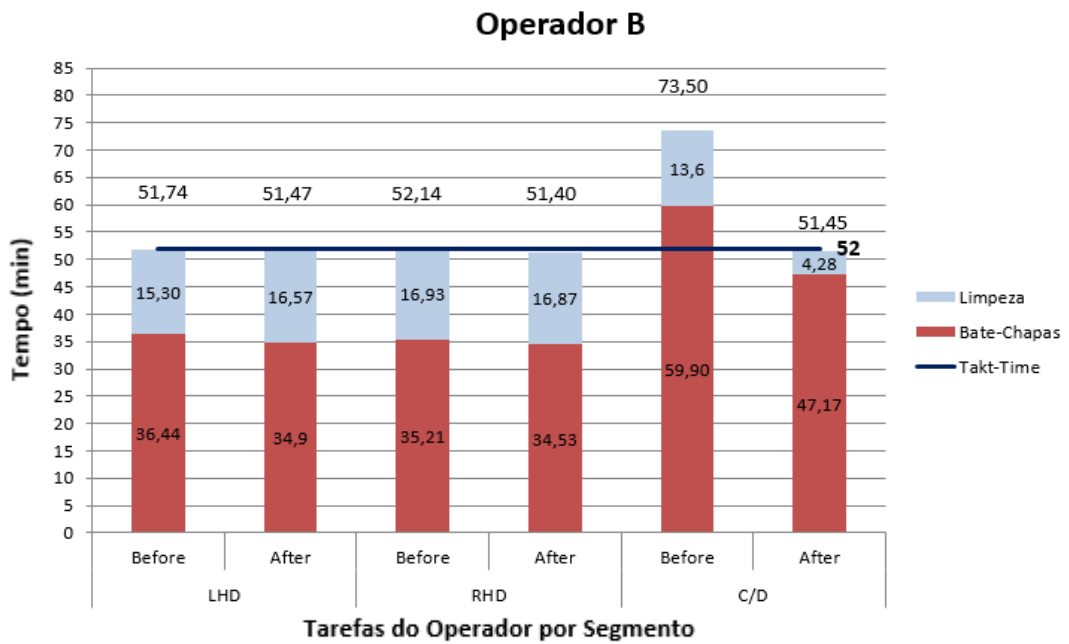
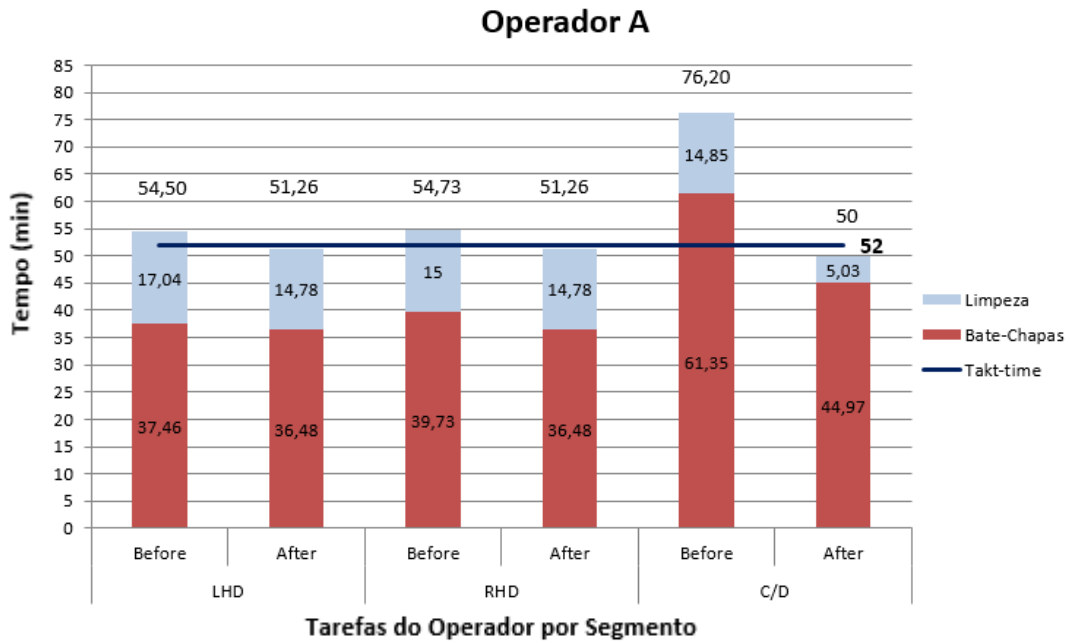


ANEXO D

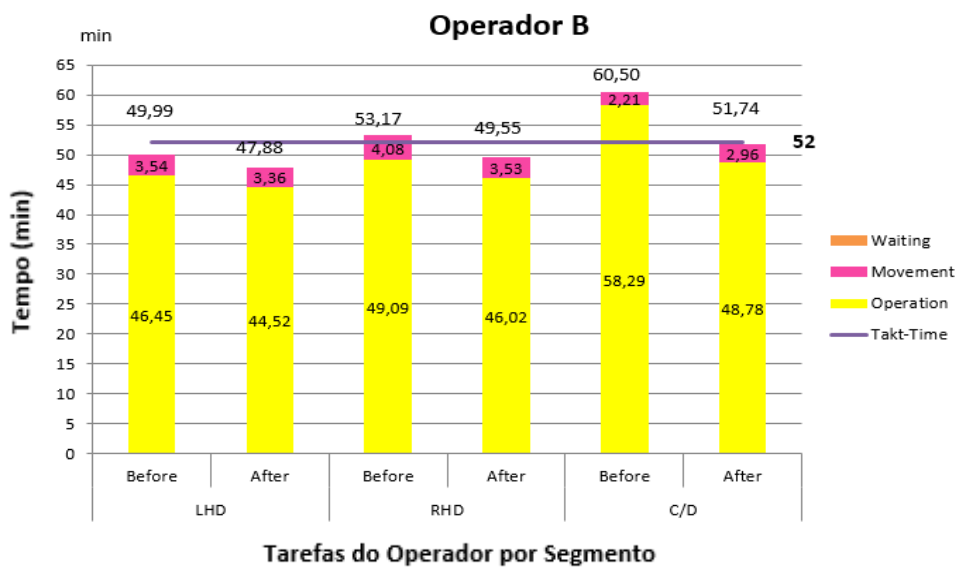
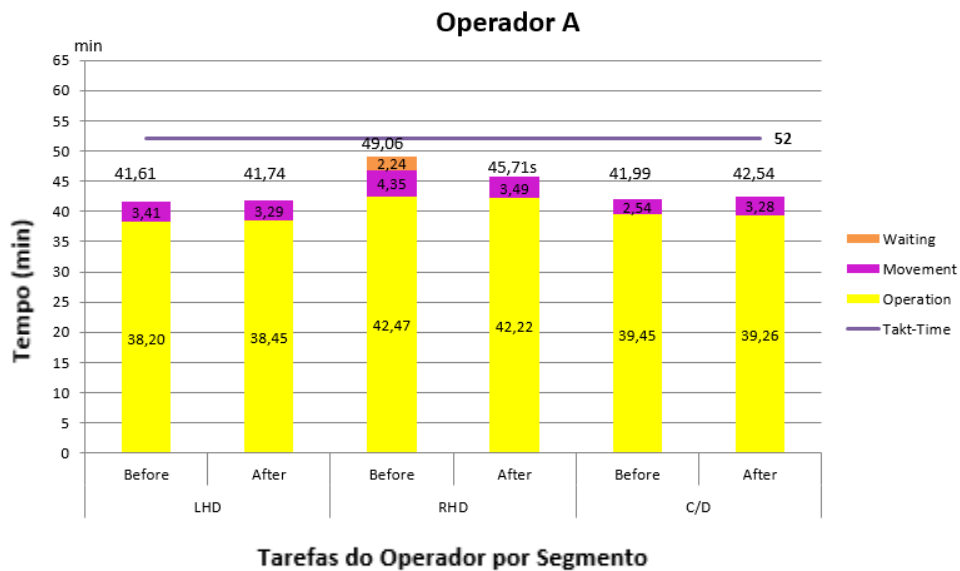
1º) Resultados obtidos dos operadores Bate-Chapas (Produção 8 unidades diárias)

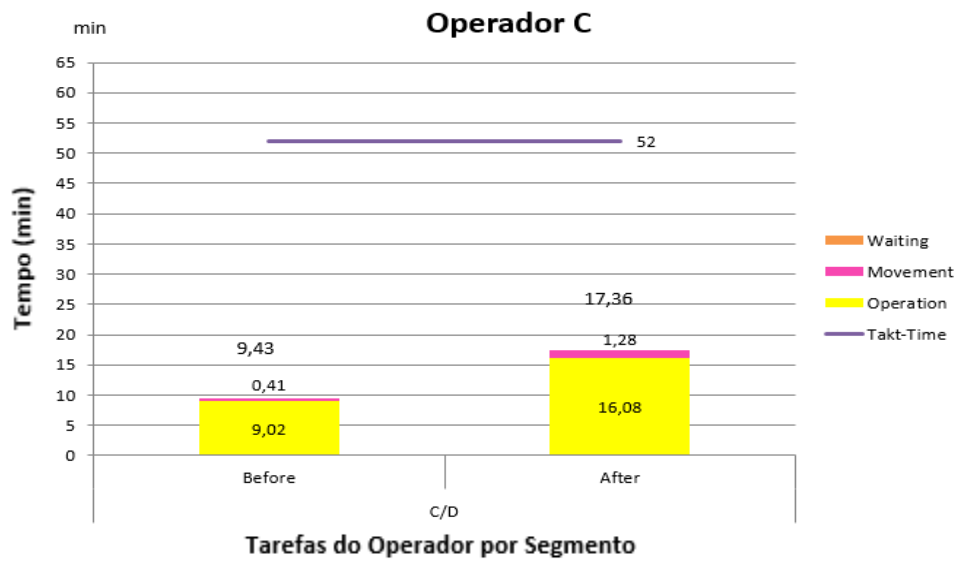


2º) Resultados obtidos dos operadores Bate-Chapas (Produção 9 unidades diárias)



3º) Resultados obtidos dos operadores da Soldadura Por Pontos (Produção 9 unidades diárias)





4º) Resultados obtidos do operador da Porta da Qualidade 1

Devido este posto de trabalho trabalhar em lotes de 5 unidades, o estudo teve que proceder aos 260 minutos (5 x 52 minutos), apresentando os seguintes resultados:

