

**CENTRO UNIVERSITÁRIO BRASILEIRO - UNIBRA
CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**Camilly Oliveira dos Santos
Ivanilda Ramos de Melo
José Jeimison Silva de Abreu**

**APLICAÇÃO DA METODOLOGIA WORLD CLASS MANUFACTURING
(WCM) COM FOCO NO PILAR WORPLACE ORGANIZATION (WO) EM LINHA DE
FABRICAÇÃO E MONTAGEM**

**RECIFE
2022**

**Camilly Oliveira dos Santos
Ivanilda Ramos de Melo
José Jeimison Silva de Abreu**

**APLICAÇÃO DA METODOLOGIA WORLD CLASS MANUFACTURING
(WCM) COM FOCO NO PILAR WORPLACE ORGANIZATION (WO) EM LINHA DE
FABRICAÇÃO E MONTAGEM**

Trabalho de conclusão de curso apresentado à
Disciplina TCC II do Curso de Engenharia de
produção do Centro Universitário Brasileiro -
UNIBRA, como parte dos requisitos para conclusão
do curso.

Orientador(a): Prof. Ms. Mario Mardone da Silva.

RECIFE
2022

Ficha catalográfica elaborada pela
bibliotecária: Dayane Apolinário, CRB4- 1745.

S237a Santos, Camilly Oliveira dos
Aplicação da metodologia world class manufacturing (wcm) com foco no
pilar workplace organization (wo) em linha de fabricação e montagem. /
Camilly Oliveira dos Santos, Ivanilda Ramos de Melo, José Jeimison Silva
de Abreu. Recife: O Autor, 2022.

39 p.

Orientador(a): Prof. Ms. Mario Mardone da Silva.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Centro Universitário
Brasileiro – UNIBRA. Bacharelado em Engenharia de Produção, 2022.

Inclui Referências.

1. World class manufacturing. 2. Workplace organization. 3. Setor
automotivo. I. Melo, Ivanilda Ramos de. II. Abreu, José Jeimison Silva de.
III. Centro Universitário Brasileiro - UNIBRA. IV. Título.

CDU: 658.5

FICHA CATALOGRÁFICA

ELEMENTO OBRIGATÓRIO

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, por nos acompanhar ao longo da nossa jornada aqui na terra.

Aos nossos pais, por nos apoiar incondicionalmente nessa jornada.

Aos professores, por nos incentivar ao longo do curso.

Aos amigos que ganhamos ao longo do curso.

À UNIBRA, por nos proporcionar as condições necessárias para finalizar nosso curso.

“Mais do que ser uma pessoa de sucesso, busque ser uma pessoa de valor. Só então você terá se tornado uma pessoa de sucesso”. Albert Einstein.

RESUMO

O World Class Manufacturing (Manufatura de Classe Mundial - WCM) é um modelo de gestão eficaz e efetivo, baseado nos conceitos para eliminar desperdícios, quebras, defeitos e estoque, garantindo a segurança dos colaboradores e a qualidade em todas as etapas do processo para a obtenção de uma produção de alta performance. Esta pesquisa tem como objetivo aplicar o pilar técnico Workplace Organization (WO) do WCM em um posto de trabalho de montagem da tampa do fundo do porta-malas numa indústria de fabricação e montagem do ramo automotivo, através da implantação de projetos baseados em Kaizens referentes aos steps (passos) 1,2 e 3. Os resultados demonstram a eficiência da aplicação das ferramentas utilizadas na redução de atividades que não agregam valor e nas melhorias nos postos de trabalho para obtenção de uma maior produtividade e redução de custos no processo de produção estudado.

Palavras-chave: World Class Manufacturing (WCM); Workplace Organization (WO); Setor Automotivo.

ABSTRACT

World Class Manufacturing (WCM) is an efficient and effective management model, based on concepts to eliminate waste, breakage, defects and stock, guaranteeing the safety of employees and quality in all stages of the process for achieving high-performance production. This research aims to apply the WCM Workplace Organization (WO) technical pillar in a trunk lid assembly workstation in an automotive manufacturing and assembly industry, through the implementation of projects based on Kaizens referring to steps 1, 2 and 3. The results demonstrate the efficiency of the application of the tools used in the reduction of activities that do not add value and in the improvements in the workstations to obtain greater productivity and cost reduction in the production process studied.

Keywords: World Class Manufacturing (WCM); Workplace Organization (WO); Automotive Sector.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Pilares do WCM.....	17
Figura 2 - Matriz C - Pilar CD.....	21
Figura 3 - Rota de limpeza e ciclo de limpeza - WO	21
Figura 4 - Planilha MURI - WO	22
Figura 5 - MURA - WO.....	22
Figura 6 - MUDA - WO.....	22
Figura 7- Check list de entrada	26
Figura 8 - Planilha MURI - antes da análise	27
Figura 9 - Eliminação de movimentos críticos	29
Figura 10 - Planilha MURI - após as análises	29
Figura 11 - Planilha MURA - antes de depois	31
Figura 12 - Planilha de análise - MUDA	33
Figura 13 - Classificação das atividades - MUDA	33
Figura 14 - PDCA - Projeto do corte do tecido - NVAA	34
Figura 15 - PDCA - Projeto do corte do tecido - NVAA	35
Figura 16 - Resultado final - MUDA	35
Figura 17- Rebalanceamento da linha - YAMAZUMI	36

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Principais contribuições das ferramentas do sistema de produção enxuta nas empresas.....	16
---	----

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	12
2. PROBLEMÁTICA	13
3. OBJETIVO GERAL.....	13
3.1 Objetivos específicos.....	13
4. JUSTIFICATIVA.....	14
5. REFERENCIAL TEÓRICO.....	14
5.1 Manufatura enxuta.....	14
5.2 Motivos para implantação da produção enxuta.....	15
5.3 Pilares técnicos e gerenciais.....	17
6. METODOLOGIA.....	23
7. RESULTADOS E DISCUSSÃO	26
8. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	37
9. REFERÊNCIAS.....	38

1. INTRODUÇÃO

A melhoria contínua nos processos produtivos ajuda as organizações atenderem mudanças que ocorrem constantemente em seu ambiente de atuação e contribuem para manter a produção balanceada, além de gerar um ambiente mais competitivo. Nesse sentido, as organizações buscam ferramentas que contribuam para atingir seus objetivos estratégicos e operacionais (LAUBE et al, 2015).

Uma das primeiras indústrias a ter uma atenção maior nesse sentido foi a indústria automobilística. O sistema Toyota de produção ou *Lean Manufacture* foi desenvolvido no seio da fábrica da Toyota, de modo a manter o seu processo de produção mais eficiente, minimizando perdas e otimizando qualidade dos produtos produzidos em sua linha.

Posteriormente, com a evolução em equipamentos de produção e em tecnologias de comunicação e na demanda dos mercados por produtos personalizados, forçaram ainda mais as indústrias manufatureiras a mudarem seus sistemas de produção (EBRAHIMI; BABOLI, ROTHER, 2019). Foi introduzida um novo tipo de organização de sistemas de manufatura mais flexível e ágil, baseada no uso de grandes quantidades de informações e dados, no processo de tomada de decisão.

Nesse novo contexto de indústria tem-se um cenário ainda mais crítico no tocante a gestão de processos organizacionais e operacionais. Uma das principais características desse novo modelo de indústria é a descentralização, que permite que diferentes subsistemas tomem decisões de forma autônoma para ter sistemas de auto-organização (EBRAHIMI; BABOLI, ROTHER, 2019).

O avanço da tecnologia nas indústrias, principalmente no setor automotivo, tem reagido de forma positiva, pois trazem consigo um aumento na produtividade e qualidade, números mais confiáveis, decisões mais assertivas, padronização nas suas operações, minimizando o erro humano, riscos de acidente e entre outros. Por outro lado, o alto investimento que muitas vezes limitam a aquisição de novas tecnologias ainda não é uma realidade para todas as organizações, resultando assim em perda de competitividade e de espaço no mercado.

2 PROBLEMÁTICA

Este trabalho foi realizado em uma indústria montadora do setor automobilístico. O posto de trabalho no qual foi desenvolvido o estudo apresenta um alto índice de NVAA (atividades sem valor agregado), postos sem balanceamentos, ou seja, colaboradores saturados enquanto outros ficavam ociosos, sofria também com a falta de padronização das atividades, over estoque e alta taxa de scrap. Além disso, verificou-se também a necessidade de mudanças nos hábitos dos colaboradores e treinamentos.

Outro ponto de melhoria observada seria no tocante a melhoria contínua dos processos. A evolução contínua de todo o time operacional e novos contratados para entender e manter o trabalho realizado dentro dos padrões especificados efetivam a busca da excelência de classe mundial.

Diante disso, a pesquisa visa aplicar no posto de trabalho de montagem da tampa do fundo do porta malas o pilar técnico Workplace Organization (WO) do WCM de uma indústria de fabricação e montagem do ramo automotivo. Para aumentar o nível de competitividade global na linha de produção e fabricação da indústria automobilística, precisa-se melhorar o seu desempenho na produção de acessórios, implementando a abordagem de fabricação de classe Mundial ou seu termo em inglês World Class Manufacturing (WCM), que se desenvolveu com base na terceira revolução industrial e na necessidade de produção em massa.

3 OBJETIVO GERAL

Esta pesquisa tem como objetivo geral aplicar o pilar técnico Workplace Organization (WO) do WCM em um posto de trabalho de montagem da tampa do fundo do porta-malas numa indústria de fabricação e montagem do ramo automotivo.

3.1 Objetivos específicos

- ✓ Realizar o mapeamento do processo produtivo;
- ✓ Identificar processos que não agregam valor;

- ✓ Reduzir e/ou eliminar atividades que não agregam valor através da elaboração de um método produtivo melhorado;
- ✓ Implementar e acompanhar o método melhorado;

4 JUSTIFICATIVA

A realização desse estudo irá contribuir para a redução de gargalos, custos, desperdícios e atividades que não agregam valor para a organização. A otimização e a busca pela excelência em seus sistemas de produção é algo primordial nos dias atuais tendo em vista a alta expectativa dos clientes internos e externos a organização por produtos e processos de alta qualidade.

Nesse cenário, o WCM oferece metodologias de manufatura enxuta que buscam a melhoria de resultados ao identificar desperdícios e ineficiências no processo de produção. A relevância desse estudo impacta também diretamente nos resultados da organização de modo geral, como aumento de produtividade (quantidade produzidas por pessoa), otimização do *takt time* e *lead time*, redução no consumo de matéria prima, aumento na qualidade do produto final e nas operações, podendo até ter redução de mão-de-obra.

Por fim, este estudo irá contribuir para que a empresa estudada avalie outros postos de trabalho de sua linha de produção e proponha melhorias através do WCM. além disso, outras empresas desse setor e de outros nichos de atuação a refletirem sobre a melhorias de processos, além da difusão de metodologias de melhorias de processos na comunidade científica.

5 REFERENCIAL TEÓRICO

Nesta sessão serão apresentados conceitos usados neste trabalho. Será explanado sobre produção enxuta, em seguida serão apresentados os conceitos de e por fim será feita uma contextualização do cenário da indústria em que o estudo de caso foi realizado.

5.1 MANUFATURA ENXUTA

A produção enxuta é um diferencial competitivo, pois está relacionada à capacidade que as empresas possuem de planejar estrategicamente suas operações

produtivas. Ela é uma filosofia que deriva da teoria do Toyotismo e prega a eliminação dos focos de desperdício, da produção rápida e eficiente, da qualidade total e do Just in Time, possui algumas limitações e apresenta sérios problemas, principalmente no processo de implantação (falta de preparação, direcionamento, adequação e planejamento das organizações).

Os resultados obtidos são melhores, no entanto, a coordenação precisa atender exigências maiores na busca constante de melhorias (MILANNI et al, 2010; GLASER-SEGURA et al, 2011; RAPÔSO E SILVA, 2017).

5.2 MOTIVOS PARA IMPLANTAÇÃO DA PRODUÇÃO ENXUTA:

- Redução de custos;
- Melhorar a conformidade;
- Aumento da satisfação do cliente.

Milani et al, 2010, reforçaram em sua pesquisa que o principal objetivo da aplicação do processo da produção enxuta no cenário brasileiro era maior rentabilidade ao negócio e uma vantagem competitiva devido à redução dos custos de planejamento e controle da cadeia produtiva, melhoria na qualidade dos produtos e/ou serviços, flexibilidade e agilidade de resposta às mudanças de mercado.

Dificuldades encontradas na implantação do sistema de produção enxuta:

- Tempo insuficiente;
- Orçamento insuficiente;
- Informação insuficiente.

As principais contribuições do sistema de produção podem ser observadas na Tabela 1. Essas contribuições são importantes para se atender os objetivos de desempenho de produtividade.

Tabela 1 - Principais contribuições das ferramentas do sistema de produção enxuta nas empresas

PRINCIPAIS FERRAMENTAS	CONTRIBUIÇÃO NAS EMPRESAS
Kaisen	Otimização de processos e procedimentos por meio da eliminação de desperdícios.
Just in Time	Atendimento de demanda específica com mínimo de atraso. Atua também como eliminador de desperdícios.
Kanban	Diminuição dos estoques, redução da deterioração e obsolescência dos materiais e redução de acúmulo de resíduos no meio ambiente.
Jidoka	Impedimento de propagação de defeitos ao longo da cadeia produtiva, dando ao operador autonomia para interferir no processo sempre que for detectado falhas.
Poka-yoke	Redução de peças defeituosas com a diminuição de erros no processo, possibilitando melhor utilização dos recursos.
Six Sigma	Propiciar produtos e serviços próximos da perfeição, reduzindo a probabilidade de falhas e defeitos, melhorando a relação com o cliente.

Fonte: Adaptado de Milani, 2010.

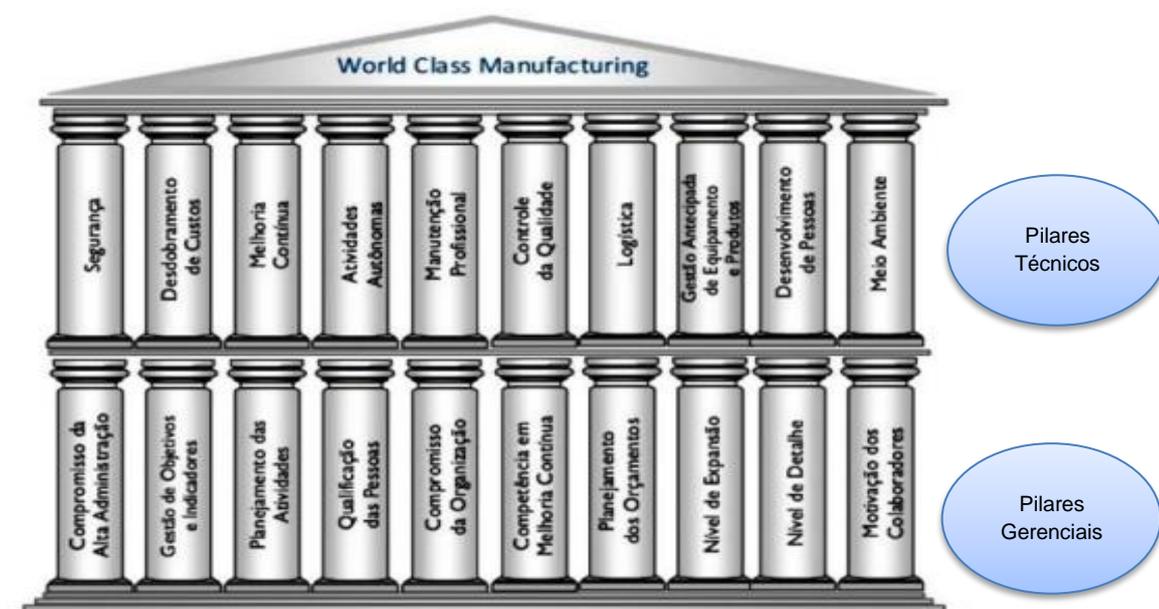
Ao longo de décadas o setor industrial mundial utiliza essas ferramentas e metodologias que foram desenvolvidas e aplicadas, visando melhorar os níveis de produtividade e os resultados, várias destas oriundas da indústria automobilística e eletrônica Japonesa. O World Class Manufacturing (WCM) é, em síntese, a busca da excelência pela aplicação das metodologias e ferramentas já consolidadas na filosofia de produção enxuta (MILANI et al, 2010).

O termo World Class Manufacturing foi primeiramente utilizado por Hayes e Wheelwright em 1984 como um conjunto de práticas, implicando que o uso destas melhores práticas conduziria ao um nível superior de desempenho. Essa definição foi aprimorada desde a sua publicação (EBRAHIMI; BABOLI, ROTHER, 2019).

A metodologia (WCM) tem como principal objetivo a melhoria de processos, fundamentando-se em 10 pilares técnicos e 10 pilares gerenciais focando sempre em práticas com uma gestão de zero desperdício. Buscando otimizar logística, reduzir custos e aumentar a produtividade com a utilização de métodos e ferramentas.

Introduz uma poderosa metodologia inovadora: a análise das perdas nos processos de manufatura e o desdobramento de custo (*Cost Deployment*) para direcionar as atividades de melhoria nas quatro áreas de abrangência do sistema: Organização do Posto de Trabalho, Sistema de Manutenção, Sistema de Qualidade e Logístico. Figura 1.

Figura 1 - Pilares do WCM



Fonte: Adaptado de ROSSETTI, 2020.

5.3 Pilares técnicos e gerenciais

Segundo Rosseti, 2020 os pilares técnicos do WCM são fundamentais e garantem a melhoria dos processos e redução dos desperdícios da empresa e está dividido em 10 pilares.

O primeiro pilar é o da segurança que tem por objetivo eliminar qualquer acidente que possa acontecer dentro das organizações. Garantir a segurança do trabalho de todos é um dos princípios do WCM e ao estabelecer padrões

100% seguros, a empresa ganha em diversos aspectos, como melhoria da qualidade de seus produtos ou serviços.

O segundo pilar é o desdobramento de custo (*Cost Deployment*) que visa reduzir todas as perdas e desperdícios que geram custo e não agregam valor ao produto ou serviço.

O terceiro pilar é melhoria contínua que direciona a uma área ou operação específica. O objetivo deste pilar é garantir uma maior qualidade e reduzir custos que não agregam valor ao processo.

O quarto pilar é atividades autônomas e organização do posto de trabalho (WO), um dos princípios do WCM é o envolvimento de todos, o intuito neste pilar é que os operadores se sintam na obrigatoriedade de manter as condições básicas dos próprios equipamentos.

O quinto pilar é a manutenção profissional fundamental no WCM. Embora os operadores sejam responsáveis por manter as condições básicas de funcionamento, os equipamentos exigem manutenções mais técnicas para evitar qualquer quebra.

O sexto pilar é o controle de qualidade, o WCM diz que a qualidade é construída no processo, e não apenas na inspeção final do produto. O objetivo deste pilar é que se atinja zero defeitos e sua implementação se inicia com um estudo das condições atuais dos processos.

O sétimo pilar é a logística, este pilar tem como objetivo eliminar qualquer tipo de estoque ou movimentação desnecessária ao longo do processo de fabricação. Sua implementação é iniciada reorganizando a logística interna e só depois a externa, buscando nivelar a produção e melhorar continuamente a eliminação de desperdícios.

O oitavo pilar é a gestão antecipada de equipamentos e produtos, este pilar foca no registro de todas as melhorias que possam ser feitas nos projetos de construção dos equipamentos, e também, na busca pela melhoria de novos produtos ou produtos já existentes, garantindo que sejam mais eficazes e focados no cliente.

O nono pilar é o desenvolvimento de pessoas, o objetivo deste pilar é garantir que as pessoas se desenvolvam e sejam treinadas para aplicar as ferramentas

em uma área modelo e em seguida, expandir para outras áreas até que toda a unidade fabril esteja buscando se tornar classe mundial.

O décimo pilar é o ambiente, o objetivo do pilar é evitar o desperdício dos recursos energéticos e sua implementação deve ser iniciada pela definição das áreas que apresentam maiores desperdícios, através de uma investigação e medição das perdas.

Ainda segundo Rossetti, 2020 diferentemente dos pilares técnicos, os gerenciais não possuem um método sistemático de implementação, mas eles são responsáveis pelo nível estratégico do WCM.

O décimo primeiro pilar é o comprometimento gerencial da alta gestão. O pilar de comprometimento gerencial tem como objetivo desenvolver competências para que todos os tomadores de decisão estejam cientes e engajados com a implementação da metodologia WCM.

O décimo segundo pilar é a gestão dos objetivos, este pilar direciona as equipes para saber exatamente onde eles querem chegar, consiste em proporcionar objetivos, a partir de critérios claros, desafiadores e possíveis de serem alcançados pela organização.

O décimo terceiro pilar é o planejamento de atividades (*Route map*), este pilar gerencial diz respeito a um plano básico de implementação do programa dentro da organização, enfatizando a sequência de atividades que serão implementadas.

O décimo quarto pilar é a qualificação de pessoas, um dos princípios deste pilar é envolver as pessoas, entretanto, essas pessoas precisam ser qualificadas para garantir a gestão do conhecimento, e assim, proporcionar a expansão das melhorias para as demais áreas ou departamentos da organização.

O décimo quinto pilar é o compromisso da organização. As iniciativas têm origem na alta gerência, mas o comprometimento precisa ser difundido para toda a organizacional que haja uma mudança na cultura e todos se sintam responsáveis pela melhoria contínua.

O décimo sexto pilar é a competência em melhoria contínua, o objetivo deste pilar é garantir que toda a organização seja competente para solucionar e prevenir problemas, através de uma abordagem proativa e com métodos já implementados.

O décimo sétimo pilar é o pilar de planejamento dos orçamentos. Saber o tempo e o valor, em dinheiro, que será investido para a implementação de um projeto novo é crucial para validar com as estratégias da empresa. Este pilar está conectado com as etapas de um projeto: concepção, definição, realização e encerramento.

O décimo oitavo é o nível de expansão, o objetivo deste pilar é saber até que ponto as implementações serão realizadas, isto é, será elaborado um plano para se analisar os resultados do processo de implementação, e a partir desses resultados, para quais áreas será expandido.

O décimo nono é o nível de detalhe, este pilar tem como objetivo saber qual a profundidade que cada projeto buscará atingir.

O vigésimo pilar é a motivação dos colaboradores, este pilar objetiva responder à pergunta, "Como iremos motivar todos até o fim?" Manter o comprometimento e o engajamento para que promovam ações de melhoria, a organização precisa proporcionar motivações que atendam às suas necessidades e interesses.

Nossa pesquisa focou no pilar técnico Workplace Organization (WO), aplicando os três primeiros *Steps* (passos). O objetivo está centrado no melhoramento contínuo para garantir a ergonomia e a segurança do local de trabalho, assegurar a qualidade do produto mediante um processo robusto e melhorar a produtividade.

A aplicação das atividades reativas do pilar WO inicia-se com o step 0, segundo Costa e Figueiredo, 2020. Tem como principal objetivo direcionar qual linha de produção deverá ser trabalhada e qual perda deverá ser priorizada, mediante apresentação das perdas anualizadas em um gráfico de Pareto.

As atividades têm início através do direcionamento do Pilar de desdobramento de custo pela contabilização de perdas anualizadas (matriz C), Figura 2. Esse pilar computa todas as perdas da fábrica correlacionadas com cada possível modo de falha. O Pilar WO seleciona as perdas que impactam diretamente sobre a eficiência e a produtividade no piso de fábrica relacionadas a mão de obra, sendo elas: atividades que não agregam valor, dessaturação e Defeito de qualidade.

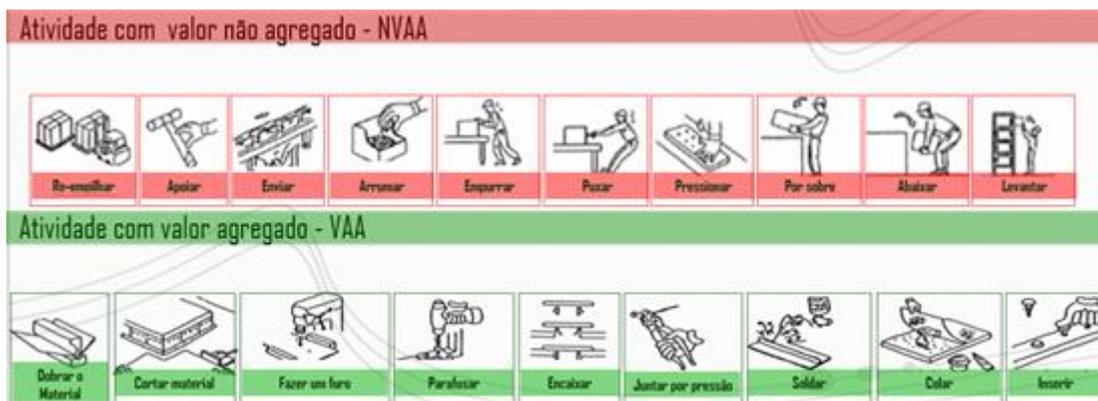
Figura 4 - Planilha MURI - WO

MOVIMENTO NO TRABALHO OPERAÇÃO	APROVEITAMENTO CINTURA		APROVEITAMENTO DE CINTURA		ALINHAMENTO EMBUDO TRABALHO		FERRAS ALINHAMENTO EMBUDO TRABALHO		APROVEITAMENTO DE PULSO		FERRAS PULSO E MÃO		SARNA DE TRABALHO		CAMBIO		MANIPULAÇÃO DE PESO		PLANEJAMENTO		ESTRONGER PESSOAS		Nível de movimento por Level ■ Level 1 ■ Level 2 ■ Level 3	
	0°	90°	0°	90°	0°	90°	0°	90°	0°	90°	0°	90°	0°	90°	0°	90°	0°	90°	0°	90°	0°	90°		
	10°	20°	30°	40°	50°	60°	70°	80°	90°	100°	110°	120°	130°	140°	150°	160°	170°	180°	190°	200°	210°	220°		
Pega a estrutura																								100
Coloca na bancada																								100
Aciona o botão de trava																								100
Pega o leitor																								100
Faz a leitura da etiqueta no headbord																								100
Pega a maquete e os parafusos																								100
Encaixa os parafusos na maquete																								100
Encaixa a maquete na estrutura																								100
Fixação de parafusos																								100
Pega moça, bucha do pivo e a porca do pivo																								100

Figura 5 - MURA - WO



Figura 6 - MUDA - WO



No *step 3* a valorização dos padrões iniciais e balanceamento da linha de produção. O objetivo é definir os padrões iniciais para manter o processo nas condições atingidas nos *steps* anteriores. Prevê a completa padronização não somente das operações que geram valor agregado sobre o produto, mas também de todas atividades auxiliares ligadas a correta gestão das estações de trabalho, dos materiais e das ferramentas, através de Modo operacional e OPL (Lição ponto-aponto) que são ferramentas visuais de descrição das atividades. Um exemplo é a ferramenta YAMAZUMI.

6 METODOLOGIA

A presente pesquisa classifica-se como aplicada conforme sua relevância para a descrição do estudo proposto. Ao aplicar a metodologia WCM, com o foco no pilar de WO em uma linha de fabricação e montagem, teve como objetivo eliminar e/ou reduzir as atividades que não agregam valor ao produto, aumento na qualidade, otimização de mão-de-obra e balanceamento de linha.

Nesta etapa foi mapeado as perdas NVAA da planta na linha de montagem da tampa do fundo porta-malas, utilizando a matriz C do pilar CD (Desdobramentos de Custos) e a que é responsável por mapear toda a planta com objetivo de apontar as maiores perdas e direcionar cada pilar para atacá-la.

Uma vez definida a área no qual o pilar WO irá atacar, a liderança do pilar que é composta por líder e colíder tem a função de definir a equipe que irá trabalhar, identificar seus conhecimentos e habilidades com a utilização do radar *chart* (ferramenta do pilar PD, que mensura o conhecimento e habilidades de cada integrante da equipe), treiná-los nos pontos que ajam gaps, essa é o início do trabalho que tem como objetivo criar um padrão de local de trabalho que garanta: a segurança dos locais, o bem-estar das pessoas, qualidade nas funções executadas e máxima produtividade.

Já no *Gemba* iniciando o *step 1*, foi aplicado o *checklist* de entrada onde foram pontuadas as condições iniciais dos postos de trabalho em relação ao 5S e evidenciada cada não conformidade com um registro fotográfico (foi utilizado para demonstrar o antes e depois do posto de trabalho), esse *checklist* gera uma pontuação que serve de certificação para o próximo passo. Caso o *checklist* não atinja a pontuação mínima de 92 pontos, é feito um jornal Kaizen (plano de ação com PDCA) com todas as não conformidades encontradas, nele são listados kaizens para as não conformidades.

Ainda no *step 1*, foi criado a rota de limpeza e ciclos de limpeza (procedimento que explica passo-a-posso como deve ser feito a limpeza, quais materiais foram utilizados, onde descarta-los e quais os riscos). Após a conclusão das atividades do *step 1*, foi aplicado o *checklist* de saída para consolidação do *step* e partindo para o próximo *step*.

Iniciando o *step 2*, nessa fase do processo de implementação foram feitas a reorganização do processo com o objetivo de melhorar as condições de trabalho, principalmente nas condições ergonômicas (MURI), padronização das atividades do posto (MURA) e reduzir e/ou eliminar as atividades que não agregam valor ao produto (MUDA) para reduzir e/ou eliminar os desperdícios 3Ms (MURI, MURA E MUDA).

É realizado filmagens iniciais das atividades do posto de trabalho e analisadas classificando cada movimento na Tabela ergonômica da ferramenta MURI. Os movimentos são classificados em 3 níveis: vermelho (movimento que requer uma atenção urgente, esse movimento pode causar uma lesão, acidentes e outros riscos que comprometem a integridade física do colaborador), nível amarelo (é um movimento aceitável, mas não tira a responsabilidade de melhorá-lo com kaizens), por fim o nível verde (condição ótima). Assim como no *step 1*, todas as não conformidades devem ser listadas no Jornal Kaizen para que sejam realizados os kaizens necessários.

Para a elaboração de cada Kaizen foi feita uma reunião com o time na busca de encontrar uma solução assertiva para cada problema, para isso são utilizadas ferramentas de análises com 5G, 5W2H, *brainstorming*, diagrama de *ishikawa* e 5 porquês. É de muita relevância que após a análise e kaizens, não reste nenhum movimento classificado como vermelho, caso ainda aja é necessário lista-los novamente e tratá-los com elaboração de um kaizen.

A ferramenta MURA, tem como objetivo identificar as atividades que não estão padronizadas, ou seja, a mesma atividade feita de formas diferentes. Para esse caso foi feito de 15 a 20 cronoanálises de cada atividade e alimentado na planilha que gera o desvio padrão de cada atividade, esse desvio não pode ser maior que 10%. A primeira observação a ser feita é se o tempo das atividades estão dentro do tak-time da linha, logo após, observar qual o melhor método como o menor tempo de execução.

O novo método deverá ser treinado e acompanhado no posto de trabalho como todos os colaboradores envolvidos pois toda mudança gera um desconforto e tende a ser rejeitado. Como a familiaridade do novo método no posto de trabalho, deverá ser feito uma nova avaliação de crono análise entre 15 a 20 amostras para verificar a eficácia da ação.

A ferramenta MUDA é responsável por classificar as atividades em VAA (movimento que agregam valor ao produto) e NVAA (atividades que não agregam valor ao produto), Figura 3. A análise foi realizada baseando-se nas filmagens das atividades e “quebrada” em micro movimentos com o tempo gerado por elas, logo em seguida são classificadas conforme o critério se agregam ou não agregam valor ao produto.

Cada atividade classificada como NVAA, deve ser reduzida e/ou eliminada do processo, cada organização pode definir sua meta de redução de NVAA levando em conta a sua realidade, geralmente as atividades manuais tem uma certa facilidade na redução, diferente dos processos automatizados. Nessa etapa é possível ter uma redução considerável no tempo das atividades com a implementação dos kaizens, deixando as operações mais simples de serem executadas e com tempo otimizado resultando em uma dessaturação do posto de trabalho, ou seja, deixando o posto de trabalho ocioso.

No *step 3*, com as reduções de NVAA do posto de trabalho temos uma ociosidade nas etapas do processo e colaboradores com mais atividades que outro, ou seja, o posto de trabalho está desbalanceado. Para balancear o posto de trabalho foi utilizada a ferramenta YAMAZUMI, consiste em uma planilha onde são alimentadas os tempos de cada atividade dos colaboradores a fim achar uma possibilidade de redistribuir as atividades de forma que fique o mais equilibrado possível, é comum nessa etapa fazer um estudo de novo *layout* para melhor distribuir as atividades para os colaboradores.

Em alguns casos particulares onde as atividades manuais são mais presentes no processo, é possível ter otimização de mão-de-obra e *takt-time* do posto. Essa mão de obra ganha no fim do *step 3* pode ser realocada para outro setor que aja uma necessidade, ou seja, evitando o custo de uma nova contratação para a atividade. A garantia de seguimento de todo o trabalho feito consiste no envolvimento de todos que fazem parte do posto de trabalho, treinamentos na metodologia e novos métodos, e na atualização de todas as documentações de processo (Instrução de trabalho, Parâmetro de processo, OPL, SOP e entre outros) de forma a facilitar o entendimento de todos que venham a consultar.

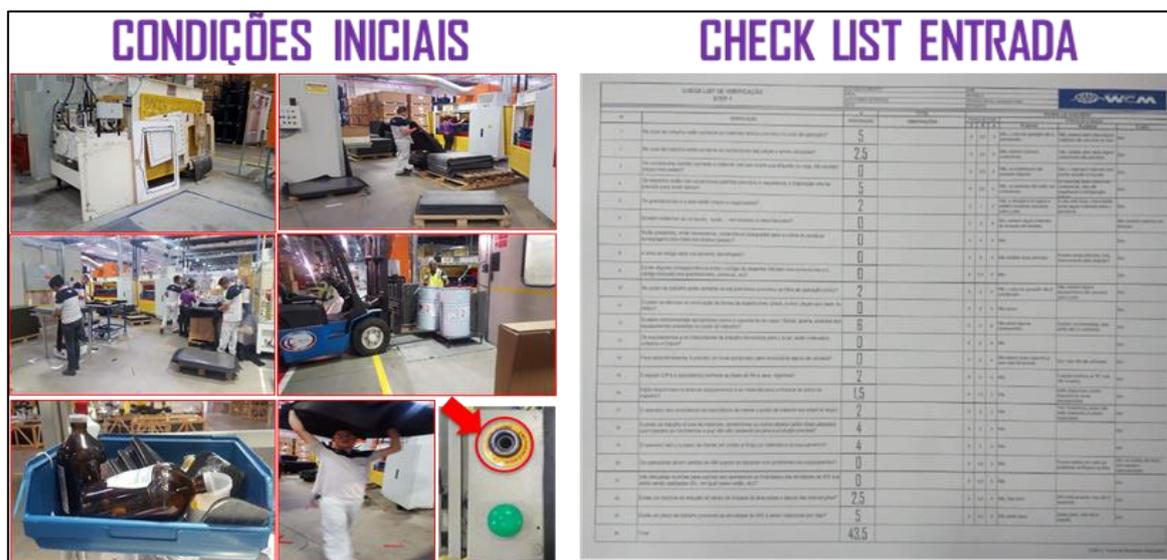
7 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após análises obtidas na aplicação da matriz C do pilar CD, foi evidenciado que as maiores perdas NVAA da planta aconteciam na linha de montagem da tampa do fundo do portas malas.

A partir dos registros dos fotográficos e das filmagens das condições iniciais da linha foi possível observar que a utilização da ferramenta 5's não era bem aplicada. A linha apresentava postos sujos e desorganizados (com objetos pessoais e ferramentas que não faziam parte do processo). Após a aplicação do *checklist* de entrada nos postos de trabalhos foi atingida uma pontuação de 25 pontos (Figura 7).

Foi criado um plano de ações com tratativas para solucionar as não conformidade para atingir o mínimo da pontuação necessária para certificação do *step* 1, que é 92 pontos.

Figura 7- Checklist de entrada



Fonte: os autores.

No *step* 1 também foi feita a limpeza inicial de toda a linha para mapear a origem de sujeiras, criação da rota de limpeza e ciclos de limpeza com o objetivo de sempre reduzir esse tempo com criação de kaizens.

Nesse primeiro ciclo de atividades foi criada a rota de limpeza da linha que cobriam 4 postos de trabalho, com 9 ciclos de limpeza e 8 fontes de sujeiras controladas, após criação de kaizens para as fontes de sujeiras obteve-se um resultado significativo redução de 8 fontes controladas para apenas uma fonte

controlada e 7 contidas, ou seja, não caem mais no chão, essa redução foi em torno de 78% no tempo de limpeza de toda a linha e assim foi atingindo os 94 pontos no *checklist* de saída.

A linha de produção da tampa do fundo do porta malas tinha vários problemas de MURI, MURA e MUDA, sendo necessário a aplicação do *step 2* do pilar WO para solucionar os postos ligados a ergonomia e bem estar do colaborador, reduzir e/ou eliminar atividades que não agregassem valor ao produto padronizando as atividades para potencializar a qualidade e aumentar a produtividade das operações.

Foram realizadas as filmagens das operações para as análises de MURI, após as análises foi verificado alguns movimentos críticos classificados como movimento vermelho na planilha de MURI (Figura 8), esses movimentos são responsáveis pela fadiga e as possíveis lesões dos colaboradores diminuindo sua produtividade com o passar do tempo.

Figura 8 - Planilha MURI - antes

MOVIMENTO NO TRABALHO	ÂNGULO DE FLEXÃO DA CINTURA		ÂNGULO DE ROTAÇÃO DE CINTURA		ALTURA DO BRAÇO DE TRABALHO		FLEXÃO E ALCONGAMENTO DO ÂNGULO DO OJELHO		ÂNGULO DE ROTAÇÃO DE PULSO		PEGAR PEÇAS E MATERIAS		GAMA DE TRABALHO		CAMINHAR		TRANSPORTE DE PESOS		FLEXÃO DE FUNHO		EXTENSÃO DE PESCOÇO		Nível dos movimentos por Level
	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	
OPERAÇÃO: ecopilagem																							
apertar o batão			1		1				1					1						1			1
caminhar até o carpet					1				1				1						1				1
pegar o carpet	1										1												
enrolar o carpet	1										1									10			
girar o carpet		1									1												
caminhar até o bypreg			1								1												
pegar o bypreg	1										1												
levar bypreg para o robô			1			1					1												
dispor bypreg na mesa do robô		1									1												
apertar botão do robô		1			1						1		1										
caminhar até a prensa			1								1												
pegar peça da prensa			1		1	1	1				1												
caminhar até o pálete			1								1												
dispor peça no pálete	2										1												
caminhar até o robô			1								1												
pegar bypreg no robô			1								1												
caminhar até a prensa			1								1												
dispôr bypreg na prensa			1								1												
caminhar até o carpet			1								1												
pegar o carpet	1				1						1												
caminhar até a prensa			1								1												
dispor o carpet na prensa			1								1												
apertar o botão			1								1												
Operação																							
Quantidade de movimento por Level																							

Fonte: os autores

Com a identificação dos movimentos críticos do MURI, foi necessário elaborar projetos utilizando os kaizens para atacar esses movimentos, sempre trabalhando por prioridade e atacando primeiro os movimentos classificados como vermelho e na sequência tentar atacar os movimentos classificados como amarelo. Com a implantação dos kaizens foi possível eliminar todos os 34 movimentos críticos classificados em vermelho e uma redução de 28 movimentos classificados em amarelo, ressaltamos que os movimentos amarelos são movimentos “neutros”, ou seja, não é um problema e nem uma vantagem por esse critério é comum verificar movimentos classificados como amarelos na análise final após implementações dos projetos (Figura 9 e 10).

Figura 9 - Eliminação de movimentos críticos



Fonte: os autores

Figura 10 - Planilha MURI - depois

MOVIMENTO NO TRABALHO OPERAÇÃO: 4PDT_01 ACOPLAGEM 521 (DEPOIS)	ÂNGULO DE FLEXÃO DA CINTURA			ÂNGULO DE ROTAÇÃO DE CINTURA			ALTURA DO BRAÇO DE TRABALHO			FLEXÃO E ALCANCE DO ÂNGULO DO JOELHO			ÂNGULO DE ROTAÇÃO DE PULSO			PEGAR PEÇAS E MATERIAIS			GAMA DE TRABALHO			CAMINHAR			TRANSPORTE DE PESOS			FLEXÃO DE PUNHO			EXTENSÃO DE PESCOÇO			Nível dos movimentos por Level <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> ■ Level 1</div> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> ■ Level 2</div> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> ■ Level 3</div>		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3			
	maior de 30°	15° - 30°	0° - 15°	maior de 45°	15° - 45°	0° - 15°	superior aos ombros	Na altura dos ombros	na altura da cintura	maior que 60°	30° - 60°	0° - 30°	maior que 180°	90° - 180°	0° - 90°	Difficil de separar e necessario prestar atenção para o objeto em relação a altura	Facil de pegar, sign. maior de lugar	maior que 90°	45° - 90°	0° - 45°	mais que 10 passos	5 a 9 passos	4 a 0 passos	maior que 5 kg	3 a 5 kg	3 a 0 kg	não neutro	próximo ao neutro	neutro	maior que 40°	20 a 40°	0 a 20°				
pressionar o botão da prensa			1			1			1			1			1			1			1			1			1			1			1	21		
caminhar até o bypreg			1			1			1			1			1			1			1			1			1			1			1	10		
pegar o bypreg no gravitacional			1			1			2			2			1			1			1			1			1			1			1	11		
levar o bypreg para mesa do robô			1			1			1			1			1			1			1			1			1			1			1	10		
dispôr bypreg na mesa robô			1			1			2			2			1			1			1			1			1			1			1	16		
pressionar botão do robô			1			1			1			1			1			1			1			1			1			1			1	11		
caminhar até o carpet			1			1			1			1			1			1			1			1			1			1			1	10		
enrolar o carpet			1			1			1			1			6			1			1			1			5			1			1	11		
caminhar até a prensa			1			1			1			1			1			1			1			1			1			1			1	10		
pegar peça da prensa			1			1			1			1			1			1			1			1			1			1			1	10		
caminhar até a mesa de rebarba			1			1			1			1			1			1			1			1			1			1			1	10		
dispôr peça na mesa de rebarba			1			1			1			1			1			1			1			1			1			1			1	11		
camihar até a mesa do robô			1			1			1			1			1			1			1			1			1			1			1	10		
pegar bypreg no robô			1			1			1			1			1			1			1			1			1			1			1	10		
levar bypreg até a prensa			1			1			1			1			1			1			1			1			1			1			1	0		
dispôr bypreg na prensa			1			1			2			2			1			1			1			1			1			1			1	0		
caminhar até o carpet			1			1			1			1			1			1			1			1			1			1			1	0		
pegar o carpet			1			1			1			1			1			1			1			1			1			1			1	0		
levar o carpet até a prensa			1			1			1			1			1			1			1			1			1			1			1	0		
dispôr carpet na prensa			1			1			3			3			1			1			1			1			1			1			1	0		
pressionar o botão da prensa			1			1			1			1			1			1			1			1			1			1			1	0		
Operação	0	0	0	0	0	0	5	18	0	0	0	21	0	0	21	4	19	0	6	15	0	0	0	21	1	21	0	1	21	0	0	21	0	0	21	
Quantidade de movimento por Level																																				

Fonte: os autores

A análise MURA tem como finalidade verificar o desvio padrão das atividades, essas atividades são realizadas por colaboradores diferentes e/ou um mesmo colaborador que faça atividades diferentes. É realizado uma média de 18 cronoanálise para verificar se o desvio padrão está acima de 10% (em torno de 11,7%), para esses casos fez-se necessário uma padronização das atividades buscando o método mais eficiente para treinar os colaboradores na nova operação. A linha de montagem da tampa do fundo do porta malas tinha suas atividades com o desvio padrão acima de 10% (Figura 11), após a aplicação do método escolhido foi realizado um treinamento no novo método para a obtenção de um desvio padrão menor que 10%. Na Figura 12 podemos observar que esse desvio padrão foi reduzido para 8,4%.

Figura 11 - MURA - antes

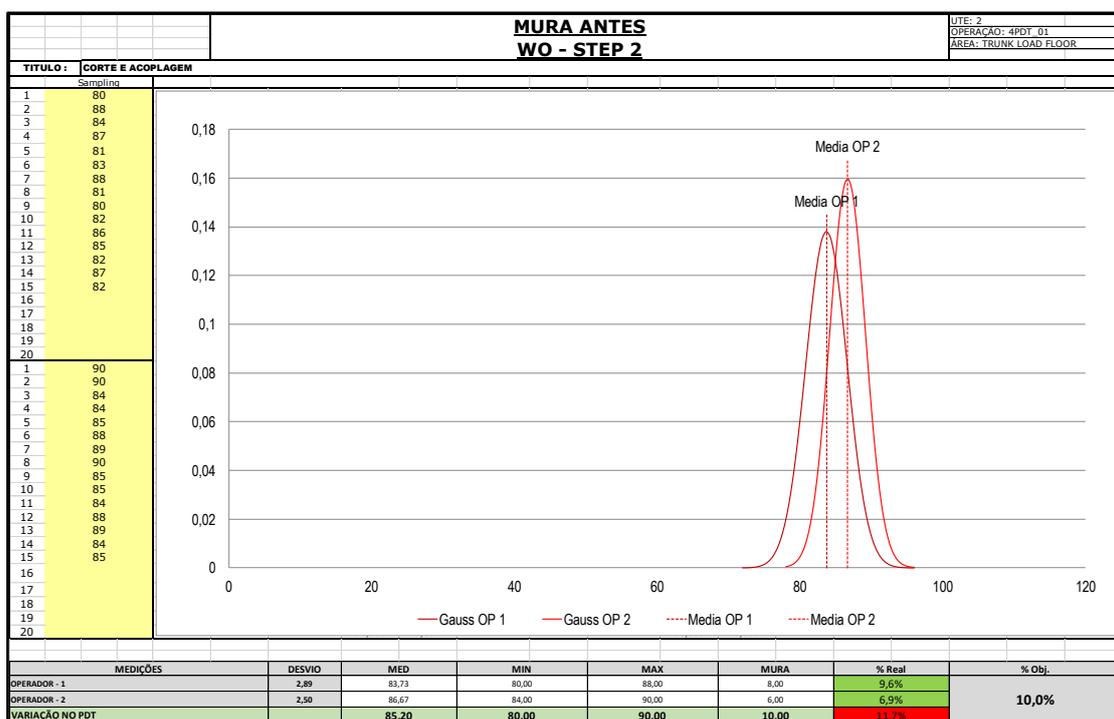
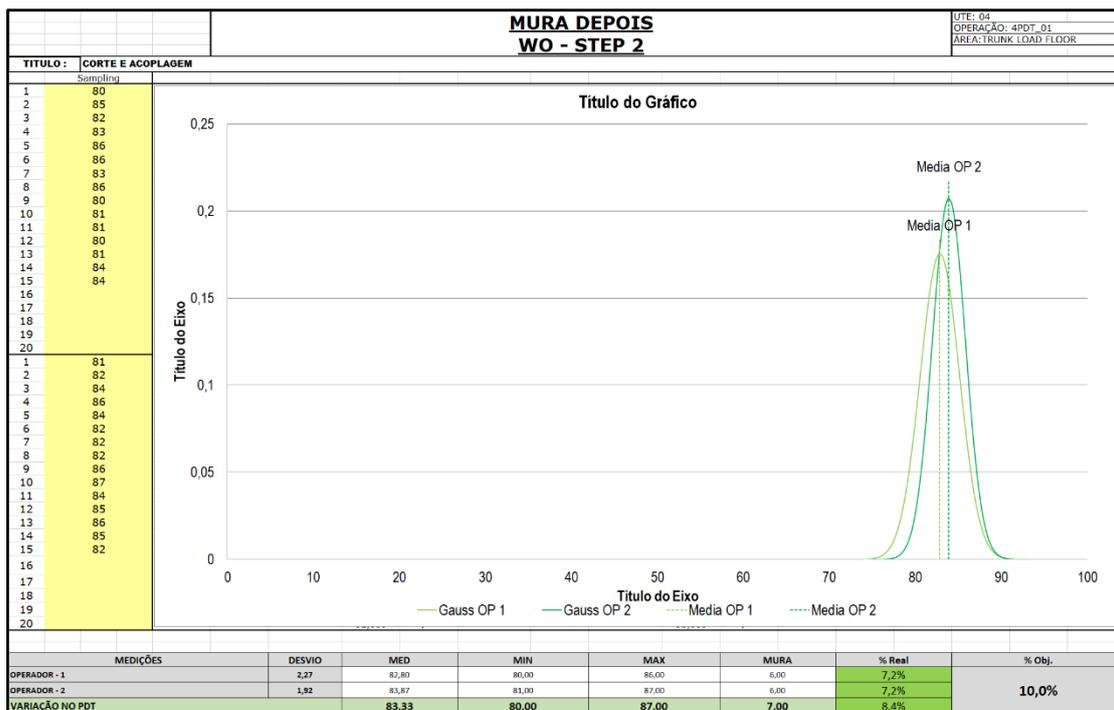
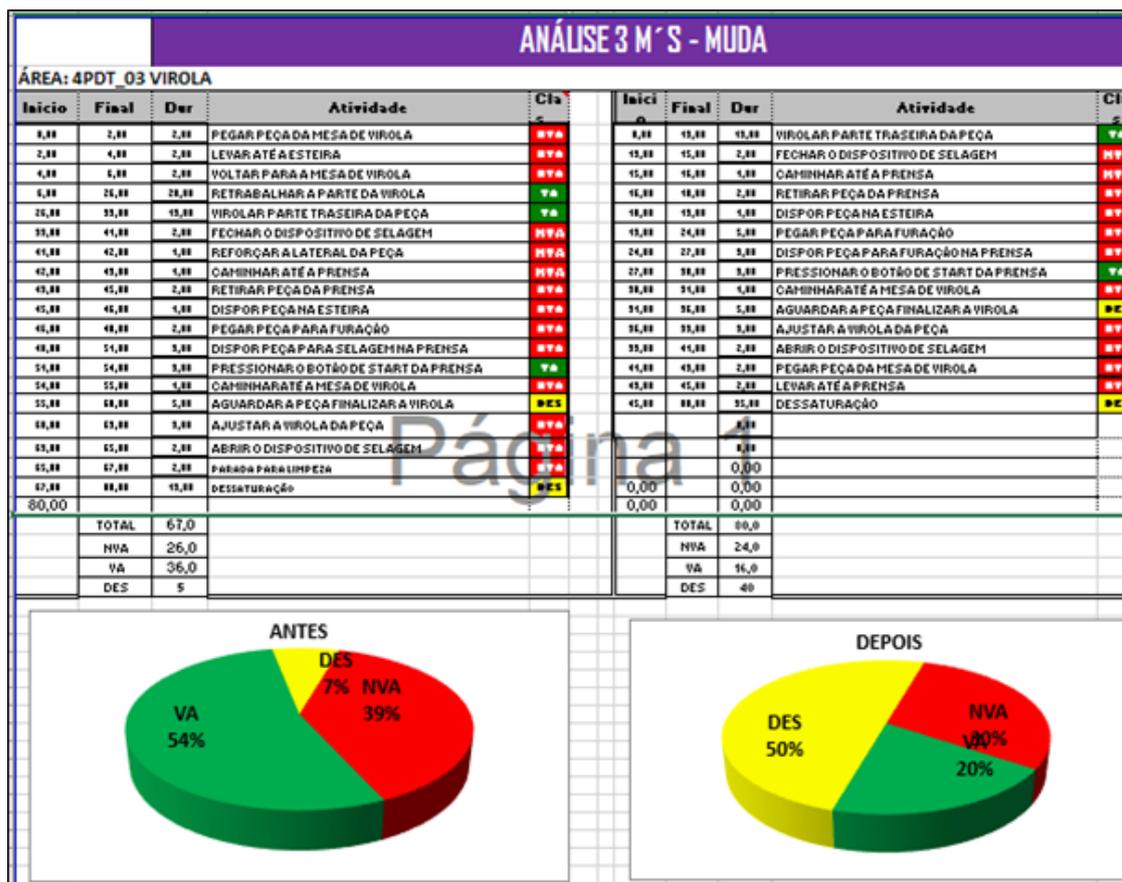


Figura 12 - MURA depois



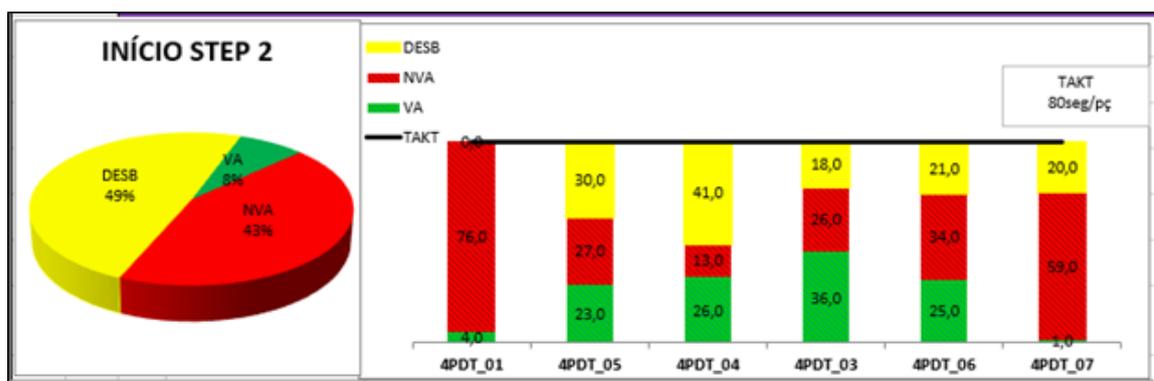
Após a padronização das operações podemos realizar as análises de MUDA (Figura 13), que por sua vez tem como objetivo estratificar as operações em micro operações para classificá-las em atividades que agregam valor (VAA) e em atividades que não agregam valor (NVAA). A linha de montagem da tampa do fundo do porta malas era operada com 6 colaboradores envolvidos desde o início da fabricação até o produto final acabado, o *tack time* da linha era de 80. Para essa linha a organização tinha como meta uma redução de 50% das atividades que não agregam valor (NVAA).

Figura 13 - Planilha de análise - MUDA



Após as filmagens de todas as operações e a estratificação das operações em micro operações com suas respectivas durações para classificá-las em VAA e NVAA. Obteve-se uma representação de 8% de atividades que agregam valor (VAA), 43% de atividades que não agregam valor (NVAA) e 49% de desbalanceamento (Figura 14).

Figura 14 - Classificação das atividades - MUDA



Para atingir a meta de redução proposto pela organização foi necessário criar projetos utilizando o kaizen para atacar as atividades classificadas como NVAA para obter uma maior produtividade.

Após a aplicação do projeto kaizen nas atividades que não agregavam valor, foi observado uma maior redução na atividade do corte do tecido. Uma operação de retrabalho realizada manualmente por deficiência do corte feito pela máquina (Figuras 15 e 16).

Figura 15 - PDCA - Projeto do corte do tecido - NVAA

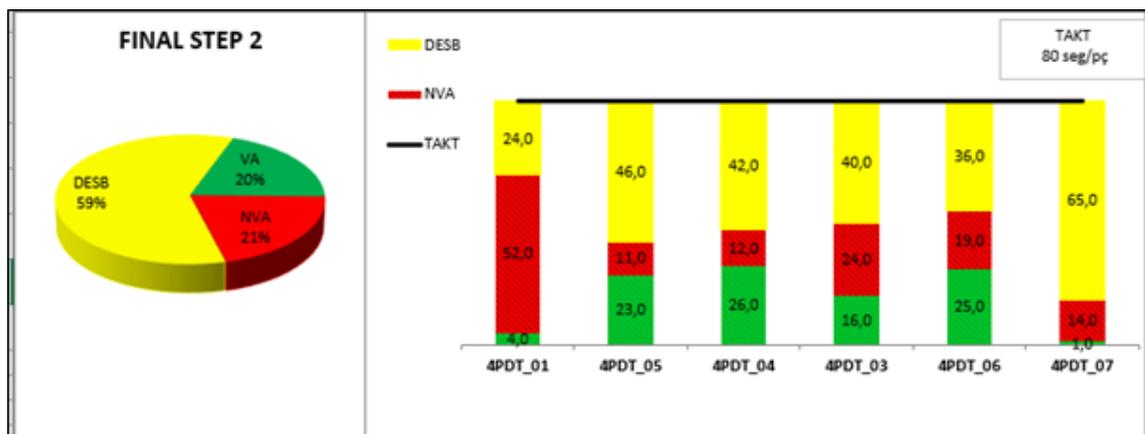


Figura 16 - PDCA - Projeto do corte do tecido - NVAA



No final do *step 2* foi possível atingir um resultado bem significativo, superando a meta estabelecida pela organização. Foi atingido uma marca de 57,8% na redução das atividades que não agregam valor (NVAA), 59% de desbalanceamento e uma redução do *take time* saindo de 80 segundos para 72 segundos (Figura 17).

Figura 17 - Resultado final - MUDA

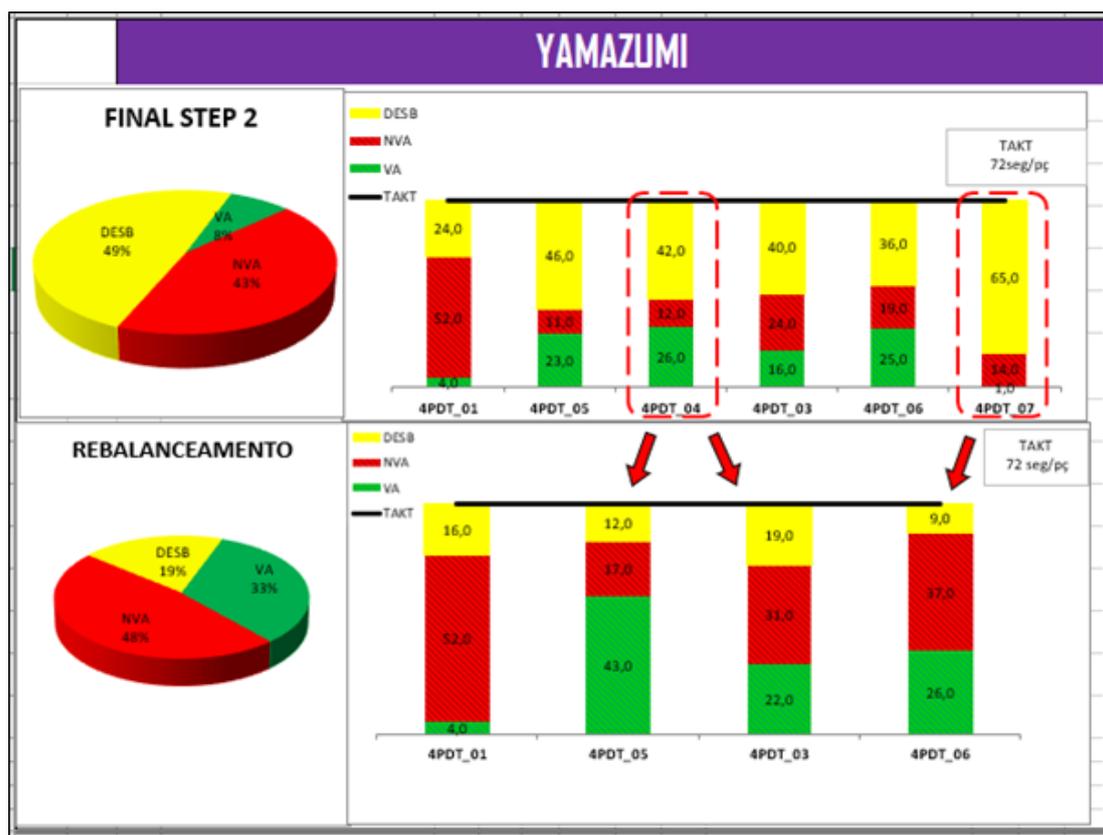


Com a finalização do *step 2* é evidente o alto nível de desbalanceamento da linha em não seguir um fluxo contínuo, ou seja, existe várias esperas durante a operação. A ferramenta YAMAZUMI é crucial para realizar o balanceamento da linha dentro do WCM, nessa etapa é feita a distribuição de atividades nivelando os tempos de cada operação, em muitos casos é necessário reorganizar o *layout* para que a

combinação de atividades atinja o nível de eficiência desejado (que não foi o caso da linha em estudo).

Durante a análise dos tempos e operações foi possível concluir que uma distribuição bem elaborada das atividades houve uma redução de 2 colaboradores que eram responsáveis pela realização dos retrabalhos (Figura 18), uma vez que foi resolvido os retrabalhos com as reduções de atividades que não agregam valor (NVAA).

Figura 18- Rebalanceamento da linha - YAMAZUMI



Com a finalização do *step 3* do pilar WO na linha de montagem da tampa do fundo do porta mala foi possível entregar um resultado satisfatório para a organização, saindo de um cenário com diversos problemas de não conformidades e de uma baixa produtividade, para um cenário com operações em fluxo único, padronizadas, compacta e com todas as operações balanceadas.

Os nossos resultados estão de acordo com os autores Costa e Figueiredo, 2020 e Luabe et al, 2015 que também demonstraram em seus trabalhos a eficiência da aplicação das ferramentas utilizadas nesta pesquisa na redução de atividades que

não agregam valor e nas melhorias nos postos de trabalho na produção da tampa do fundo do porta-malas, para obtenção de uma maior produtividade e redução de custos no processo de produção.

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir dos resultados obtidos com aplicação da metodologia WCM (pilar WO) podemos concluir que foi possível uma redução no tempo de limpeza para 78%, atingindo no checklist de saída 94 pontos. Todos os movimentos críticos classificados em vermelho foram eliminados do MURI e os movimentos amarelos foram reduzidos. O desvio padrão das atividades com o Mura foi reduzindo para 8,4% e houve uma redução de 57,8% do NVAA com a aplicação do MUDA.

A aplicação das ferramentas utilizadas nesta pesquisa reduziu as não conformidades identificadas, reduzindo as atividades que não agregam valor, melhorias nos postos de trabalho na produção da tampa do fundo do porta-malas, para obtenção de uma maior produtividade e redução de custos no processo de produção.

9 REFERÊNCIAS

CLÁUDIO FILIPE LIMA RAPÔSO; LOURENÇO DA SILVA. Gestão da qualidade e da produção: integração de técnicas avançadas e suas aplicabilidades na indústria moderna. REVISTA CIENTÍFICA DO INSTITUTO IDEIA – ISSN 2525-5975 / RJ / Revista nº 2 - ANO 6. 2017.

DANIEL A. GLASER-SEGURA; JURANDIR PEINADO; ALEXANDRE REIS GRAEML. Fatores influenciadores do sucesso da adoção da produção enxuta: uma análise da indústria de três países de economia emergente. R. Adm., São Paulo, v.46, n.4, p.423-436, out./nov./dez. 2011.

EBRAHIMI, M; BABOLI, A; ROTHER, E. The evolution of world class manufacturing toward Industry 4.0: A case study in the automotive industry. IFAC Papers online 52-10 (188-194). 2019.

GABRIEL ROSSETTI. Conheça os pilares técnicos do WCM para eliminar desperdícios nas empresas. Disponível em: <<https://www.voitto.com.br/blog/artigo/pilares-tecnicos-do-wcm>>. Acessado em: 27/10/2022.

GABRIEL ROSSETTI. Descubra os pilares gerenciais do WCM para impulsionar os ganhos das empresas. Disponível em: < <https://www.voitto.com.br/blog/artigo/pilares-gerenciais-do-wcm>>. Acessado em: 27/10/22.

LAÍS MARTINS CORREIA DA COSTA; JOSÉ FERNANDO DAGNONE FIGUEIREDO. Aumento da produtividade através da aplicação da metodologia World Class Manufacturing (WCM) com foco no pilar Workplace Organization (WO) em uma linha de montagem do setor automotivo de Pernambuco. Trabalho de conclusão de curso, Universidade Rural de Pernambuco. Recife 16 páginas. 2020.

LAUBE, LUIZ FERNANDO TREGA; DUARTE, MATEUS SOUZA; CAFÉ, RAFAEL AUGUSTO BERTOLDO SILVA; COSTA, JOCILENE FERREIDA DA. Aplicação da Metodologia World Class Manufacturing (WCM) com foco no pilar Workplace

Organization (WO) em um posto de montagem. *IN: VII Simpósio de Engenharia de Produção de Sergipe. 2015, Anais eletrônicos. São Cristóvão: DEPRO/UFS, 2015, p. 921-933. Disponível em: <<http://simprod.ufs.br/pagina/18182>>. Acessado em: 28/10/2022.*

LOUISIE UHRIGSHARDT MILANI; DENIS RENATO DE OLIVEIRA. Princípios de produção enxuta: um estudo bibliográfico e empírico sobre as contribuições e limitações de sua implantação nas organizações. VII SEGeT - Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia - 2010.