

CENTRO UNIVERSITÁRIO BRASILEIRO - UNIBRACURSO DE GRADUAÇÃO
TECNOLÓGICA EM PROCESSOS GERENCIAIS

ANDRYWS ARAÚJO WANDERLEY PAES BARRETO
WALTER GABRIEL VALENÇA DA SILVA

**O WORLD CLASS MANUFACTURING (WCM) COMO FERRAMENTA DE
OTIMIZAÇÃO DO PROCESSO PRODUTIVO EM UMA FÁBRICA AUTOMOTIVA**

RECIFE/2022

ANDRYWS ARAÚJO WANDERLEY PAES BARRETO
WALTER GABRIEL VALENÇA DA SILVA

**O WORLD CLASS MANUFACTURING (WCM) COMO FERRAMENTA DE
OTIMIZAÇÃO DO PROCESSO PRODUTIVO EM UMA FÁBRICA AUTOMOTIVA**

Artigo apresentado ao Centro Universitário Brasileiro – UNIBRA,
como requisito parcial para obtenção do título de tecnólogo em
Processos Gerenciais.

Professora Orientadora:

RECIFE/2022

Ficha catalográfica elaborada pela
bibliotecária: Dayane Apolinário, CRB4- 2338/ O.

B273w Barreto, Andryws Araújo Wanderley Paes.
O World Class Manufacturing (WCM) como ferramenta de otimização do processo produtivo em uma fábrica automotiva/ Andryws Araújo Wanderley Paes Barreto; Walter Gabriel Valença da Silva. - Recife: O Autor, 2022.
26 p.

Orientador(a): Esp. Diego Leonel Alves de Sá.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Centro Universitário Brasileiro - UNIBRA. Tecnólogo em Processos Gerenciais, 2022.

Inclui Referências.

1. World Class Manufacturing (WCM). 2. Linha Produtiva. 3. Controle de Qualidade. 4. Perda Produtiva. 5. Fábrica Automotiva. I. Silva, Walter Gabriel Valença da. II. Centro Universitário Brasileiro. - UNIBRA. III. Título.

CDU: 658

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	6
2 DELINEAMENTO METODOLÓGICO	8
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	9
3.1 <i>Contexto Histórico do Wcm</i>	9
3.2 <i>Kaizen.....</i>	9
3.3 <i>WCM – CONCEITOS BÁSICOS.....</i>	11
3.4 – <i>O Controle de Qualidade</i>	13
3.5 – <i>O Controle de Qualidade no Setor Automotivo Industrial</i>	17
4. APLICAÇÃO DA METODOLOGIA WCM NO SETOR DE MONTAGEM DE SUSPENSÃO POSTERIOR EM UMA FÁBRICA AUTOMOTIVA	17
4.1 <i>O Setor</i>	18
4.2 <i>Controle no Setor de Montagem De Suspensão Posterior numa Fábrica automotiva</i>	18
4.3 <i>Aplicação da Metodologia World Class Manufactured (WCM).....</i>	19
4.4 <i>Diagnóstico do Processo de Montagem.....</i>	19
4.5 <i>Os 8 Passos do Pilar Wo – Organização do Local de Trabalho</i>	22
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	31
REFERÊNCIAS.....	32

O WCM COMO FERRAMENTA DE OTIMIZAÇÃO DO PROCESSO PRODUTIVO NO SETOR DE MONTAGEM DE SUSPENSÃO POSTERIOR EM UMA FÁBRICA AUTOMOTIVA

Andryws Araújo Wanderley Paes BarretoWalter

Gabriel Valença da Silva

Prof. ¹

RESUMO: No contexto produtivo de uma fábrica, existe, entre diversos problemas, a perda produtiva, que além de impor maiores gastos na produção de determinado item, ainda compromete o cumprimento de metas em tempo hábil, gerando múltiplas lesões nos resultados pretendidos. No caso estudado, foi executada uma pesquisa bibliográfica sobre um ambiente Fabril de um polo Automotivo, verificando a sistemática das etapas produtivas e analisando seu desempenho sem um modelo de qualidade. Obviamente, os setores de produção e montagem de peças está diretamente ligada à sua produção diária. Se existem perdas produtivas, os custos se elevam e o prazo se aperta. A dilatação de tempo não é um fator possível, pois compromete a produção diária da fábrica inteira, logo, é essencial para que a fábrica atinga sua produção diária e atenda à sua demanda.

A pesquisa teve como intenção aplicar o World Class Manufacturing (WCM) no processo produtivo de montagem de suspensão em uma fábrica automotiva, com o objetivo de reduzir as perdas de produção e, assim, obter resultados melhores e mais concisos no menor tempo possível.

Foi desenvolvida uma revisão bibliográfica sobre a metodologia e o controle de qualidade, em seguida, foram elencadas as principais dificuldades de fluxo na linha produtiva que geravam a perda de cerca de 50% na produção, o que representa percentual elevadíssimo de perda, e aplicadas as ferramentas de melhoria presentes no World Class Manufacturing (WCM). Com a implantação do World Class Manufacturing (WCM), foi possível observar como resultado uma redução considerável desta perda produtiva e, conseqüentemente, uma otimização dos resultados produtivos.

Palavras-chave: World Class Manufacturing (WCM). Linha Produtiva. Controle de Qualidade. Perda Produtiva. FábricaAutomotiva.

1 INTRODUÇÃO

As perdas em termos de produção, seja elas relativas a insumos, seja relativa a tempo de produção, representam um problema comum nesse segmento econômico. Como os setores de produção e montagem possuem um grau de complexidade alto, pluralidade de peças e um padrão de qualidade a ser seguido, o monitoramento da produção e do emprego adequado destes insumos se torna uma tarefa difícil. Conseqüentemente, estes setores acabam tendo perdas de produção, que vão de perdas pequenas a severas.

O campo analisado traz em seu setor de montagem de suspensões posteriores uma perda significativa, com uma representação de cerca de 50% de perda produtiva, salientando que, considerando que a fábrica produz 1.000 (mil) carros por dia, e que cada carro possui 4 (quatro) suspensões, este setor possui uma meta produtiva diária de pelo menos 4.000 (quatro mil) itens montados e aprovados. Nesse contexto, uma perda produtiva representa, além de maiores custos com a produção, maior tempo empregado, comprometendo o resultado não apenas do setor, mas de toda a fábrica, assim como o cumprimento de sua demanda de mercado.

A implementação de meios de resolução de problemas e otimização de resultados devem ser ações continuadas, com vistas a proporcionar ao consumidor final um aumento no quesito qualidade e, ao mesmo tempo, uma redução nos custos de produção, o que irá refletir diretamente tanto na qualidade que já foi citada, quanto no preço que se chega ao consumidor (PIZZI, 2015).

Existem, para se atingir esses meios de resolução de problemas e de otimização de resultados, diversas técnicas e métodos de qualidade. Dentre elas, a metodologia World Class Manufacturing (WCM), constituída de 10 pilares, o onde o pilar Controle de qualidade elimina operações de inspeção em produtos acabados, produzindo somente peças que atendam as especificações e otimiza tanto o uso dos recursos quanto do espaço destinado à linha de produção (YAMASHINA, 2000; HOEM; LODGAARD, 2016; COETZEE, 2016).

Essa metodologia em particular tem ganhado espaço, principalmente no ramo automobilístico, dada a sua origem. Aplicando essa metodologia, a empresa se posiciona como uma das melhores fabricantes do mundo, obtendo as melhores práticas de manufatura (PADDOCK, 1993).

No auge da crise mundial no ano de 2008, empresas automobilísticas como a FIAT e a Chrysler começaram a utilizar uma nova abordagem na gestão de suas fábricas para manter seus negócios rentáveis. Através de mudanças da metodologia de

produção, a Chrysler no ano de 2010 previa redução de 8% dos custos operacionais. A FIAT em 2014 no Brasil ostentou o título de produzir o carro mais barato do Brasil.

Essa metodologia é assim definida pela FIAT (2015): O World Class Manufacturing (WCM) é o sistema de produção adotado globalmente pelo grupo Fiat Chrysler, baseado nos melhores e mais avançados conceitos de manufatura.

O World Class Manufacturing (WCM) surgiu em 2006 através da cooperação de especialistas mundiais em Lean Manufacturing e é baseado em 20 pilares, sendo 10 técnicos e 10 gerenciais.

A metodologia do World Class Manufacturing (WCM) é um conjunto de diferentes processos de produção e estratégias organizacionais, envolvendo todos os colaboradores para o cumprimento das melhores práticas de fabricação (DE FELICE, 2015).

O objetivo é melhorar, de maneira contínua, o desempenho da produção, por meio das ferramentas 5G, 5S, 5W1H, 5 Por Quês e Brainstorming, visando uma progressiva eliminação de resíduos e otimização de espaço e recursos, de modo a poder assegurar a qualidade do produto e maior flexibilidade na resposta às solicitações dos clientes, assim como reduzir o tempo de produção e as perdas produtivas por meio do envolvimento e motivação das pessoas que trabalham na empresa (FELICE; PETRILLO, 2015).

O sistema visa melhorar o modo de produzir para alcançar os padrões de excelência e abrange todos os principais sistemas técnicos de produção: organização do posto de trabalho, sistema de manutenção, sistema logístico e sistema de qualidade. O objetivo é combater perdas, desperdícios e eliminá-los, tendo a segurança como item imprescindível e transversal a todas as atividades.

Diversas empresas têm adotado essa metodologia a fim de alcançarem os resultados já demonstrados pelas já experientes veteranas no World Class Manufacturing (WCM).

Com base nisso, pretende-se desenvolver ao logo deste trabalho, a discussão sobre o modelo World Class Manufacturing (WCM) e a sua aplicação, usadas na gestão da qualidade, para eliminar os excessos de recursos utilizados na produção e otimizar o espaço físico da linha produtiva no processo de produção de amortecedores automotivos em uma fábrica.

2 DELINEAMENTO METODOLÓGICO

No presente trabalho, aplicou-se o método de pesquisa bibliográfica, caracterizado pela união das concepções de pesquisa e de aplicação prática, ou seja, com a realização de diagnósticos, com a identificação de problemas e com o planejamento e implementação de soluções (MELLO, 2015).

Deste modo, foi definido o objeto de estudo, o setor de montagem de suspensão posterior de uma fábrica automotiva. Após isso, foram coletados dados deste setor através de relatórios de melhoria setorial Workplace Organization do Grupo FCA 2015 e informações acerca das principais perdas no processo de fabricação de amortecedores, ocorridas no segundo semestre de 2020 através de relatórios de produção, planilhas de custos e tempo de conclusão das metas diárias.

A partir desses dados coletados, foi feita uma análise qualitativa do setor de produção, nos quesitos abordados na metodologia WCM com o objetivo de eliminar as perdas produtivas decorrentes de erros no processo produtivo, o que também demandava um maior uso nos recursos materiais de produção, além de entregar um resultado inferior ao esperado. A resolução do problema foi elaborada através dos seguintes passos:

Tabela 1 – passos para a resolução do problema

Passo 1	identificação dos problemas na pista de produção, do mais relevante aomenos relevante
Passo 2	após a identificação dos problemas em ordem prioritária, foi pensadouma solução para cada um deles
Passo 3	aplicação do método WCM para uma resolução efetiva destes problemas
Passo 4	Verificação dos resultados através de relatórios produzidos.

Fonte: Workplace Organization Fiat Chrysler Automotives

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Contexto Histórico do Wcm

Em meados da década de 50, no Japão, desenvolvia-se, na fábrica da Toyota, o que seria um dos sistemas de produção que iria revolucionar todo o mundo, modificando o contexto produtivo das fábricas e também da indústria em termos gerais. Idealizado por Taiichi Ohno (1997), fundador e segundo presidente da Toyota Motor Corporation, o Sistema de Produção Toyota – TPS (do inglês Toyota Production System) – trouxe em sua filosofia a ideia de “eliminação completa de todos os desperdícios” (FELICE; PETRILLO, 2015).

Para suportar essa metodologia algumas ferramentas/sistemas foram criadas, dentre as quais, a Just-in-Time, que significa “momento certo”, é um sistema com objetivo de produzir a quantidade exata de um produto, de acordo com a demanda, de forma rápida e sem a necessidade da formação de estoques, fazendo com que o produto chegue a seu destino no tempo certo, por isso carrega o nome de Just in Time e a Kanban, que é uma palavra japonesa que significa cartões ou sinal, é conhecido como um método organizacional e de gestão visual que basicamente controla as tarefas de uma equipe e pode ser adaptado para cada necessidade. A ideia inicial era usar cartões coloridos como os post-its em um quadro para gerenciar um estoque. Essa ideia se estendeu para as linhas de produção, e hoje em é usada para fazer gestão de projetos e de produtividade.

3.2 Kaizen

Kaizen é uma palavra de origem japonesa que compreende dois ideogramas: Kai, que representa mudança, e o Zen, virtude ou bondade. Contextualizando, Kaizen significa mudança para melhor e é uma ferramenta utilizada para a melhoria contínua.

O Kaizen surgiu no Japão após a Segunda Guerra Mundial (década de 50), de origem industrial. Após o fim de uma era conflituosa, o país se viu devastado e o governo deu início a diversos projetos nas áreas de gestão e administração, para que fosse possível se reestruturar os processos industriais e as empresas japonesas pudessem assim voltar a ser competitivas globalmente (CAMARGO, Renata de Freitas, 2017).

A partir daí, os estudos voltados a projetos focados em qualidade começaram a surgir, originando o Método Kaizen de melhoria contínua, hoje utilizado pelo mundo inteiro.

A metodologia tem como fundamento questões socioculturais do oriente, que entende que todos os indivíduos em uma empresa devem estar comprometidos com redução de custos, redução de desperdício e aumento de produtividade.

Portanto, Kaizen é uma ferramenta de Lean Manufacturing (Manufatura Enxuta, o que nos faz lembrar de Orçamento Enxuto) que melhora tanto a qualidade quanto a produtividade, a segurança e a cultura no local de trabalho. De acordo com a metodologia, a aplicação de pequenas mudanças diárias resulta em grandes melhorias ao longo do tempo (CAMARGO, Renata de Freitas, 2017).

O método Kaizen tem uma particularidade, pois para que realmente funcione todos os colaboradores - do CEO aos funcionários do chão de fábrica - fazem parte do processo de aplicação.

No pensamento de Giffhorn (2013) uma filosofia de vida oriental, o Kaizen, que busca o aperfeiçoamento diário, foi transportado para o ambiente fabril dando força para atingir os “zeros” sonhados pelo fundador da Toyota. Neste período, o método Kaizen, hoje tão difundido no ambiente empresarial, dava seus primeiros passos.



Nos anos 80, com o método TPS alcançando reconhecimento internacional, graças aos resultados obtidos, as empresas automobilísticas norte-americanas começam a trazer os consultores da Toyota para ministrar esse novo modelo de gestão nos Estados Unidos. Um dos de maior destaque é o Dr. Shingeo Shingo, primeiro a traduzir do inglês os conceitos do modelo Toyota em seu livro “A Study of the Toyota Production System” em 1981 (FELICE; PETRILLO, 2015).

No ano de 1986 foi lançado o livro World Class Manufacturing: The Lessons of Simplicity Applied de Richard J. Schonberg, que reunia toda a literatura disponível,

analisou seus impactos e as transmitiu em uma linguagem simples, dando exemplos concretos em empresas norte-americanas, mostrando os resultados satisfatórios que poderiam ocorrer independentemente de serem executados os métodos no Japão ou fora dele.

3.3 World Class Manufacturing (WCM) – Conceitos Básicos

O World Class Manufacturing (WCM) é um programa de excelência operacional que possui em sua base 20 pilares, 10 deles, técnicos e os outros 10, gerenciais. Atualmente, o método é considerado a mais importante ferramenta de qualidade em termos de produção (PALUCHA, 2012).

Pilares Técnicos do World Class Manufacturing:

- segurança, com a criação de um ambiente seguro que reduz riscos de acidentes;
- distribuição de custos, a partir da identificação e eliminação de perdas no sistema produtivo;
- foco na melhoria contínua, a partir da busca de ferramentas que possibilitem soluções para problemas crônicos;
- manutenção autônoma, permitindo que todas as máquinas funcionem com total eficiência;
- organização do chão de fábrica, com foco na movimentação mínima para otimizar a atuação dos profissionais;
- manutenção profissional, apta para desempenhar tarefas de grande dificuldade e exigência;
- controle de qualidade, garantindo altos níveis na entrega;
- logística e atendimento ao cliente, aumentando a eficiência do trabalho;
- gestão antecipada de máquinas, a partir do conhecimento das demandas da empresa;
- capacitação dos operadores, para o melhor desempenho de suas tarefas;
- meio ambiente, respeitando normas e legislações.

Pilares Gerenciais do World Class Manufacturing:

- compromisso da gerência, que deve estar atenta aos resultados do WCM;

- objetivos claros, com clareza e transparência nas entregas;
- mapa de rota, que permite clareza para os processos de manutenção autônoma;
- aplicação dos melhores operadores, atuando com os profissionais altamente qualificados;
- compromisso com a organização;
- competência da organização para implementar melhorias;
- tempo e orçamento, abordando atenção ao planejamento financeiro e organização;
- nível de detalhe, indicando quais pontos serão necessários para a implementação dos projetos;
- nível de expansão, a partir da criação de ilhas de excelência que devem servir como referência;
- motivação dos operadores, que devem estar engajados com o projeto.

Segundo este método, um projeto para mudança ou aplicação de melhorias tem início em uma área modelo, que irá servir como referência para a implementação dos aprendizados em toda a planta. Normalmente é escolhida a máquina com pior desempenho para que seja transformada na de melhor desempenho (PALUCHA, 2012).

O objetivo central de WCM é zerar as falhas, perdas, defeitos, resíduos, entre outros problemas. A partir da busca por alta eficiência, as mudanças são implementadas tendo como referência o melhor desempenho da planta.

Segundo PALUCHA (2012), os principais alvos de melhoria da WCM são qualidade, custo, tempo de produção, flexibilidade e serviço ao cliente. O WCM não deve ser tratado como uma cura ou religião ou, muito menos, como uma ferramenta ortodoxa de ação que serve para corrigir de maneira emergencial um erro presente, é uma estratégia operacional e se propriamente aplicada, fornece uma nova dimensão e uma nova realidade na cadeia produtiva, que corresponde a rápida inclusão de novos produtos de alta qualidade e quando se fala em produtos, entenda-se resultados. Seja estes uma manufatura final, ou seja, uma produção otimizada.

A metodologia WCM se baseia numa sistemática redução de todos os tipos de custos e perdas, utilizando a contribuição de todos os colaboradores e o uso preciso de métodos, padrões e ferramentas exigidas para uma produção de classe mundial. Esse conceito utiliza os melhores sistemas de produção no mundo e para atingir seu objetivo

primário, competitividade a nível global, busca alcançar os seguintes princípios: zero perda, zero estoque, zero quebra e zero defeito.

Estes princípios decorrem de um controle de qualidade, que analise todos os elementos produtivos que, juntos, definam como estará o produto final. O Total Quality Control é uma forma de controlar esses princípios e aliar as ideias de melhor qualidade e menor custo, sendo um conceito básico a ser considerado em um ambiente produtivo.

3.4 – O Controle de Qualidade

O Total Quality Control (TQC) é uma técnica que é utilizada para controlar processos de produção, visando atingir a melhor qualidade com o menor custo efetivo para ir além das exigências e expectativas dos clientes. Sendo assim, o Controle de Qualidade do WCM pode garantir total qualidade, pois ela está relacionada com as especificações de materiais, os métodos de produção, o conhecimento do pessoal e das máquinas, e características do processo (4M – Mão de Obra, Material, Máquina, Método), (YAMASHINA, 2000) (FELICE; PETRILLO, 2015).

A metodologia do WCM diz que para cada “M” do processo correspondente à falha detectada existe um comportamento respectivo em sua abordagem, mas antes de se definir à qual “M” tal falha está relacionada, é essencial que se execute um levantamento dos principais problemas para apenas após isso se buscar a solução (YAMASHINA, 2000, Felice; Petrillo, 2015).

A Matriz de Qualidade Assegurada (QA) é uma ferramenta responsável por relacionar parâmetros de qualidade com as etapas da produção. Seu principal objetivo é identificar a influência dos equipamentos nos defeitos de qualidade, e pode ser utilizada para iniciar a implementação da cultura do defeito zero dentro da organização. A Matriz de Qualidade Assegurada (QA) é considerada a principal ferramenta do pilar técnico Controle de Qualidade da metodologia WCM, pois através dela é possível priorizar os eventos de anormalidades do processo; identificar quais são os processos críticos em relação a qualidade; correlacionar as anomalias que aparecem no produto e as etapas do processo que os problemas são causados; analisar a anomalia em 4M detalhada em nível de operação; desenvolver gráfico dos problemas por 4M + Projeto e estratificar os problemas por Processo Produtivo, Fornecedor e Projeto, Priorizando a identificação e tratamento das falhas, garantindo quais ações devem executar, quais

operações mais relevantes, determinando a frequência de ocorrência dos defeitos, o seu reparo, o nível de gravidade e o custo da mão de obra (YAMASHINA, 2000).

A Análise dos Modos de Falhas e seus Efeitos (FMEA), utilizada na elaboração da Matriz de Qualidade Assegurada (QA), é um método que determina potenciais falhas de processos produtivos, suas causas e consequências e propõe ações que possam eliminar ou minimizar sua ocorrência (HRBACKOVA, 2016).

Além de identificar a prioridade, A Matriz de Qualidade Assegurada (QA) apresenta a modalidade de defeito presente para cada possível modo de falha dentre as variações dos 4M, feita através de um diagrama chamado de “espinha de peixe”, um método de classificação das causas de determinado fenômeno, de acordo com as categorias: Mão de obra, Material, Máquina, Método, e identificação da causa mais provável (RUPARATHNA et al. 2017).

A Matriz de Manutenção de Qualidade (QM), é outra ferramenta que decorre da Matriz de Qualidade Assegurada (QA), onde são listados os pontos críticos que deverão ser priorizados, descrevendo de maneira bastante detalhada as práticas que serão trabalhadas e monitoradas.

A abordagem para a resolução dos problemas será determinada dependendo do “M” selecionado. No caso de problemas relacionados ao Método, Mão de Obra ou Material, são adotados os 7 passos da solução de problemas, que estão descritos na figura 2 (abaixo) sendo o input M - Máquina deve-se seguir os 7 passos da Matriz de Manutenção de Qualidade (QM), demonstrados abaixo, na figura 2 (RUPARATHNA et al. 2017).

FIGURA 2 – 7 Passos da Solução de Problemas



Fonte: RUPARATHNA et al. (2017)

Para o cumprimento dos 7 passos da solução de problemas, serão utilizadas ferramentas como descrito na tabela 2:

Tabela 2 – Ferramentas para Solução de Problemas

5G	para se chegar às conclusões reais de melhoria contínua. Fase de Planejamento
Radar Chart	Serve para identificar, mensurar e acompanhar as competências necessárias para cada operação,
5W1H	um checklist utilizado para elaboração de planos de ação para execução de qualquer projeto ou tarefa para garantir que a operação seja conduzida sem dúvidas por parte da chefia e dos subordinados.
5 Por Quês	é um método que consiste em, após definido exatamente o problema, questionar o porquê por cinco vezes, até que se encontre sua verdadeira causa
Matriz QA Network	é um processo dentro do desenvolvimento. Ele busca garantir que o produto seja entregue respeitando as qualidades pretendidas pelo cliente.
Flow Chart	Com o fluxograma é possível conhecer o padrão de execução do processo. Esse padrão influencia diretamente na qualidade do seu produto e no treinamento dos seus funcionários, aumentando a produtividade
Priorização GUT (Gravidade, Urgência e Tendência)	GRAVIDADE: a intensidade, profundidade dos danos que o problema pode causar se não se atuar sobre ele; URGÊNCIA: o tempo para a eclosão dos danos ou resultados indesejáveis se não se atuar sobre o problema; TENDÊNCIA: o desenvolvimento que o problema terá na ausência de ação.

Fonte: Workplace Organization Fiat Chrysler Automotives

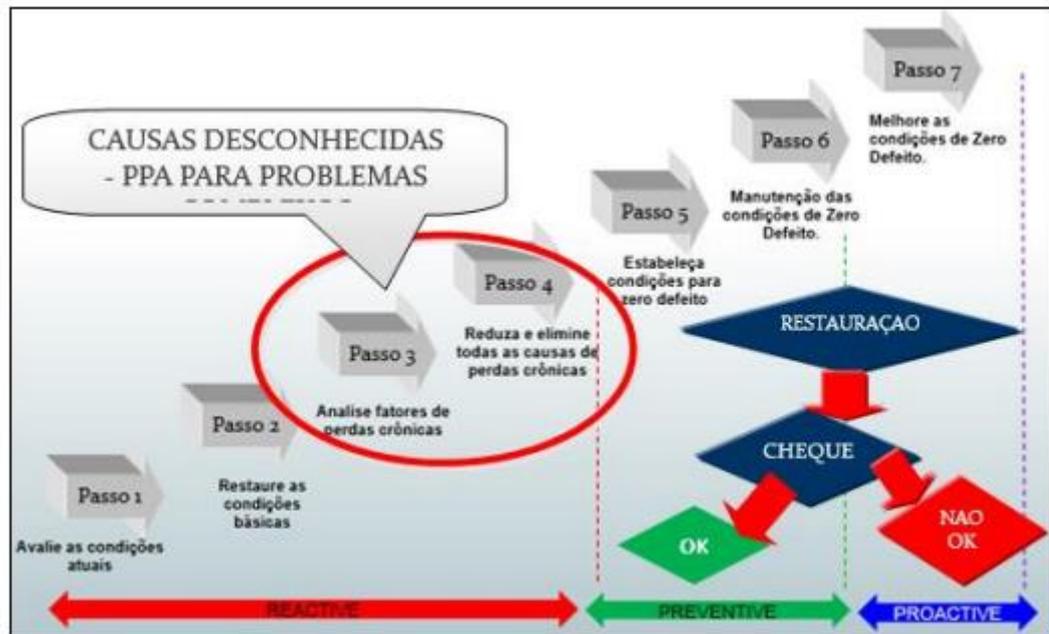
Nos casos de problemas relativos à máquina, aplica-se os 7 passos da Manutenção da qualidade contidos acima juntamente com as seguintes ferramentas (YAMASHINA, 2000):

– 5S - consiste na adoção de cinco passos, à primeira vista bem simples, com o objetivo de embasar o desenvolvimento da qualidade (CALZADO et al.2015).

– Análise do Ponto de Processamento (PPA) - Para atingimento dessa meta são usadas várias ferramentas inseridas no WCM, como, por exemplo, a ferramenta Processing Point Analysis (PPA) - análise do ponto de processamento, visando solucionar problemas de perdas nos processos produtivos relacionados às máquinas

operatrizes, conforme figura 3:

Figura 3 – Fluxograma PPA



Fonte: (YAMASHINA, 2000)

– Matriz QX relaciona o fenômeno ou defeito com as causas que a geraram e os componentes do equipamento, especificando os parâmetros a serem controlados com os valores padrão dentro das suas tolerâncias (Yamashina, 2000).

– A Matriz QX é usada em conjunto com a Matrix QM e o 5QFZD (5 questões para Zero Defeito) na definição de controles preventivos em equipamentos (Q Points).

– Matriz QM: é uma ferramenta que define para cada componente da máquina os *STANDARDS* (parâmetro – valor – tolerância) e o método de CHECK (Ferramenta de medição

– Frequência – responsabilidade – documento padrão: SOP, SMP, AM ciclo etc.) e o ponto de máquina de onde é requerido a medição/inspeção *QPoint*.

– Q Point - define uma prioridade e torna a visualização do parâmetro diretamente na máquina mais precisa, garantindo um desempenho ideal dos componentes da máquina (YAMASHINA, 2000).

Independentemente da abordagem utilizada para a resolução de problemas de qualidade, referente ao Método, à Mão de Obra, ao Material ou à Máquina, antes e ao

final das ações deverão ser aplicadas as 5QFZD - 5 Questões para Zero Defeito. essa ferramenta permite avaliar a viabilidade de Zero Defeito, calculando-se o Q Factor (Fator Q), que consiste na percentagem da pontuação relativa a cada pergunta, com ponderações 1, 3 ou 5 (YAMASHINA, 2000). Se temos: Q factor > 84%, significa que as ações tomadas são caracterizadas como eficazes. Se caso tivermos: Q factor < 84%, o trabalho deverá ser revisado e controlado pelo calendário de cada pilar, para que os controles relativos às ações tomadas sejam ampliados, já que provavelmente não foi descoberta a causa raiz (YAMASHINA, 2000).

3.5 – O Controle de Qualidade no Setor Automotivo Industrial

Atualmente, o setor produtivo automobilístico é considerado um dos mais importantes setores do mundo moderno devido ao seu volume de produção, a sua necessidade de consumo, as inovações tecnológicas e produtivas difundidas a partir do seu desenvolvimento, que servem de modelo para os demais setores de indústria (HU; CHEN, 2016).

A partir dessa premissa, as indústrias de autopeças do Brasil já no início dos anos 90 orientavam-se ao Controle de Qualidade Total - TQC, como verificado por Westgard (2017), tornando seus colaboradores mais participativos de seus processos. Contudo, esta iniciativa ainda na fase de implantação de novos métodos voltados à qualidade encontrava resistência para surtir os efeitos esperados.

Também se verificou, na implantação do WCM, dificuldades. O WCM leva anos para sua implantação, pois exige mudanças consideráveis na estrutura das empresas e na visão de qualidade, exigindo para isso a implantação de programas continuados de conscientização e envolvimento de todos os níveis hierárquicos dentro da empresa (FELICE; PETRILLO, 2015).

A partir do ano de 1901, o setor automotivo passou a desenvolver pesquisas e tecnologias com o objetivo de aperfeiçoar os amortecedores, para controlar a carga dinâmica da mola e, por conseguinte, proporcionar maior conforto e segurança dos veículos. (ZAREH; MATBOU; KHAYYAT, 2014).

4. APLICAÇÃO DA METODOLOGIA WCM NO SETOR DE MONTAGEM DE SUSPENSÃO POSTERIOR EM UMA FÁBRICA AUTOMOTIVA

O setor produtivo de montagem de suspensão é marcado por grandes perdas produtivas e anda na contramão do fator melhor qualidade versus menor custo, destacando a necessidade de intervenção através das matrizes de controle do World Class Manufacturing (WCM), para se atingir o estado de zero defeito.

4.1 O Setor

O setor referência deste estudo faz parte de uma fábrica automotiva com capacidade de produção diária de, em média, de 1.000 veículos que são destinados a todo o país e conta com um supplier park de mais de 30 empresas que dão suporte a esta produção.

Como dito anteriormente, havia uma imensa perda produtiva, em especial, no setor de montagem de suspensão anterior e haviam outras espécies de problemas.

Diante desses problemas, medidas interventivas com base nas ferramentas WCM foram impostas, o que trouxe, ao longo de todo o processo, resultados positivos que reduziram as perdas produtivas a patamares aceitáveis.

4.2 Controle no Setor de Montagem De Suspensão Posterior em uma fábrica automotiva

A indústria automotiva é, sem dúvidas, uma das mais importantes do mundo moderno, tanto por seu volume de produção quanto pela necessidade de consumo, além das inovações tecnológicas aplicadas quanto também pelas inovações produtivas aplicadas em seu desenvolvimento e posteriormente difundidas, servindo de paradigma para outras indústrias (HU; CHEN, 2016).

Por esta importância e pelo grau de complexidade, diversidade de setores, tecnologias e peças, sempre houve uma perda produtiva grande, especialmente nos setores mais complexos, onde se tinha que lidar tanto com tecnologia avançada quanto com várias etapas produtivas, o que gerava lacunas grandiosas no poder de gerenciamento destes processos até se chegar ao produto final.

Nesse sentido, a Fábrica Automotiva que foi usada como referência neste trabalho, qual seja, a JEEP, do grupo Fiat Chrysler, componente do Grupo Stellantis, o maior conglomerado de fábricas automotivas do mundo, já no início dos anos 90 orientava seus processos por meio do Controle de Qualidade Total (TQC), como

verificado por Westgard (2017), tornando seus colaboradores mais participativos em seus processos e tornando estes processos o mais qualitativos possível, minimizando os custos e aumentando a eficiência e qualidade.

Contudo, a implantação de novos métodos voltados para a qualidade encontrava resistência para ser aderida totalmente ao contexto empresa. Esta dificuldade foi o impulso inicial para a implantação do World Class Manufactured (WCM), que, graças a sua amplitude e aos seus variados instrumentos, leva anos para ser completada, pois exige mudanças na estrutura das empresas e na postura frente à qualidade, o que exige a implementação de programas continuados de conscientização e envolvimento de todos os níveis hierárquicos dentro da empresa (FELICE; PETRILLO, 2015).

4.3 Aplicação da Metodologia World Class Manufactured (WCM)

A fábrica automotiva referência do presente estudo produz uma média de 1.000 carros por dia, emprega milhares de empregos diretos e indiretos e conta com um parque de fornecedores composto por 16 empresas apoiadoras, que fornecem materiais, insumos, tecnologia e mão de obra à mail plant da Jeep. Possui certificado de Legislação Ambiental pelo BVQI – Bureau Veritas Quality International, que garante o selo de qualidade ambiental ISO 14001. Possui outras certificações de qualidade como o ISO 9001, QS 9000, TS 16949 e aplica a metodologia WCM.

Como também já citado anteriormente, as modificações trazidas pela metodologia WCM tinham o objetivo de reduzir a perda produtiva do setor de montagem de suspensão posterior da fábrica, que chegava a ter percentuais de 50% em perdas produtivas. Para se reduzir e requalificar o setor, medidas foram postas em prática, conforme será descrito abaixo.

4.4 Diagnóstico do Processo de Montagem

O processo de montagem alvo deste estudo envolve linha produtiva com gravitacionais. O processo em si funciona através da modulação dessa linha produtiva, ou seja, são cumpridas etapas para se chegar à fase final. Cada etapa executa uma fase do processo de montagem e possui gravitacionais que contém peças, ferramentas, entre outros elementos necessários para a fase a ser executada.

Ocorre que, neste grande processo modulado, acabam por ocorrer problemas em

face da limpeza, do excesso de gravitacionais nas “bairas” de montagem, obstrução das vias de acesso por parte de objetos, poluição visual, entre outros elementos. Eles acabam atrapalhando a fluidez de todo o processo e foi detectado que em razão desses atropelos, eram geradas perdas, que iam desde o desperdício de peças e produtos até o atraso da produção.

Ferramentas Utilizadas

As técnicas e os instrumentos utilizados são as descritas na tabela 3:

Tabela 3 – Técnicas e Instrumentos

5S	consiste na adoção de cinco passos, à primeira vista bem simples, com o objetivo de embasar o desenvolvimento da qualidade
5T	uma derivação do 5S do SEITON, tem como objetivo é a organização do posto de trabalho. O conceito auxilia visualmente na realização de uma operação. O 5s é a base para a implantação e gestão de outras ferramentas mais avançadas
5 Porquês	é um método que consiste em, após definido exatamente o problema, questionar o porquê por cinco vezes, até que se encontre sua verdadeira causa
Poka Yoke	origem japonesa e que significa “à prova de erros”. Trata-se de uma ferramenta de inspeção criada com o objetivo de prevenir falhas humanas e corrigir erros eventuais.

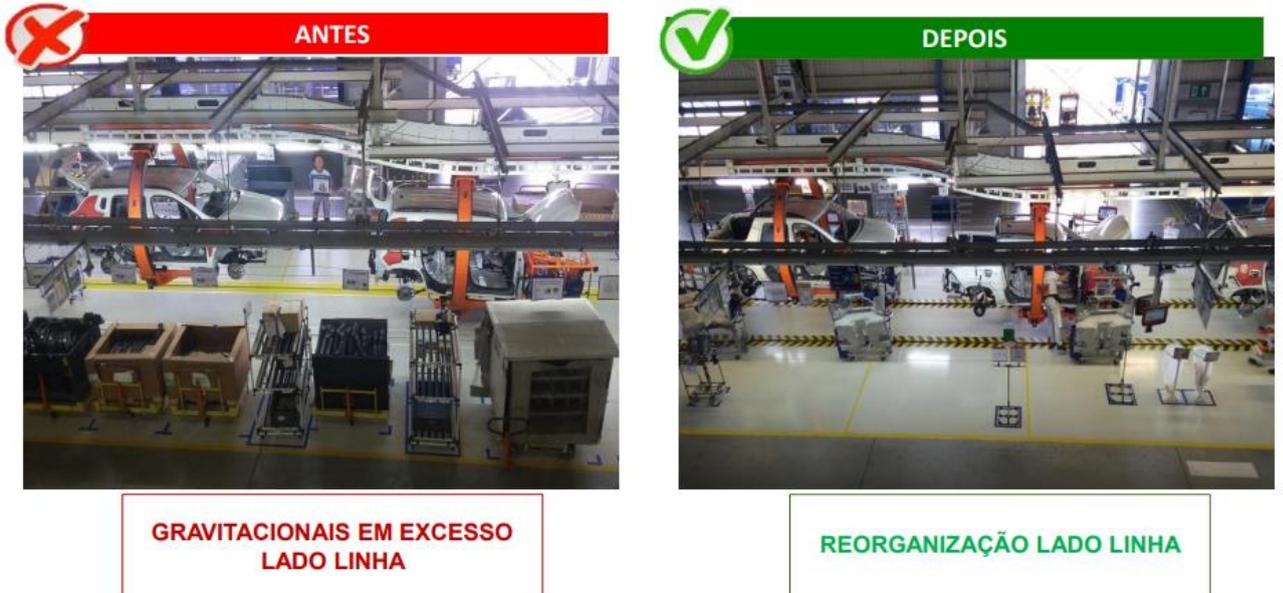
Fonte: Workplace Organization Fiat Chrysler Automotives, 2015

As técnicas e instrumentos vão dos mais simples, como os citados acima, aos mais complexos, que consistem na análise ergonômica (Matriz Ergonômica) dos locais de trabalho e na utilização de vídeos para o estudo dos movimentos sem valor agregado (inúteis / dispensáveis).

Um dos problemas presentes no setor de montagem foi a presença de gravitacionais posicionados de maneira aleatória, desorganizados e amotinados, que, além de dificultar a identificação das peças necessárias, ainda eram obstáculos à

locomoção livre na pista de produção. Os Gravitacionais foram organizados e reposicionados fora da via de trânsito, facilitando a mobilidade dos funcionários e, conseqüentemente, reduzindo o tempo de execução da montagem, como demonstrado nas figuras 4 e 5:

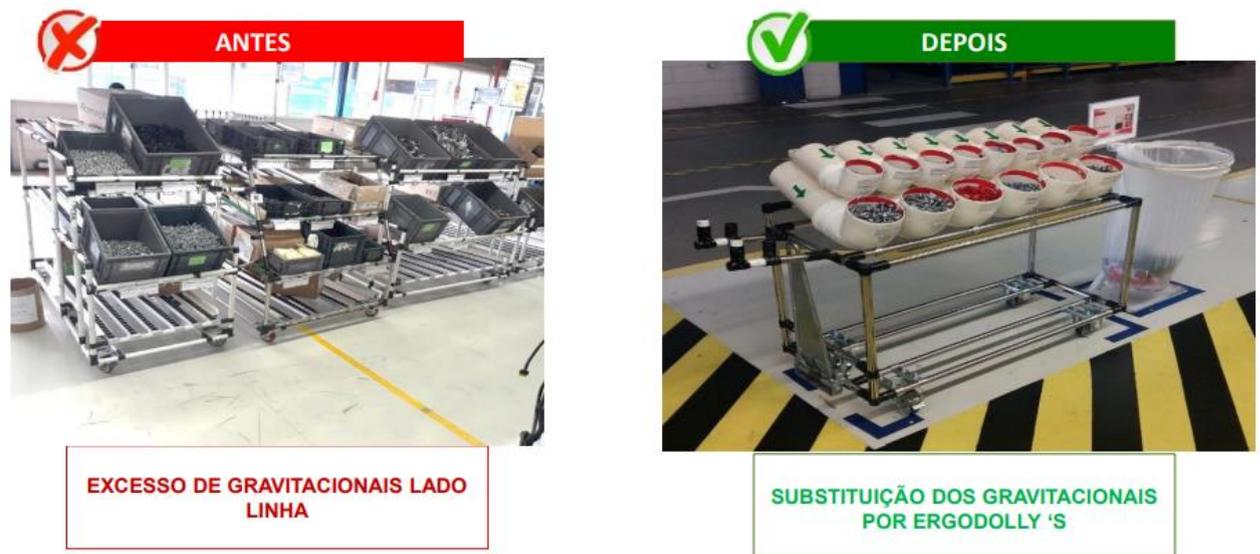
Figura 4 – antes e depois da Pista Produtiva. Reorganização dos Gravitacionais



Fonte:

Workplace Organization Fiat Chrysler Automotives, 2018 (GOIANA)

Figura 5 – Reorganização dos Gravitacionais



Fonte: Workplace Organization Fiat Chrysler Automotives, 2018 (Goiana)

4.5 Os 8 Passos do Pilar Wo – Organização do Local de Trabalho

Passo 1 - Atividade preliminar de preparação: Detectar quais as perdas impostas na produção e qual o resultado final do produto.

No setor de montagem de suspensão posterior foram analisados os custos efetivos para a produção, o tempo dispendido para o cumprimento da meta diária e os elementos que comprometiam a qualidade do produto final.

Detectou-se que havia uma perda produtiva grande em razão da poluição visual do ambiente, da dificuldade de transitar pela pista de produção e pela desorganização do ambiente, gerando erros, falhas e atrasos, que impunham à produção um custo efetivo maior, em razão de atividades excessivas que no fim das contas não agregavam valor, pois eram resultado de erros, retrabalho, e comprometiam a qualidade do produto.

Passo 2 - Realizar Limpeza Inicial

Execução:

Eliminação de todos os materiais não necessários para a execução do ciclo de produção, remoção da poeira e sujeira da área de trabalho, reorganização dos gravitacionais, ferramentas e limpeza de fluidos da área de trânsito para evitar acidentes de trabalho.

Passo 3 – Reorganização do Processo

Nesta fase do processo de implantação, depois da reorganização da área de trabalho, a atenção se volta para o processo, com os objetivos de melhorar as condições de trabalho, principalmente no que se refere aos aspectos ergonômicos e aumentar a produtividade através de melhores condições de trabalho no que tangem o processo de trabalho em si

Passo 4 – Implantação dos padrões iniciais

Implantação de um sistema de Gestão dedicado aos controles de processos, implantar padrões trabalho a serem seguidos por todos os funcionários, rebalanceamento de linha produtiva e os indicadores de chave de performance, os KPIs Step, que são ferramentas de gestão empregadas para fornecer informações precisas sobre o desempenho dos projetos.

Passo 5 – Treinamento sobre a característica do produto

- Implantar a verificação de qualidade, implantar TWTP, que serve para diagnosticar as causas que geram erros humanos, implantar Poka Yoke, nivelar os níveis de habilidades do operador para o melhor aproveitamento das tecnologias empregadas

Passo 6 - Fornecimento de materiais em JIT (Interação com Logística)

Utilização de Kits, mapeamento do Fluxo de Valor (VSM) Fundamental na metodologia enxuta, o VSM analisa o fluxo das etapas e informações do processo desde a origem até a entrega ao cliente, identificar oportunidades de Automação de baixo custo (LCA) e cálculo de Produtividade para promover economia no consumo de recursos, ferramentas e insumos

Passo 7 – Padronização

Revisar e consolidar padrões iniciais e promover economia de movimentos.

Passo 8 – Sequência de Trabalho Padrão

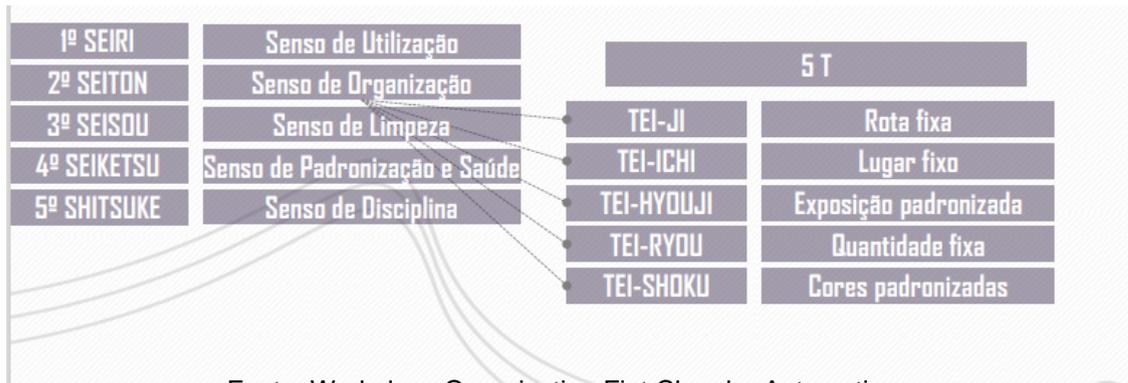
Estabelecer condições para zero defeitos, estabelecer autonomia plena e estabelecer fluxo logístico para proporcionar fluidez no local de produção para otimizar o tempo.

5. CONCEITO DE 5S

É uma metodologia que busca promover a disciplina através da consciência e responsabilidade de todos.

A sigla 5S saiu de cinco palavras japonesas que começam com a letra S que sintetizam as cinco etapas do programa descritos na figura 7.

Figura 7 – Metodologia 5S e 5T



Fonte: Workplace Organization Fiat Chrysler Automotives

1º S - SEIRI – UTILIZAÇÃO

O primeiro S dos 5S é o SEIRI, que representa o senso de utilidade, cujo objetivo é reduzir o desperdício através da retirada de objetos desnecessários do ambiente em que se realiza um determinado trabalho/atividade. Quando se fala em objetos desnecessários, estes podem se aplicar a qualquer ambiente. Trazem como benefícios a eliminação do excesso de materiais, a liberação de espaços para diversos fins, a reciclagem de recursos escassos, a eliminação do desperdício e, conseqüentemente, a diminuição de custos, como mostrado na figura 8.

Figura 8 – Aplicação do 1º SEIRI

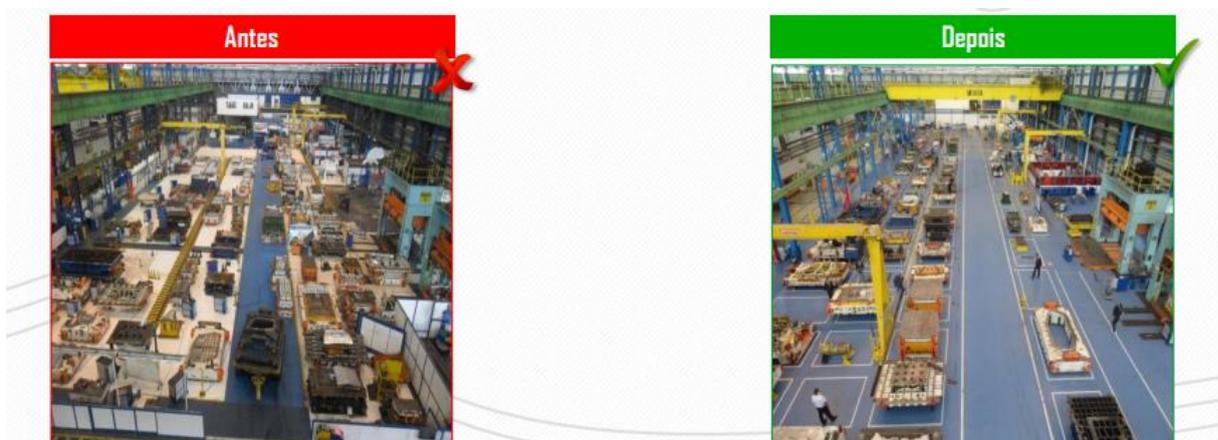


Fonte: Workplace Organization Fiat Chrysler Automotives (Betim)

2º SEITON - ORGANIZAÇÃO

Busca tornar o ambiente mais prático, com menos objetos desnecessários, adotar um sistema de classificação para melhor organização e otimizar a utilização e reutilização dos insumos, materiais e ferramentas e possui como características principais a eliminação dos objetos supérfluos, a definição dos lugares para cada objeto, fixando um critério de classificação (ex.: baseado na frequência de uso) a etiquetagem dos locais de estocagem e os objetos a serem arrumados para uma visualização imediata (gestão a vista), a reorganização e codificação dos espaços, utilizando o mínimo necessário e a anotação em cada estação de trabalho de onde estão posicionadas as ferramentas (ex.: nos ciclos de trabalho, nos procedimentos de equipamento, etc.). como benefício, percebeu-se: Economia de tempo, facilidade visual para guardar ou estocar, facilidade de acesso aos materiais de trabalho devidamente identificados e diminuição do cansaço físico por movimentação desnecessária como mostrado na figura 9.

Figura 9 – Aplicação do 1º SEITON



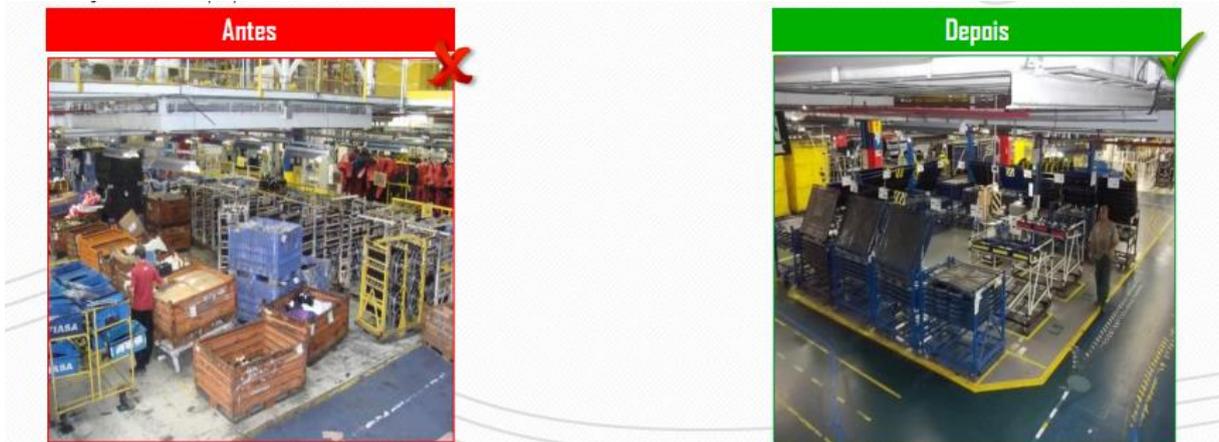
Fonte: Workplace Organization Fiat Chrysler Automotives (Betim)

3º SEISOU - LIMPEZA

Visa Manter um ambiente sempre limpo, eliminando as causas da sujeira e aprendendo a não sujar. Primeiro, analisa-se a área e se identifica os pontos críticos de sujeira. Após, verifica-se as competências necessárias para a limpeza destes locais, daí se forma pequenos grupos para realizar esta primeira limpeza se necessário, deve haver treinamento. Seu foco é a segurança. Traz como benefícios uma boa impressão transmitida aos clientes, a prevenção de acidentes, facilidade na manutenção dos

equipamentos, como mostra a figura 10 abaixo, trazendo melhoria das condições de saúde e segurança e um melhor sentimento de bem-estar em todos colaboradores.

Figura 10 – Aplicação do SEISOU



Fonte: Workplace Organization Fiat Chrysler Automotives (Betim)

4º SEIKETSU – PADRONIZAÇÃO E SAÚDE

O quarto senso trata da padronização de tudo o que foi feito até agora. Padronizar comportamento, valores e práticas favoráveis à saúde física, mental e ambiental. Deve-se adotar todos esses procedimentos como rotineiros, e isso é feito através da criação – e utilização – de padrões e procedimentos que mantenham os três primeiros S constantes.

SAÚDE

Manter um ambiente de trabalho sempre favorável a saúde e higiene.

Faça uma autoavaliação e tome atitudes para melhorar quando necessário;

Seja claro e objetivo na comunicação escrita ou oral;

Cumpra os horários marcados para compromissos;

Só existe dedicação e empenho quando as pessoas se comprometem com aquilo que estão fazendo. Isso só ocorre com participação.

Benefícios com a aplicação:

Trabalho diário agradável;

Otimização das atividades rotineiras;

Equipamentos em bom estado para utilização;

Manutenção dos hábitos de higiene pessoal e no ambiente de trabalho.

5º SHITSUKE - DISCIPLINA

Deve-se fazer dessas atitudes, ou seja, da metodologia, um hábito, transformando os 5s's num modo de vida e mantenha em perfeitas condições de higiene os banheiros e refeitórios. Deve-se obedecer às regras de segurança, eliminando fontes de perigo e zelar pelas áreas comuns.

Esse 5ºs diz que devem ser elaboradas Folhas de verificação para auditorias de manutenção (auditorias 5s), assim como cronogramas para manutenção da organização e limpeza para que o ambiente esteja sempre limpo. Traz como benefícios o incentivo ao autodesenvolvimento, disciplina, zelo, iniciativa para identificar e resolver problemas, a participação espontânea em equipes de trabalho, a redução do absenteísmo, o cumprimento dos padrões e a redução dos acidentes de trabalho.

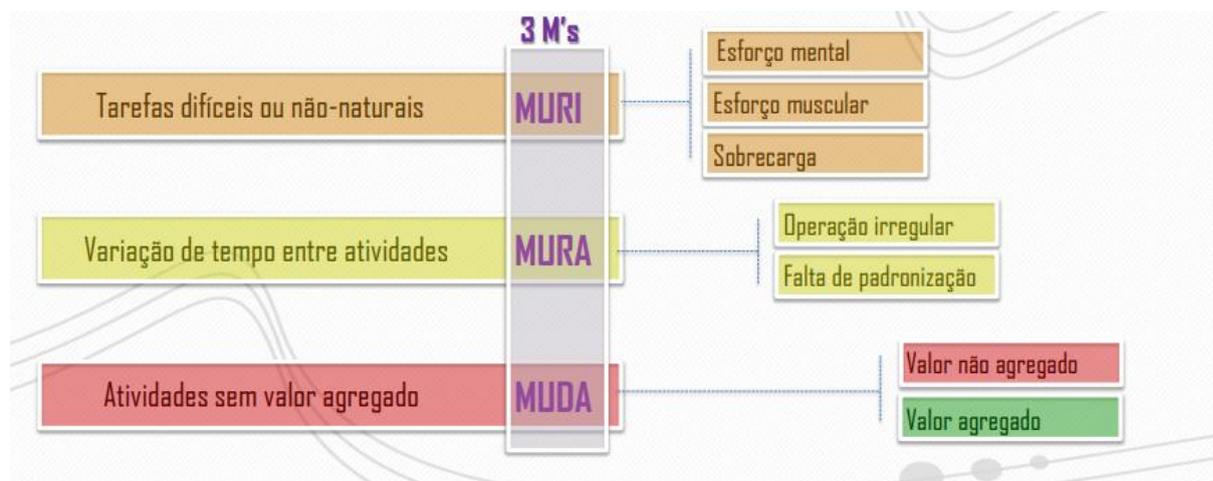
FERRAMENTAS:

- MURI;
- MURA;
- MUDA;

Conceito

São termos normalmente utilizados em conjunto no Sistema Toyota de Produção (conhecidos como “os 3 Ms”) descritos na figura 11, que descrevem os três principais inimigos das produtividades.

Figura 11 – MURI-MURA-MUDA



Fonte: Workplace Organization Fiat Chrysler Automotives

TAREFAS DIFÍCEIS OU NÃO NATURAIS – MURI

É o estudo da adaptação do trabalho às características fisiológicas e psicológicas. São exemplos:

Operações realizadas com dificuldade ou fora de padrão de trabalho.]

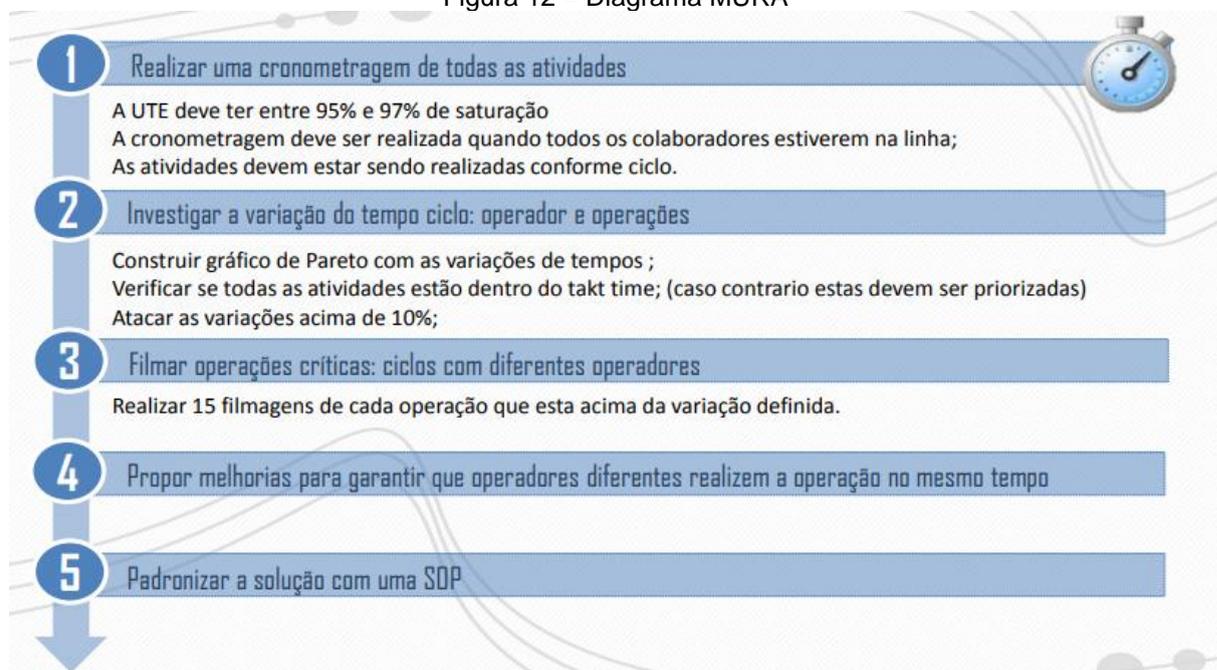
Sobrecarga de operadores, exigindo que operem em ritmo mais intenso ou acelerado, empregando mais força ou esforço, por um período maior de tempo do que podem suportar.

VARIAÇÃO DE TEMPO ENTRE ATIVIDADES – MURA

Significa inconsistência ou variação de processos, operação não natural.

Quando os processos não são padronizados, os operadores podem realizar a operação de vários jeitos diferentes (ou operadores diferentes fazem a mesma operação de maneiras diferentes), como na figura 12.

Figura 12 – Diagrama MURA



Fonte: Workplace Organization Fiat Chrysler Automotives

ATIVIDADES SEM VALOR AGREGADO – MUDA

Análise das perdas de produtividade (figura 13). As atividades se dividem em:

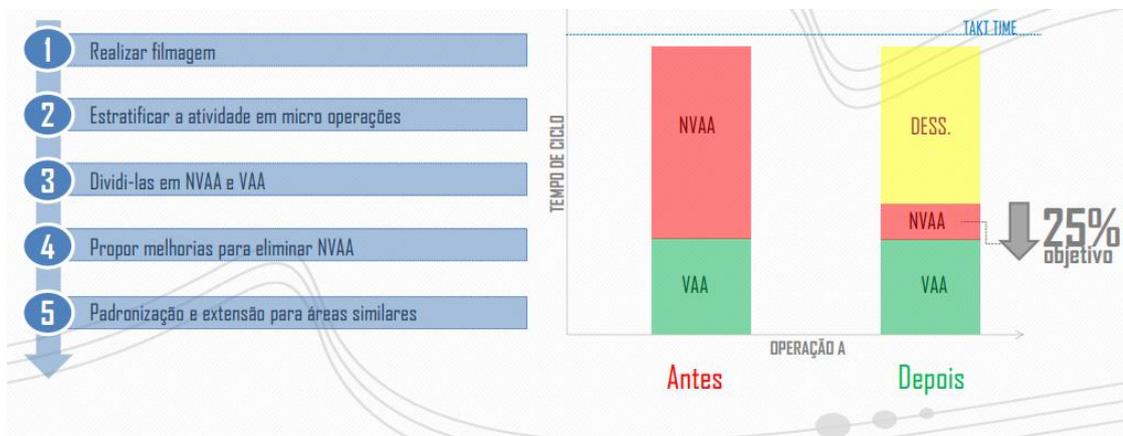
- Atividade com valor não agregado (NVAA);

São as atividades que jamais serão percebidas pelo cliente ou consumidor do produto, isto é, não agregam valor ao veículo.

- Atividade com valor agregado (VAA)

É toda atividade de processo em que se proporciona transformação de matéria prima em produto acabado.

Figura 13 – Identificação e eliminação



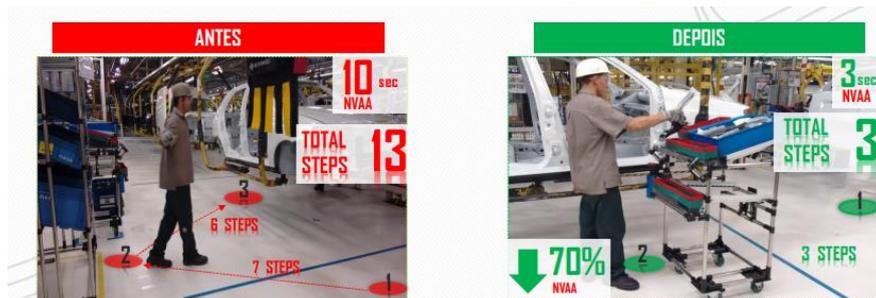
Fonte: Workplace Organization Fiat Chrysler Automotives

SPAGHETTI CHART

É um instrumento muito simples e eficaz utilizado para otimizar a locomoção das pessoas e a movimentação dos materiais de uma maneira visual.

É uma representação gráfica dos deslocamentos do operador dentro do seu Posto de Trabalho como demonstrado na figura 14.

Figura 14 – Spaghetti Chart



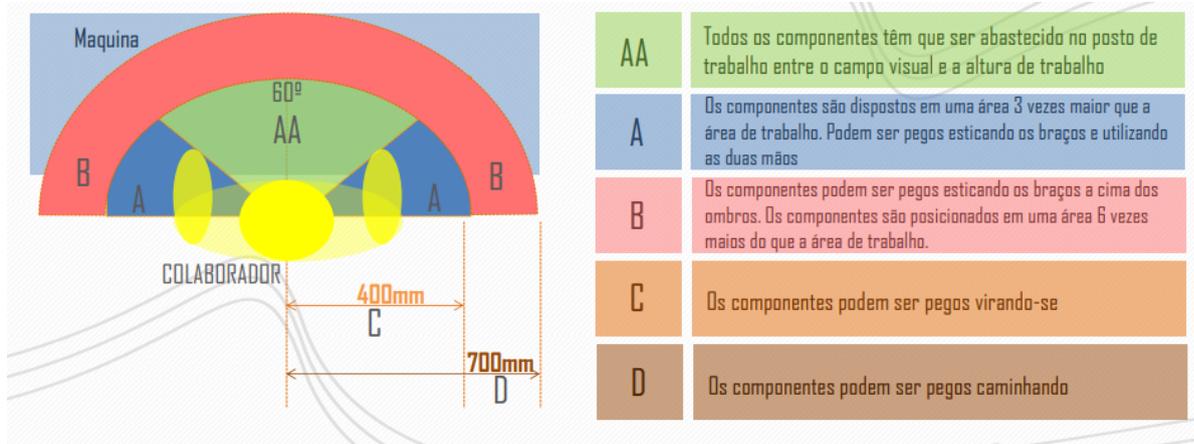
Fonte: Workplace Organization Fiat Chrysler Automotives

Para realizar um spaghetti chart, reproduz-se o layout da linha sobre uma folha de papel, evidenciando os percursos que o trabalhador efetua durante o ciclo de trabalho.

GOLDEN ZONE

Consiste em criar um posto de trabalho, em que as peças estejam sempre o mais próximo das mãos dos operários, para eliminar atividade que não agregam valor, como por exemplo andar (ver figura 15).

Figura 15 – Golden Zone

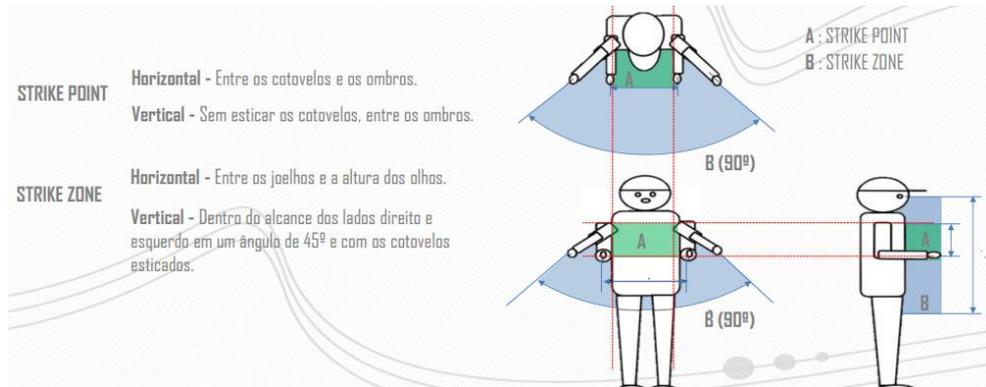


Fonte: Workplace Organization Fiat Chrysler Automotives

STRIKE POINT E STRIKE ZONE

É uma metodologia para avaliar a proximidade dos materiais do raio de ação do operador para minimizar seus movimentos como demonstrado na figura 16.

Figura 16 – Strike Point e Strike Zone



Fonte: Workplace Organization Fiat Chrysler Automotives

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante dos conceitos e ferramentas encontrados e da análise do ambiente de montagem de suspensão posterior em um ambiente fabril automotivo, foi possível se ter precisão com relação ao que era necessário se modificar, e foram aplicadas as matrizes 5S de início.

Com a implementação do 5S, houve a eliminação de todos os excessos, o estabelecimento de uma sistemática de limpeza dos ambientes e uma melhor subdivisão de equipamentos, ferramentas e insumos de forma a evitar desperdício e aumentar o grau de concentração, percepção e visibilidade do trabalhador, o que resultou numa melhora significativa tanto na parte do tempo de produção quanto na redução do desperdício nas etapas produtivas.

Foi aplicado, ainda, as ferramentas MURI, MURA, MUDA para atuar com maior incisão no contexto detectado como sendo o mais problemático, que era o de disposição de elementos, posicionamento e comportamento de colaboradores, limpeza do local e gravitacionais em excesso.

A partir das melhorias implementadas, aplicou-se a Matriz QX, para que fosse possível relacionar padrões, parâmetros e o fator de perda produtiva no grau no qual estava e no qual ainda se apresentou, mesmo em menor grau e, por fim, ratificou-se que o maior fator de dificuldade de fato residia na disposição do ambiente, uma vez que se encontrava com diversos anteparos nas vias que deveriam ser comuns, com gravitacionais desorganizados, mau posicionados e em número maior do que o necessário, o ambiente também se encontrava constantemente sujo, propiciando, além do estresse visual, riscos de acidentes de trabalho. Eliminando esses elementos de risco, reposicionando os itens essenciais e organizando um sistema através das ferramentas do WCM foi possível otimizar os resultados de maneira qualitativa reduzindo custos com produção uma vez que se passou a gastar menos e ter um resultado mais satisfatório.

REFERÊNCIAS

CALZADO, M. J.; ROMERO, L.; DOMÍNGUEZ, M.; ESPINOSA, M. M. **5S methodology implementation in the laboratories of an industrial engineering university school.** *Safety Science*, v. 78, p. 163-172, 2015.

CAMARGO, Renata de Freitas. **Saiba como aplicar o Kaizen para Redução de Custos e Melhoria Contínua da empresa e a relação no Controller nesse processo.** Treasy. 2017. Disponível em: <<https://www.treasy.com.br/blog/kaizen/>> Acesso em 22/11/2021

DE FELICE, F.; PETRILLO, A.; MONFREDA, S. **Operations Management. A improving operations performance with World Class Manufacturing technique: a case in automotive industry.** Roma: Ed. Massimiano M. Schiraldi, 2015.

FELICE, F.; PETRILLO, A. Optimization of manufacturing system through World Class Manufacturing. *International Federation of Automatic Control – IFAC*, v. 48, n. 3, p. 741-746. 2015.

GIFFHORN, E. **Ferramentas a serviço da qualidade total.** Aula 06. UTFPR. 2013

HRBACKOVA, L. **Risck-based thinking in the production process using the methods of quality assurance matrix and the FMEA process.** *Journal of Systems Integration*, v. 7, n. 1, p. 21-28. 2016.

HU, K.; CHEN, Y. **Technological growth of fuel efficiency in european automobile market 1975-2015.** *Energy Policy*, v. 98, p. 142-148. 2016.

MELLO, C. H. P. **Guia para Elaboração de Monografia e TCC em Engenharia de Produção.** São Paulo: Atlas, 2015.

NOVICKA, A.; PAPCUN, P.; ZOLOTOVA, I. **Mapping of machine faults using tools of World Class Manufacturing.** In: IEEE 14TH INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON

APPLIED MACHINE INTELLIGENCE AND INFORMATICS (SAMI), 2016, Herlany, Slovakia. Proceedings... Herlany, Slovakia: 2016, p. 223-227.

PALUCHA, K. **World Class Manufacturing model in production management.** International Scientific Journal. Vol. 58, p: 227-234, 2012.

PIZZI, G.; MARZOCCHI, G. L.; ORSINGHER, C.; ZAMMIT A. The Temporal Construal of Customer Satisfaction. **Journal of Service Research**, v. 18, n. 4, p. 484-497. 2015.

RUPARATHNA, R.; HEWAGE, K.; SADIQ, R. **Economic evaluation of building energy retrofits: A fuzzy based approach.** **Energy and Buildings**, v. 139, n. 15, p. 395-406. 2017.

YAMASHINA, H. Challenge to World Class Manufacturing. **International Journal of Quality & Reliability Management**, v. 17, n. 2, p. 132-143. 2000.

HOEM, O. LODGAARD, E. **Model for supporting lasting managerial efforts in continuous improvement: A case study in product engineering.** **Procedia CIRP**, v. 50, p.38-43. 2016.