



KAIZEN aplicação da ferramenta no setor de solda automotiva

Silvio Sérgio Silveira de Siqueira
silviosiqueira91@gmail.com
PPGEP-UFF-VR

Kelly Alonso Costa
kellyalonso@id.uff.br
PPGEP-UFF-VR

Alzira Ramalho Pinheiro de Assumpção
alzirarpa@gmail.com
FAT-UERJ

Resumo: Estamos em um mercado cada vez mais competitivo, por consequência desta competição, as empresas estão cada vez mais em busca de resultados por um volume maior de produção sem que seja necessário realizar grandes investimentos. Querem-se aumentar o volume, porém sem gastar mais para isso, devesse focar no aumento da produtividade. Neste projeto apresentado, foi feito um levantamento sobre um setor de carroceria aonde deveria aumentar o volume de produção pedido. Partindo deste ponto, foram levantados os dados do setor por meio de ferramentas da engenharia de produção, num primeiro momento para avaliar sua capacidade produtiva e no segundo levantar dados sobre a movimentação dos operadores e o arranjo físico da área. Realizamos então a padronização das operações, rearranjo de layout e transferência de operações, o que nos permitiu aumentar a produtividade da área para 30 carrocerias por hora e reduzir custo com operadores.

Palavras Chave: Kaizen - Produtividade - OEE - Takt time -



1. INTRODUÇÃO

A produtividade é uma medida usada para avaliar a quantidade produzida e os recursos gastos para que esta quantidade seja produzida, entre os recursos encontra-se mão de obra, matéria prima, capital e o tempo.

De regra geral, o grau de produtividade é um dos melhores indicadores de que determinada empresa pode utilizar para medir os níveis de eficiência e eficácia.

Dessa forma, ocasiona melhor medição do desempenho organizacional. Uma empresa torna-se mais eficiente com a utilização destes resultados obtidos, os quais contribuirão para maior aproveitamento dos seus recursos e atingindo melhores resultados, tendo assim, grandes chances de alcançar o sucesso no futuro. MACEDO (2002) diz que a produtividade é muito mais ampla do que apenas uma relação ao processo de produção, mas sim com a organização como um todo. Sendo que mesmo que haja uma eficiência no processo produtivo, se outras variáveis atingirem diretamente a organização, estas podem refletir na produtividade e em perdas.

Como o mercado atual tornou-se bastante competitivo, por isso a busca incessante pelo aumento da produtividade é o objetivo de qualquer empresa que queira manter-se viva.

O crescimento da economia é alcançado quando há a incorporação de mão de obra no processo produtivo, pelo aumento do investimento em maquinários, equipamentos, novas tecnologias e pela melhor utilização destes fatores, o que é chamado de “produtividade total dos fatores”, (SLACK et AL) que significa aumentar a produção utilizando a mesma quantidade de mão de obra e capitais empregados.

Um fator de grande importância e que pode gerar queda da produtividade é o desperdício, pois o mesmo acarreta gastos desnecessários e, conseqüentemente, reduz a competitividade.

Este trabalho tem como objetivo, entender o processo produtivo de um setor de carroceria automotiva, entender quais são seus desperdícios e sem o auxílio de grandes investimentos, propor melhorias para o aumento da produtividade utilizando a metodologia do Kaizen.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. FATORES DE INFLUÊNCIA DA PRODUTIVIDADE

A produtividade é influenciada por fatores pessoais, que afetam diretamente a qualidade e rendimento profissional dos colaboradores, sendo necessários investimentos em:

- manutenção do bom relacionamento interpessoal;
- ambiente de trabalho agradável;
- ergonomia;
- capacitação e treinamentos;
- valorização do profissional.

O aumento significativo pode ser obtido através das vias: ser humano, processos e capital. Pelas vias ser humano e processos, a realização eficientemente das atividades pelos contribuintes ocorre quando há melhoria nas técnicas de estudo do método de trabalho. Pela via capital, ocorre a partir da aquisição de equipamentos e máquinas mais produtivos. (SLACK et al. (2007)



2.2. TAKT TIME X CYCLE TIME

O tempo *takt* (do alemão *Taktzeit*, onde *takt* significa compasso, ritmo e *zeit* significa tempo, período) representa a capacidade de produção, ou seja, corresponde ao ritmo de produção necessário para atender a demanda. Desta forma, o tempo produtivo que é fornecido pelo número de unidades a serem produzidas em função da demanda.

Segundo Taiichi Ohno, o *takt time* é “o resultado da divisão do tempo diário de operação pelo número de peças requeridas por dia”. (ALVAREZ E ANTUNES JR, 2001).

Em contrapartida, o tempo ciclo representa o tempo necessário para produzir apenas uma peça, ou seja, é o *lead time* entre a repetição do processo como um todo (início ao fim da operação).

Considera-se que cada máquina e cada posto possuem tempos diferentes de operações. Por definição, o tempo ciclo não é o somatório dos tempos de operações diferentes, muito menos definido pelo tempo individualmente.

No sistema de produção OPT (em inglês, *Optimized Production Technology*, traduzido como, Tecnologia de Produção Otimizada) são conhecidos como recurso gargalo e não gargalo.

2.2. EFICIÊNCIA GLOBAL DA PLANTA (OEE)

O principal indicador para medição de eficiência global dos equipamentos é o OEE (*Overall Equipment Effectiveness*), sendo tradicionalmente utilizado em programas de TPM (*Total Productive Maintenance*).

Os objetivos primários do OEE têm como as respostas das seguintes perguntas:

- Qual a frequência que os equipamentos estão à disposição?
- Qual a velocidade de produção?
- Qual quantidade de produtos que não geraram *desperdício*?

Ao responder estas 3 questões teremos um panorama geral de determinada operação presente na empresa, por este motivo torna-se muito importante a utilização deste indicador, afim de obter maior eficiência do processo produtivo a partir da integração dos sistemas.

O OEE ajuda especialmente na mensuração do desempenho de equipamentos gargalos e seus desperdícios (SANTOS, 2017)

O objetivo e utopia de qualquer empresa seria alcançar 100% de recursos disponíveis, qualidade e aproveitamento de tempo. No entanto, isso é impraticável, tornando-se quase impossível obter tal perfeição. Por este motivo, o monitoramento é tão importante na busca pelo aumento da eficiência e, conseqüentemente, mostrando onde e como o OEE pode ser aprimorado. A figura 1 mostra como é calculado o OEE e quais fatores são levados em consideração



Cálculo

O cálculo leva em consideração 3 fatores



Como calcular o OEE?

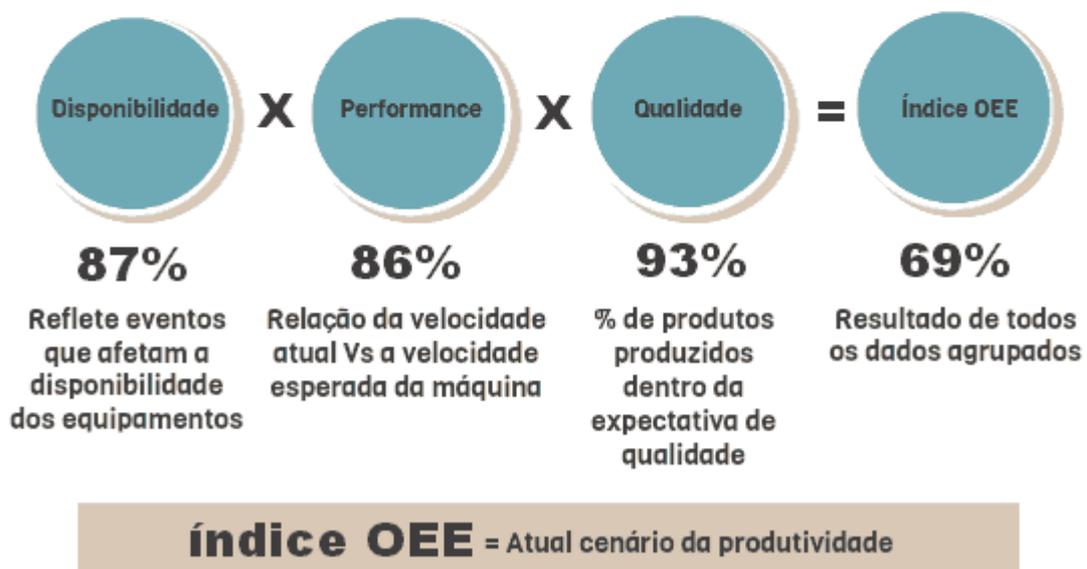


Figura 1 OEE:

Fonte: <http://www.citisystems.com.br/wp-content/uploads/2015/02/infografico-oee.png>.

2.3. ATIVIDADES QUE AGREGAM VALOR X ATIVIDADES QUE NÃO AGREGAM VALOR

O método para o rápido aumento da produtividade fabril fundamenta-se na constatação de que a maior causa da ineficiência de grande parte das empresas da indústria brasileira de manufatura é o tempo inativo, chamado também de espera ou parada, do homem, da máquina e do material. (CONTADOR 1994)

Para a fabricação de qualquer produto, é necessária as realizações de atividades e o uso de insumos. Podemos classificar as atividades em dois tipos. As que geram valor agregado ao produto e as que não agregam valor ao produto:

Atividades que agregam valor ao produto (VA): São as atividades que não podem ser eliminadas para a realização do produto e são parte, do resultado final do produto. Por



exemplo, a montagem do processador em um computador é necessária para o resultado final do produto e o cliente exige que esta atividade seja feita

Atividades que não agregam valor ao produto (NVA): São atividades que embora tenham que ser realizadas, não são solicitadas pelo cliente e nem irão gerar valor ao produto final. Portanto devem ser evitadas pois se transformam em custo desnecessário. Por exemplo, seguindo a linha da montagem do computador, suponhamos que o montador tenha que se deslocar da sua mesa de montagem para buscar o processador e realizar a instalação. Esse deslocamento não irá agregar valor ao produto, não é desejado pelo cliente, porém irá aumentar o tempo do processo de montagem do produto, aumentando assim o custo. Devem, portanto, serem evitadas.

2.4. SOLDAGEM POR RESISTÊNCIA ELÉTRICA

O processo de soldagem por resistência elétrica, também conhecido como processo de solda a ponto, é um processo de união entre duas ou mais chapas distintas, sendo realizado por meio de pressão, e calor gerado por efeito Joule durante a circulação de corrente elétrica na resistência da junção (KEARNS, 1984). Segundo (FONSECA, 2004) este processo de solda é o mais utilizado na indústria automotiva, principalmente pela velocidade de execução, baixo nível de treinamento requerido para os operadores e fácil capacidade de automação. Além do baixo custo. A figura 2 mostra como é o processo de solda a ponto

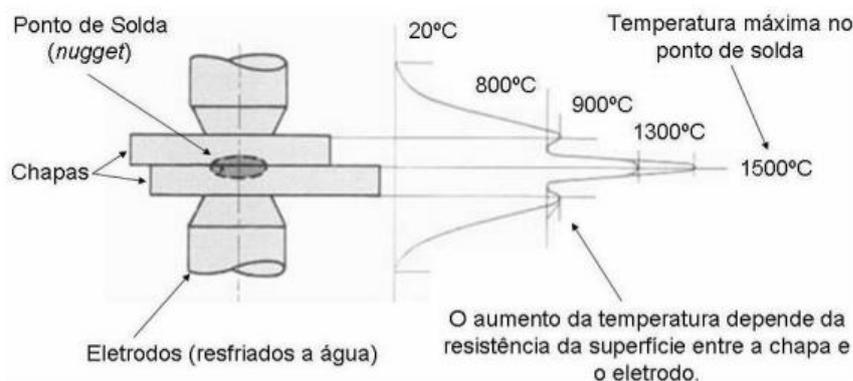


Figura 2: Layout da área

Fonte: (MAGDALENA, SILVA)(2004)

2.5. COMPARTIMENTO DO MOTOR

O posto estudado, Motor Comp, é responsável por produzir o compartimento do motor. Esse compartimento é fabricado pela união de chapas através do processo de solda a ponto e é no Motor Comp o local onde é gravado o número de série identificador do veículo.

O posto contém 14 operações, sendo em sua maioria operações de solda a ponto, porém estão inclusas a gravação do número identificador, aplicação de cola e colocação de pinos localizadores para a montagem de componentes e transporte da peça. Operações muito curtas são feitas pelo mesmo operador, operações muito longas são feitas por 2 operadores simultaneamente.

A figura 3, mostra o fluxograma do processo, desde a gravação do número de série realizada pelo operador número 1 até a entrega realizada pelo operador 13.

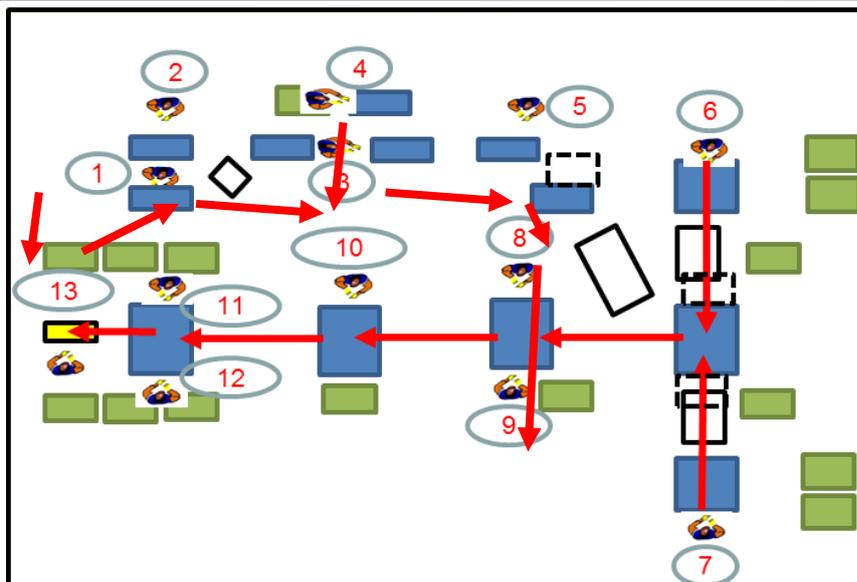


Figura 3: Layout da área

Fonte: Autor

A baixo, temos relacido o número do operador, com o nome das operações realizadas pelos mesmos. Devemos observar, que dois operadores diferentes podem realizar a mesma operação devido a quantidade de pontos de solda que devem ser aplicados.

- 1-geração do numero de série/ Aplicação de mastic;
- 2-bracket;
- 3-dash LWR;
- 4-estacionária;
- 5-dash stud e respost;
- 6-longarina RH e OP#10;
- 7-longarina LH e OP#10;
- 8-OP#20;
- 9- OP#20;
- 10- OP#25;
- 11- OP#30;
- 12- OP#30;
- 13- Transporte.

2.6. KAIZEN

Na literatura o *Kaizen* tem sido descrito como a participação e força de trabalho na melhoria e aprimoramento dos processos e sendo um elemento chave na literatura japonesa. (ELGAR e SMITH, 1994;)

Kaizen é a palavra japonesa para melhoria, e na indústria tem a conotação de atividades que não são contratadas para melhorar as operações e o meio ambiente de trabalho. Sintetizando de maneira geral a força de trabalho realizada pelos próprios empregados contribuindo com o desenvolvimento da empresa (BRUNET e NEW 2003)

Apesar da grande variedades de tipos de kaizen, para este artigo a definição de Kaizen adotada como a melhoria de processos mudando o método produtivo, layout da linha de produção e criação de dispositivos simples dentro da fábrica sem que seja necessária a contratação de serviço ou compra de equipamento externo.



O emprego do Kaizen pode é demonstrado abaixo na figura 4



Figura 4: Arranjo do Kaizen

Fonte: SEBRA ES

3. METODOLOGIA

3.1. ESTUDO PRELIMINAR

Na primeira etapa, foram analisados os principais objetivos que deveriam ser alcançados e a viabilidade econômica, visto que a política de empresa não permitia usar grandes valores para investimento.

Para esta etapa, foi avaliada a quantidade disponível para investimentos no setor junto ao financeiro da empresa.

Foi pedido o aval do gerente de produção, além de reuniões com os coordenadores e supervisores da área.

Em conjunto com a engenharia industrial, foram levantados, dados como *takt time* da produção, custo de um operador incluindo benefícios e impostos e disponibilidade de aumento de mão de obra. Isso foi feito para prever ganhos possíveis e avaliar o custo benefício de investir em mais operadores.

3.2. COLOCAÇÃO DO PROBLEMA

Para avaliar a capacidade da área de carroceria produzir 30 carros por hora partiu-se da análise do tempo ciclo de todos os setores da carroceria para identificação do gargalo de produção.

Esta identificação foi feita avaliando o tempo ciclo de peça de cada peça de subconjunto que forma a carroceria, levando em consideração que o OEE da planta é 90%, esse valor é o total, estimando performance, paradas de qualidade e possíveis quebras de equipamento. As operações com tempo ciclo acima do *takt time* para a produção de 30 veículos por hora seria o alvo de estudo mais detalhado que foi a base desse projeto.



$Takt\ time = [(60min)/(veículos\ por\ hora)] * OEE$

$Takt\ Time = (60/30) * 0,90$

$Takt\ Time = 1,80\ min$

3.3. ANALISE DA SITUAÇÃO ATUAL

Após todas as análises de tempo e atividades dos postos, foi realizado um *brainstorm* para propor as soluções para ganho de produtividade usando a metodologia do *kaizen*.

Foram analisadas atividades que não agregam valor ao processo e realocados operadores caso possível, foi analisado também a oportunidade de substituir operadores por ferramentas que poderiam cumprir a determinada função.

Foi montado um gráfico com todas as atividades que dispendiam tempo dos operadores além do mapeamento com o tempo e frequência que as mesmas se repetiam.

As modificações visam colocar as operações no chamado tempo *standard*, tempo definido pela engenharia industrial da empresa que avalia somente o tempo necessário para realizar atividades que agregam valor ao processo, como posicionar peças e solda-las.

3.4. BUSCA DE SOLUÇÕES E NOVO MÉTODO DE TRABALHO

Após toda a busca e levantamento de dados, foram padronizadas as operações dos operadores e mensurados o tempo de cada atividade. Isso se deu com a cronometragem das atividades. Cada atividade do operador foi cronometrada do seu início até o final sendo essas bem definidas e medidas na prática.

Para um valor próximo do real, foram analisados além do tempo marcado pelo cronometro o conhecimento prático do operador, bem como sua habilidade e velocidade na operação. Para a obtenção de um tempo ciclo bem próximo do real, foram realizadas 15 cronometragens para cada operador.

Já existia uma base teórica de quanto tempo o operador realizava atividades sem agregar valor, porém com esses dados quantificados obtiveram o intervalo de tempo em que deveriam implementar as soluções.

3.5. IMPLEMENTAÇÃO DE NOVO MÉTODO

Com todos os dados, e propostas testaram-se na prática todos os novos métodos apresentados, os métodos para aumento da produtividade visavam principalmente diminuir os tempos ciclos das operações para atingir-se o volume de 30 carrocerias por hora, porém foram levadas em conta não só propostas para ganho de tempo ciclo. Também seriam levadas em consideração propostas para ganhar operadores, oportunidades de automatização e ganho de ergonomia e qualidade de produção.

Para validar os novos métodos, usaram a técnica de cronometragem para quantificar o ganho, custo e ganho financeiro, além de testes de qualidade para verificar se o produto final não seria afetado.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 ANÁLISES DAS OBSERVAÇÕES

No primeiro momento foi calculado o tempo ciclo de cada operação do setor avaliado, para definir quais são os pontos críticos. Foram cronometradas as operações realizadas no ritmo normal do operador, sendo excluídos outliers para a determinação do tempo ciclo. As médias podem ser vistas na figura 5 em forma de gráfico:

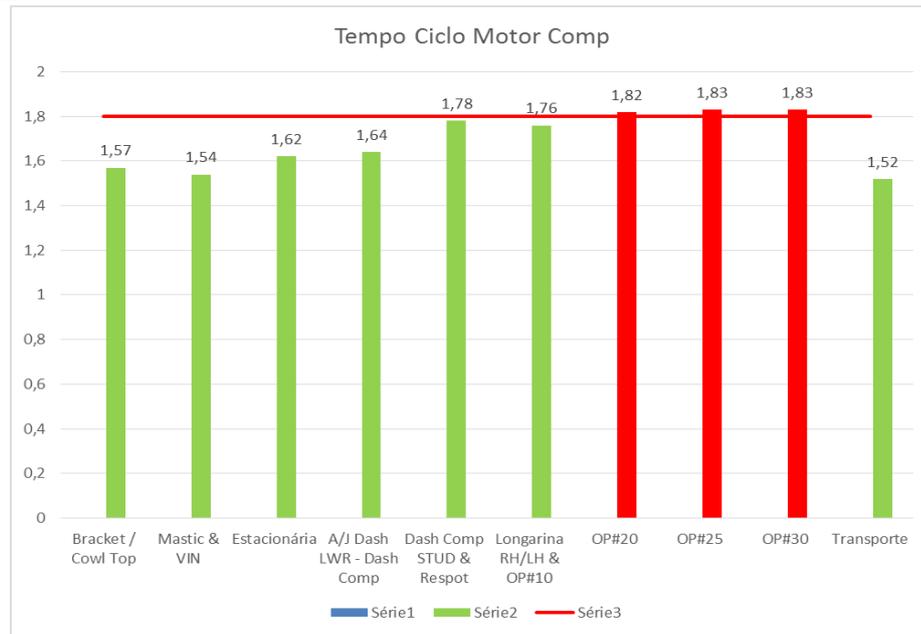


Figura 5: Tempo Ciclo das Operações
Fonte: Autor

No segundo passo, foram observadas todas as operações do setor de trabalho, o objetivo foi observar qual a ocupação de todos os operadores para localizar em quais períodos o operador ficava mais inativo ou realizava uma operação que não agregava valor no processo, como excesso de deslocamento, e espera.

As atividades que não agregam valor ao produto estão as atividades manuais, como preencher folhas ou retrabalhos, o deslocamento dos operadores, leitura de sequencia de produção, atividades logísticas como, por exemplo, buscar ou transportar peças, paradas de linha por erro operacional, espera pela operação, e a troca e fresa de eletrodo que mesmo sendo inerentes ao processo não agregam valor ao produto.

O foco da atividade está na redução das operações que não agregam valor, apesar de que deve ficar claro, que nem todas as operações que não agregam valor poderão ser eliminadas, como, por exemplo, os *checks* de qualidade e a troca e fresa de eletrodo, são atividades que fazem parte do processo porém não estão diretamente ligadas com a produção.

Em uma análise global da área chega-se ao seguinte resultado entre as atividades que agregam valor ao processo e as que não agregam, na figura 6 e a figura 7 mostra a porcentagem de atividades VA e NVA

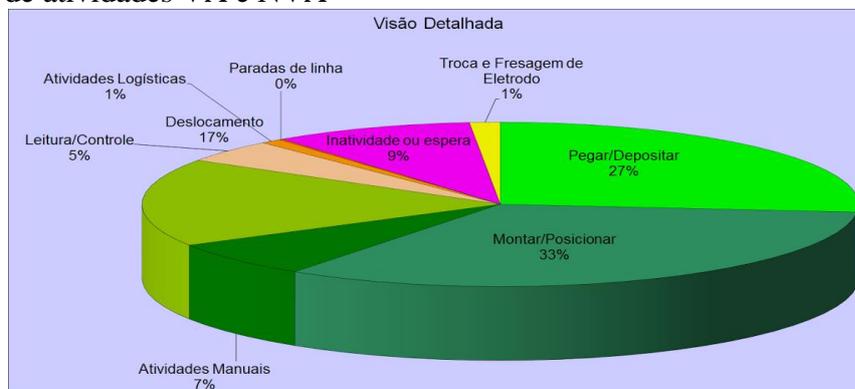


Figura 6: Atividades dos operadores
Fonte: Autor

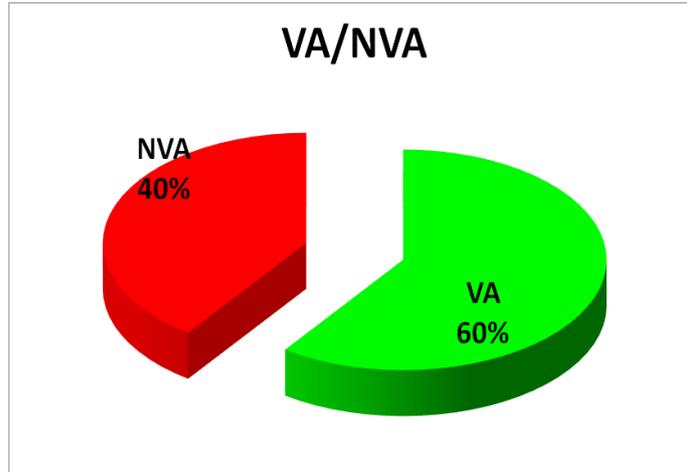


Figura 7: Gráfico de VA e NVA
Fonte: Autor

Como pode-se notar, a maior parte do tempo os operadores realizam atividades que não agregam valor ao processo. Contribuem para grande oportunidade de melhoria.

A figura 8 nos mostra a repartição das atividades por operador em porcentagem de tempo, pode-se observar que apesar de uma grande quantidade de atividades que não agregam valor, tais atividades como espera e bastante deslocamento, eliminando estas atividades, reduzindo o tempo ciclo e engajar melhor os operadores.

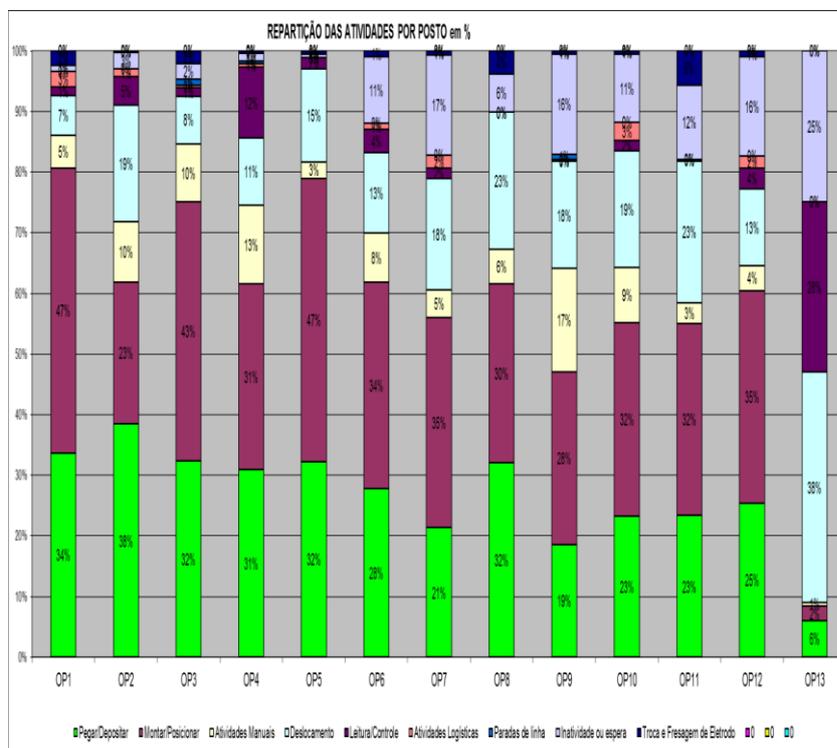


Figura 8: Distribuição de atividades por operador
Fonte: Autor



Foi observado uma grande quantidade de movimentos principalmente para o transporte de peças. Sendo este portanto escolhido como fato principal para ser melhorado utilizando a metodologia do kaizen.

4.2 REALIZAÇÃO DAS MUDANÇAS

Durante um final de semana sem produção, as principais mudanças de layout e produção foram feitas, o trabalho foi realizado pela manutenção, produção e engenharia do processo.

Após as mudanças foi exibido um novo layout simplificado já com as seguintes alterações realizadas:

- aproximação dos dispositivos longarina RH e LH da OP#10;
- aproximação das OP#10, #20 e #25;
- aproximação do estoque de peças a serem usados na OP#25;
- ajuste ergonômico nas talhas das OP#longarina, #10, #20, #25 e #30;
- teste de solda da operação Dash respost nos robôs posteriores ao processo.

Estas modificações foram realizadas internamente, sem a necessidade de contratação de contratação externa. Podese observar que mesmo o foco sendo nas operações que não atendiam o tempo ciclo, outras operações também foram alvo das melhorias por meio do Kaizen. A nova disposição de layout pode ser observada na figura abaixo:

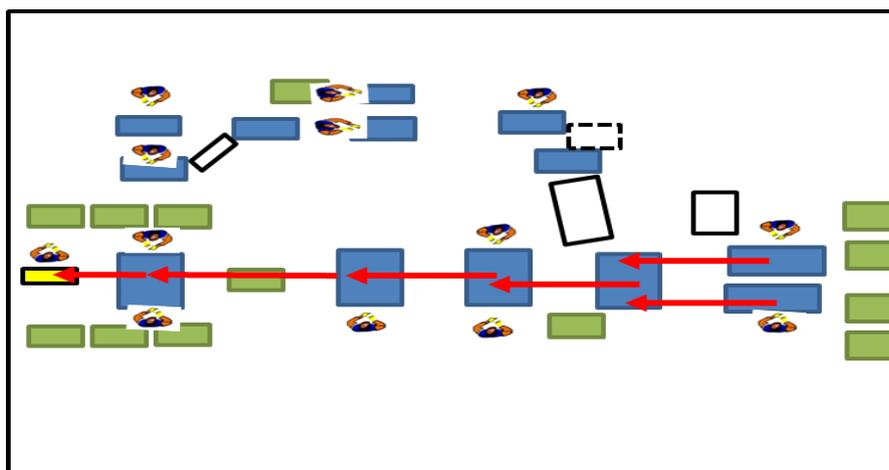


Figura 9: Novo Layout
Fonte: Autor

Os ganhos com as modificações realizadas com a aproximação do layout via Kaizen foram estimadas calculando a quantidade de passos que os operadores tinham que dar entre cada operação. Os ganhos estimados podem ser observados na tabela abaixo:

TABELA 1: Redução de passos

Operação	Número de passos			Tempo (s)
	Antes	Atual	ganho	
Longarina – OP#10	24	8	16	14,4
OP#10 – OP#20	14	6	8	7,2
OP#20 – OP#25	14	6	8	7,2
OP#25 – OP#30	14	6	8	7,2



A área aonde antes se localizava a operação longarina LH, passou a ser utilizada como área de reunião de time, a área aonde antes se localizava a longarina RH passou a receber peças e servir como uma pequena área de reparos, totalizando também ganho de espaço.

4.3 VALIDAÇÃO DE DADOS

Com todas as modificações feitas, foi-se novamente estabelecer o tempo ciclo de cada operação pós mudanças, a metodologia de cronometragem foi a mesma e obtivemos os seguintes resultados demonstrados na tabela 2:

Tabela 2: Medições de tempo ciclo após kaizen

POSTO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	média
Bracket	1,58	1,58	1,57	1,56	1,59	1,55	1,56	1,57	1,56	1,57	1,57
Mastic e VIN	1,53	1,54	1,54	1,57	1,54	1,53	1,56	1,55	1,54	1,58	1,54
Estacionária	1,60	1,65	1,64	1,60	1,63	1,63	1,64	1,64	1,61	1,64	1,62
Dash LWR	1,65	1,66	1,62	1,62	1,64	1,64	1,62	1,67	1,65	1,65	1,64
Dash comp e Respost	1,78	1,78	1,81	1,79	1,77	1,76	1,78	1,78	1,77	1,80	1,78
Longarina RH LH e #10	1,70	1,68	1,67	1,67	1,72	1,70	1,68	1,69	1,67	1,68	1,69
OP#20	1,79	1,79	1,78	1,78	1,78	1,80	1,77	1,78	1,77	1,81	1,78
OP#25	1,75	1,76	1,76	1,80	1,79	1,76	1,77	1,77	1,78	1,76	1,77
OP#30	1,75	1,77	1,76	1,76	1,74	1,74	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75
Transporte	1,50	1,54	1,52	1,52	1,53	1,56	1,51	1,50	1,52	1,49	1,52

Após cronometrados os tempos ciclos as médias foram colocadas em forma de gráfico para a visualização do tempo ciclo e do takt time, em vermelho. Estes dados podem ser vistos na figura 10:

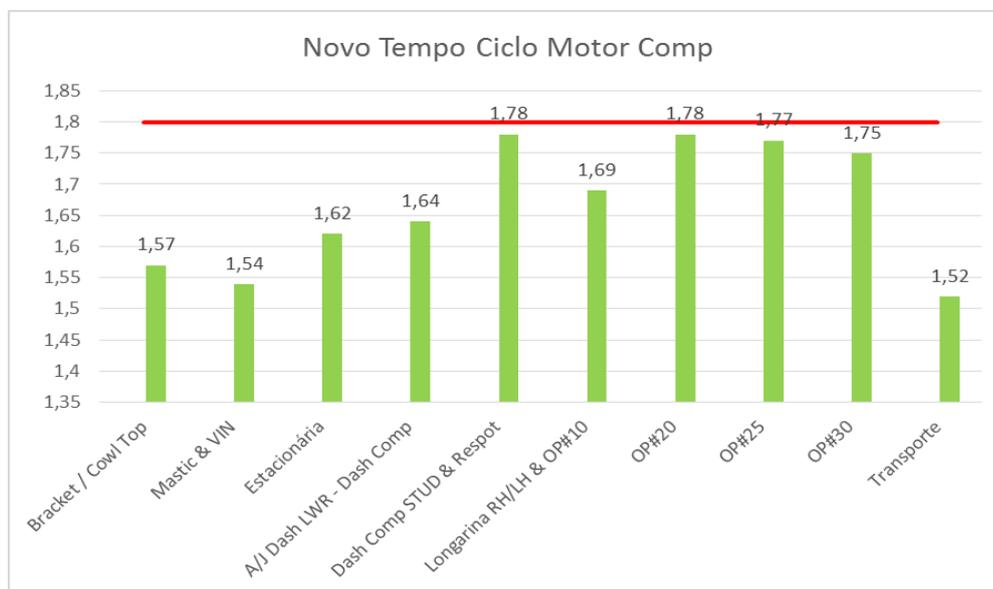


Figura 10: Tempo ciclo após kaizen

Fonte: Autor

Pode-se observar que os ganhos com a metodologia do Kaizen, foram suficientes para que todas as operações atingissem o tempo ciclo menor que o takt time para a produção de 30 carrocerias por hora com uma eficiência de 90%. Essa evolução foi possível sem a necessidade da contratação de mão de obra ou equipamentos de fornecedores, sendo 100% realizado pelos funcionários da própria empresa.



5. CONCLUSÃO

O processo de análise de tempo ciclo e análise de movimentos provaram-se efetivo para mensurar a capacidade de produção da linha e a quantidade de movimentos que não agregavam valor.

Devido à dificuldade da área em atingir seu *target* nos indicadores de OEE de seu *Hoshin Kanri*, não houve nenhuma dificuldade por parte do supervisor de colaborar com as ações, sendo ele um dos observadores e participantes do *brainstorm*.

A nova metodologia de trabalho não seria possível de ser realizada caso não tivéssemos estudados os movimentos dos operadores e criássemos um padrão de operação, minimizando seus movimentos o máximo possível.

Após a aproximação dos dispositivos da área houve uma grande reclamação por parte dos operadores, por acharem que estavam com pouco espaço para trabalhar, porém após uma semana se acostumaram com o novo ambiente e foram mais produtivos com menos deslocamentos.

A substituição dos pontos de solda e eliminação da operação *dash respost* se provou viável, e foi realizada, porém até a conclusão deste projeto não houve tempo hábil para mensurar os ganhos, a implementação do pino localizador na peça pelo fornecedor está em processo de *try out*, sendo a grande dificuldade a substituição da operação de transporte por um *karakuri*; esta dificuldade se deve principalmente a qualidade, pela peça “*motor comp*”, ser a principal peça de montagem de componentes, e ser uma região sensível a alterações geométricas.

Através de ferramentas simples como cálculo de tempo ciclo, observação contínua de movimentos, separação de movimentos entre os que agregam valor e os que não agregam e *brainstorm* entre a equipe, podemos melhorar ganhar em tempo e custo, sem ser necessário um grande investimento para isto. Sendo também importante a participação do operador, que deverá seguir o padrão operacional estipulado.



6. REFERÊNCIAS

- ALVAREZ, R. R e ANTUNES JR, J. A. V.** TAKT-TIME: Conceitos e contextualização dentro do sistema Toyota de produção 2001. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/gp/v8n1/v8n1a01.pdf> acesso em 26/05/2018
- BRUNET, A. P. e NEW, S.** KAIZEN IN JAPAN: an empirical study, International Journal of Operations and Production Management, Vol 23 Issue: 12 pp. 1426 1446
- CONTADOR, J. C.** Produtividade Fabril I. Método para rápido aumento da produtividade fabril In: Anais XXV Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Porto Alegre, 2005
- ELGAR, T. e SMITH, C.** Global Japonization: The transnational transformation of the labour process, Routledge, Londres. 1994
- MAGDALENA, F. S. e da SILVA V. F. A** Análise simulatória do processo de soldagem a ponto por resistência em união de chapas de aço baixo carbono tipo Interstitial Free, CEFET 2004
- KEARNS, W. H** “Welding handbook”: Resistance and solid state welding and other Joining Process. Miami: American Welding Society, 1984
- MACEDO, M. de M.** Gestão da produtividade nas empresas. A aplicação da produtividade sistêmica permite determinar o valor adicionado ao processo produtivo. FAE BUSINESS, n.3, p. 18-22, set.2002
- dos SANTOS, R. G; OLIVEIRA, G. B. M; NETO, G. C. O** Otimização do Fluxo de Processo e Medição de Desempenho em uma Célula de Produção: Estudo de Caso no Setor Automotivo. SEGET, Resende, 2017
- SLACK, Nigel; CHAMBERS, Stuart; JOHNSTON, Robert.** Administração da Produção. 2.ed. São Paulo: Atlas, 2007.