



SICIT 2018

Semana de Iniciação
Científica e Tecnológica

Universidade de Itaúna

REDUÇÃO DO ÍNDICE DE REFUGO NUMA INDÚSTRIA DE AUTOPEÇAS POR MEIO DA APLICAÇÃO DO *STANDARD KAIZEN*

Gabriela Barbosa Antunes, Universidade de Itaúna, gabybartunes@hotmail.com

Gabriela de Souza Santos, Universidade de Itaúna, gabriela_s94@hotmail.com

Sabrina Monteiro Duarte Nunes, Universidade de Itaúna, sabrina_duarte_12@hotmail.com

Gilson Marques Pinheiro, Universidade de Itaúna, gilsonmarques1@gmail.com

Resumo: A busca pela melhoria contínua e redução de custos e desperdícios se tornam cada vez mais importantes para a sobrevivência e sucesso das empresas, num cenário, onde o mercado se encontra cada vez mais competitivo. Dessa forma, a utilização de ferramentas da qualidade para melhoria dos processos tem se tornado frequente e necessária nas organizações. Neste contexto este trabalho apresenta um estudo de caso realizado em uma empresa de autopeças para redução do índice de refugo de uma peça automotiva. O problema apresentado no presente estudo é o alto índice de refugo devido ao mal cravamento de um dos seus componentes. Assim, o objetivo principal deste trabalho é eliminar o refugo devido ao mal cravamento de um componente. Para solução deste problema foi empregada a metodologia *standard kaizen* que utiliza o ciclo PDCA. Identificou-se que as causas fundamentais do problema eram a variação do parâmetro de torque e a contração do produto. Para o bloqueio destas causas foi realizada a troca do controlador de torque, bem como automatização do dispositivo de cravamento, modificação do fluxo e balanceamento da linha. Após a implementação destas ações de melhoria obteve-se redução de 100% de refugo das peças, além de proporcionar à empresa a melhoria do processo, o aumento da produtividade e a melhoria ergonômica do posto de trabalho.

Palavras-chave: *Standard kaizen*. Refugo. Autopeças.

1 Introdução

Atualmente há grande preocupação das empresas em fornecer produtos com qualidade devido à exigência dos clientes e, principalmente, à competitividade. Para tanto, estas têm adotado sistemas de produção capazes de fabricar produtos com baixo custo e qualidade intrínseca a fim de alcançar a satisfação dos clientes e conquistar novos mercados.

Assim as empresas devem ser capazes de resolver problemas de maneira eficaz, caso ocorram, utilizando metodologias de análise e de resolução de problemas adequadas. Neste sentido, evidenciou-se a necessidade de intervir na linha de produção de uma empresa de autopeças, devido ao alto custo gerado por refugo em uma linha de montagem de uma peça automotiva.

Para a redução do índice de refugo foi utilizada a metodologia *kaizen* de melhoria contínua, utilizando o ciclo PDCA que possibilita a melhoria contínua, afim de aprimorar o desempenho operativo para que a empresa alcance a competitividade de classe mundial.

2 Metodologia

Este trabalho trata-se de uma pesquisa aplicada que objetiva a solução do problema relativo ao alto índice de refugo no processo de montagem de componentes de uma peça automotiva que resultará na melhoria de produtividade e qualidade, redução de custo, melhor ergonomia, saúde e segurança do operador, melhor aproveitamento dos recursos disponíveis e preservação do meio ambiente. Isto contribui para o aumento da competitividade da empresa.

Os dados são coletados por meio de observações no chão de fábrica, consulta a documentações e pesquisas *on the job*, e os resultados são apresentados na forma de gráficos, relatórios e quadros de gestão à vista; os quais após serem analisados é feita a comparação entre o cenário atual do estudo e o cenário alcançado após a aplicação da metodologia.

Para análise e solução do problema é utilizada a metodologia *standard kaizen* que também utiliza o ciclo PDCA. Esta metodologia é eficaz para implementar melhorias rápidas, onde os problemas são de alguma forma mais complexos e a maioria dos dados já está definida e disponível (YAMASHINA, 2009b). Nesta metodologia são utilizadas as sete ferramentas da *world class manufacturing* (WCM) para se ter direcionamento, compreensão completa do problema e fenômeno e identificação lógica e detalhada das causas raiz. Estas ferramentas são as seguintes: priorização, avaliação e definição de objetivos, descrição do problema, compreensão da situação atual, análise de causa raiz, descrição dos fenômenos e *the way to teach people* que significa “a forma de ensinar ou treinar as pessoas” (TWTTP) (YAMASHINA, 2011).

Outras ferramentas cruciais utilizadas para a investigação, a análise e a resolução do problema são: 5G (*gemba* - vá ao posto de trabalho; *gembutsu* - verifique o fenômeno; *genjitsu* - verifique fatos e dados; *genri* - refira-se à teoria; e *gensoku* – verifique os padrões operativos), 5W1H, 4M, cinco porquês, *yamazumi chart* (gráfico de barras empilhadas que objetiva mostrar os tempos de ciclo e o processo do operador), HERCA (*human error root cause analysis*, que significa “análise da causa raiz do erro humano”) e MPInfo (se refere à melhoria do equipamento, principalmente em relação à segurança, organização do posto de trabalho, manutenção autônoma e qualidade (YAMASHINA, 2009a; 2009b; 2010).

3 Contexto do estudo

O estudo é realizado em uma indústria de fabricação de componentes termoplásticos, do segmento automobilístico, nos setores de injeção plástica e linha de montagem. Especificamente, o estudo é realizado na linha de montagem de uma peça automotiva. Na montagem final a fixação dos componentes é feita por um dispositivo de cravamento, onde a programação de cravamento ocorre quando a programação do parâmetro de torque da parafusadeira é feita. Neste mesmo processo é realizado a inspeção e o armazenamento das peças. As operações são realizadas por dois operadores.

O problema foco do estudo é o alto índice de refugo devido ao mal cravamento de um dos componentes. Isto provoca retrabalho e atraso no processo, não permitindo que seja realizada a próxima operação, podendo, assim, comprometer o prazo de entrega ao cliente.

Assim, o objetivo principal deste trabalho é eliminar o índice de refugo, possibilitando melhoria de produtividade e qualidade, redução de custo, melhoria ergonômica, melhor aproveitamento dos recursos e preservação do meio ambiente. Isto contribui para o aumento da competitividade da empresa.

4 Análise e solução do problema

4.1 Fase *plan*

Inicialmente, por meio da aplicação da metodologia *standard kaizen*, na fase *plan*, são realizadas as etapas de priorização do problema, desdobramento dos objetivos, descrição do problema, compreensão da situação atual, descrição do fenômeno, análise da causa raiz e elaboração de plano de ação.

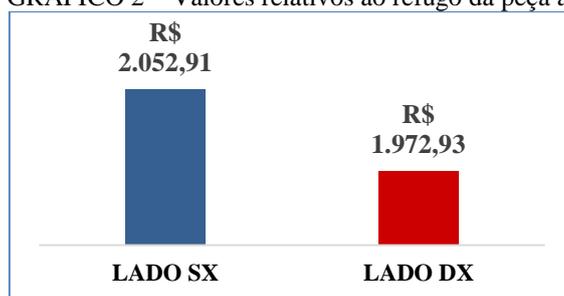
4.1.1 Priorização do problema

Para priorizar o problema a ser resolvido, foi realizada, inicialmente, a estratificação das maiores perdas mensais. Estratificando os defeitos de qualidade, representados como refugo ou “*scrap*” (termo utilizado no ramo industrial que significa “restos”), observa-se que a maior perda causada por refugo ocorre no item em estudo, sendo que o principal motivo desta perda é devido a mal cravamento de um dos componentes.

4.1.2 Desdobramento detalhado, lógico e sistemático dos objetivos

Para identificar corretamente o local do problema, visto que peça em estudo possui dois lados, foi realizada a estratificação da perda por *scrap* por respectivos lados DX e SX, conforme mostra o GRÁFICO 2.

GRÁFICO 2 – Valores relativos ao refugo da peça automotiva



Fonte: Elaborado pelos autores (2017).

4.1.3 Descrição do problema e compreensão da situação atual

Para permitir melhor e rápida visualização do problema, este foi demonstrado por meio da utilização de *sketches*.

Realizando análise 5G, foi identificado que o processo de montagem dos componentes é realizado por meio de um dispositivo de cravamento e que a montagem é realizada



SICIT 2018

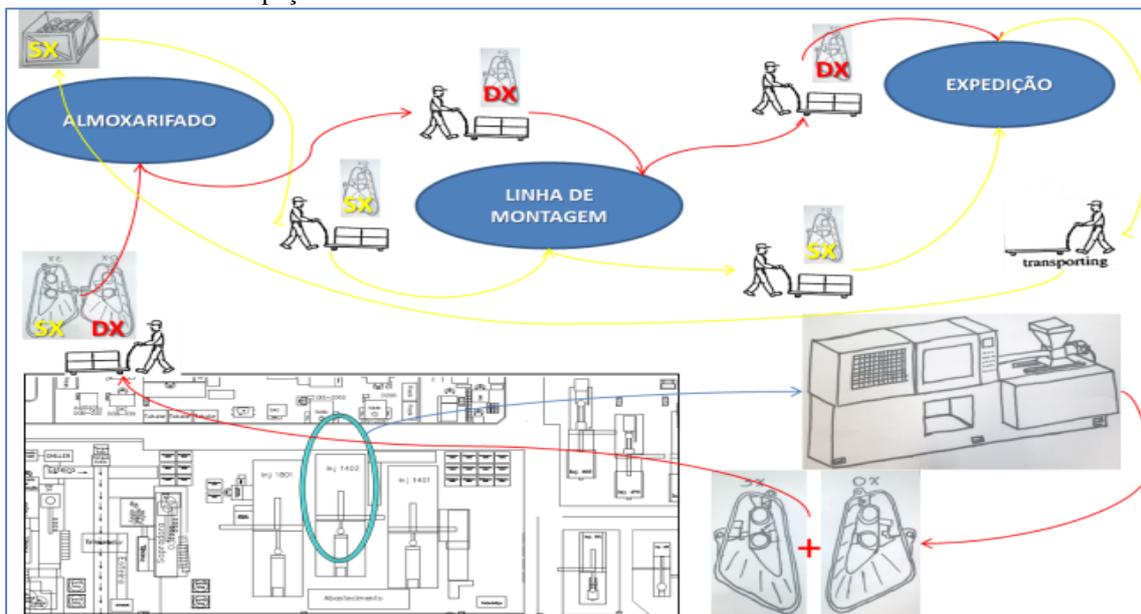
Semana de Iniciação
Científica e Tecnológica

Universidade de Itaúna

primeiramente em apenas um dos lados da peça alternando de acordo com a necessidade. A alternância da versão/lado é feita manualmente pelo operador.

Foi verificado que a montagem dos componentes geralmente ocorre na versão “DX” (destra/direita) primeiro, e que esta é executada logo após a injeção. Esta peça é levada por meio de uma tradota para a linha de montagem, e o outro lado da peça “SX” (sinistra/esquerda) fica armazenado no almoxarifado até que todas as peças “DX” sejam montadas, conforme representado na FIGURA 1. Foi verificado, também, que apenas as peças que vão para a linha de montagem depois de ficarem armazenadas no almoxarifado apresentam mal cravamento do componente.

FIGURA 1 – Fluxo das peças



Fonte: Elaborado pelos autores (2017).

4.1.4 Descrição do fenômeno

Utilizando a ferramenta “5W1H” foi identificado que o fenômeno ocorre durante o processo de montagem de componentes, apenas em peças que saem da injeção, vão para o almoxarifado e só depois vão para a linha de montagem. O fenômeno segue uma tendência crônica, independente do dia, turno ou operador. Não há influência humana no processo de cravamento, pois o mesmo é automático.

4.1.5 Análise da causa raiz

A partir da descrição do fenômeno surge a necessidade da análise da causa raiz por meio da ferramenta 4M, que evidenciará as possíveis causas do problema (parâmetros da máquina desregulados, variação do parâmetro de torque, erros do operador, contração do material e contração do produto) o que permite a análise dos dados coletados no diagrama 4M.

Desse modo, foi verificado, por meio da ficha técnica de injeção, que os parâmetros da máquina como pressão, temperatura, entre outros, estavam dentro do estabelecido.

Foi percebido que as operações são seguidas corretamente, diminuindo a possibilidade das causas raízes do problema estarem relacionadas à mão de obra.

A contração do material é constante e uniforme e não interfere no processo de montagem dos componentes, visto que as dimensões são alteradas no molde para que o resultado final do produto seja conforme suas especificações técnicas.

Verificou-se que o torque padrão estava atuando com 32%, sendo que o estabelecido é 44% e tolerância de 0,4%. Foram analisadas as condições básicas do equipamento e foi identificado que o dispositivo atuava em suas condições normais, porém devido a algumas variações, como por exemplo o cravamento dos componentes na segunda peça, o controlador de torque se desregula, ou seja, varia o torque padrão. Assim, percebeu-se que o controlador de torque é ineficiente.

A contração do produto pode variar de acordo com as mudanças de condições, sendo que um dos fatores que a influenciam é o tempo de armazenamento. Realizando testes nas peças foi percebido que, devido à contração do produto, ocorre a dificuldade de cravamento do componente.

Assim, por meio do diagrama 4M, foi possível identificar as duas principais causas do problema: controlador de torque desregulado e contração do produto.

Quando algum problema relacionado à mão de obra é identificado no diagrama 4M, é necessária a aplicação da ferramenta TWTTP para identificação do “porque” das possíveis causas. Assim, após a aplicação do TWTTP + HERCA foi identificado que existem oportunidades de melhoria do processo como implantar um dispositivo à prova de erros ou aumentar o número de provas de falha/erro.

4.1.6 Plano de ação

Foi elaborado um plano de ação, definindo-se as ações de bloqueio das principais causas do problema, responsabilidades e prazos. Neste sentido, as ações definidas foram as seguintes:

- realizar análise do controlador de torque;
- planejar a mudança de fluxo;
- planejar a automatização do dispositivo de montagem;
- fazer análise / aprovação técnica;
- fazer análise / aprovação financeira;
- realizar a troca do controlador de torque;
- mudar o fluxo;
- automatizar dispositivo de montagem;
- realizar testes da mudança de fluxo;
- verificar situação ergonômica do operador;
- realizar testes com o controlador de torque;
- realizar teste do dispositivo de montagem automática;
- padronizar as modificações.

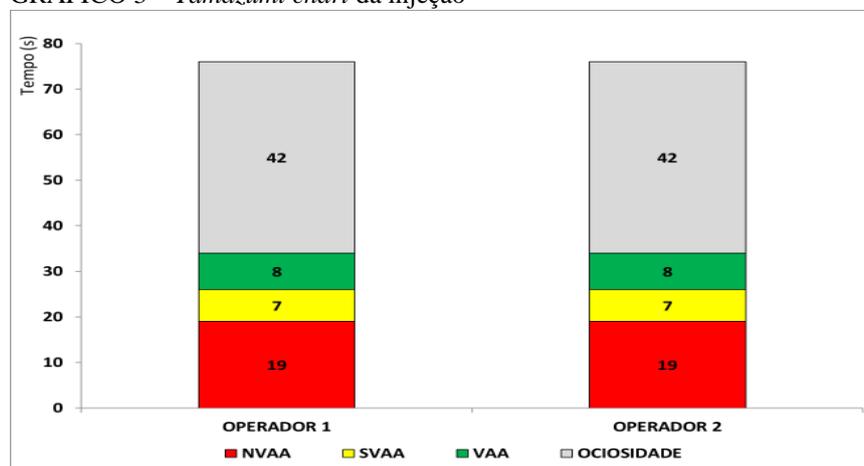
4.2 Fase do

A troca do controlador de torque foi realizada por meio da intervenção de um fornecedor que também analisou a variação do torque constatando que o controlador era ineficiente.

Para o planejamento da mudança do fluxo é necessário classificar as atividades que agregam valor (VAA), as que semiagregam valor (SVAA) e as que não agregam valor (NVAA).

No processo de injeção, onde atuam dois operadores o tempo de ciclo é de 76 segundos sendo que as atividades dos operadores são realizadas em 34 segundos. Portanto, analisando as atividades e o tempo total de ciclo, através da classificação das atividades, percebeu-se dessaturação de 42 segundos, conforme o *yamazumi chart* ilustrado no GRÁFICO 3.

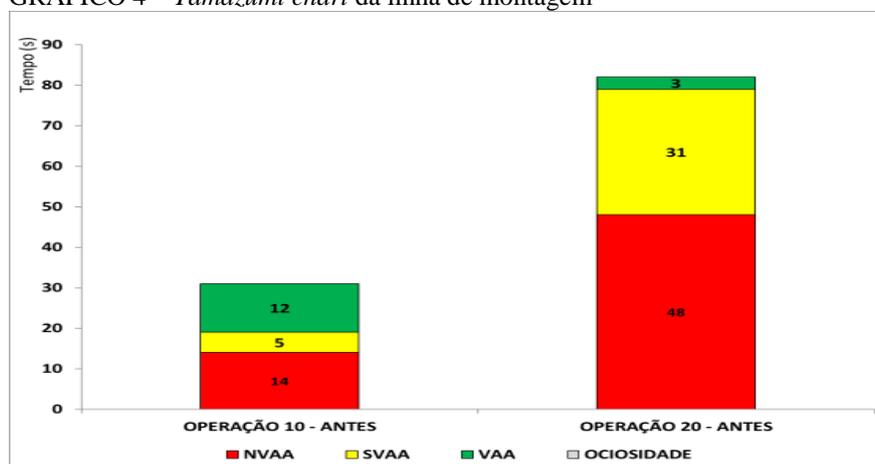
GRÁFICO 3 – *Yamazumi chart* da injeção



Fonte: Elaborado pelos autores (2017).

Na linha de montagem dos componentes, onde atuam dois operadores, são realizadas duas operações – a montagem inicial (operação 10) e a montagem final (operação 20) – cujos tempos de ciclo são 31 e 82 segundos, respectivamente, conforme mostra o *yamazumi chart* ilustrado no GRÁFICO 4.

GRÁFICO 4 – *Yamazumi chart* da linha de montagem



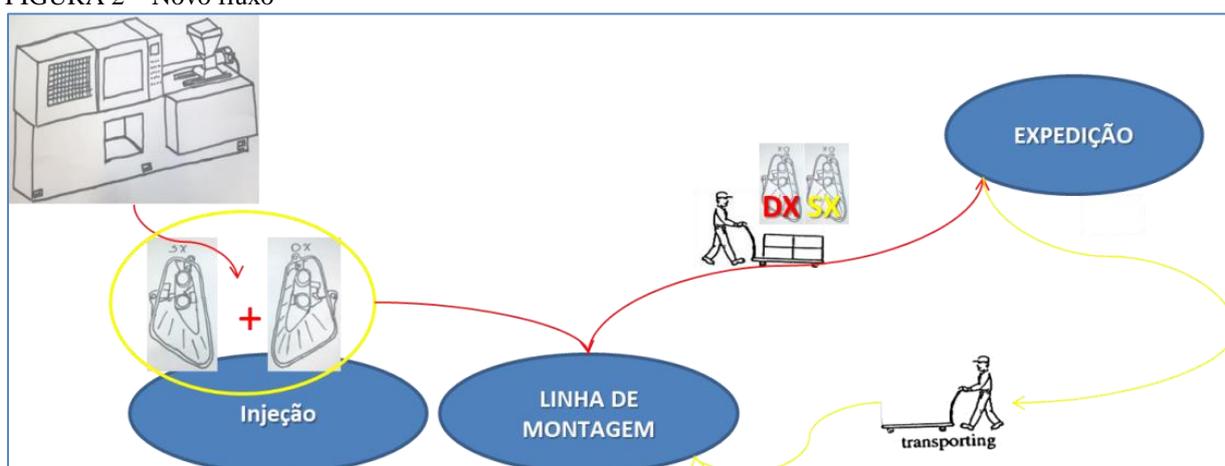
Fonte: Elaborado pelos autores (2017).

Por meio da separação e análise do tempo de injeção e de montagem da peça, foi proposta a mudança de fluxo. Assim, a linha de montagem foi colocada próximo à injeção, evitando a grande movimentação de uma linha à outra. No cálculo de movimentação logística, percebe-se que são perdidas 24,43 horas, mensalmente por transporte das peças, gerando um custo anual de R\$ 7.457,41.

Porém, com a troca de versão da peça sendo feita manualmente, ainda era necessário armazenar um dos lados da peça no almoxarifado. Neste sentido, foi automatizado o dispositivo de troca de versão, possibilitando que as duas peças pudessem ser levadas diretamente à linha de montagem, ou seja, o processo seria realizado sequencialmente, eliminando o armazenamento no almoxarifado. O custo para realizar a automatização foi de R\$19.913,40.

Após a automatização do dispositivo de troca de versão foi proposto novo fluxo (FIGURA 2), pois a atividade de troca de versão manual foi eliminada possibilitando que a troca de versão fosse realizada paralelamente.

FIGURA 2 – Novo fluxo



Fonte: Elaborado pelos autores (2017).

Após a modificação do fluxo foram necessárias a identificação e a análise dos riscos ergonômicos, por meio da aplicação da ferramenta MURI que permitiu analisar todas as atividades desenvolvidas no posto de trabalho classificando-as de acordo com o grau de riscos das posturas adotadas. Esta análise foi realizada na injeção e na montagem inicial e final da peça.

Por meio da análise realizada pode-se observar que as atividades “pegar a peça” (na montagem inicial) e “colocar a peça na caixa” (na montagem final) são as piores situações ergonômicas. . A fim de solucionar este problema relacionado à postura foi colocado um tomba caixas para reduzir a inclinação do tronco do operador quando o mesmo realizava a atividade de colocação e retirada de peças da caixa, conforme ilustrado na FIGURA 3.

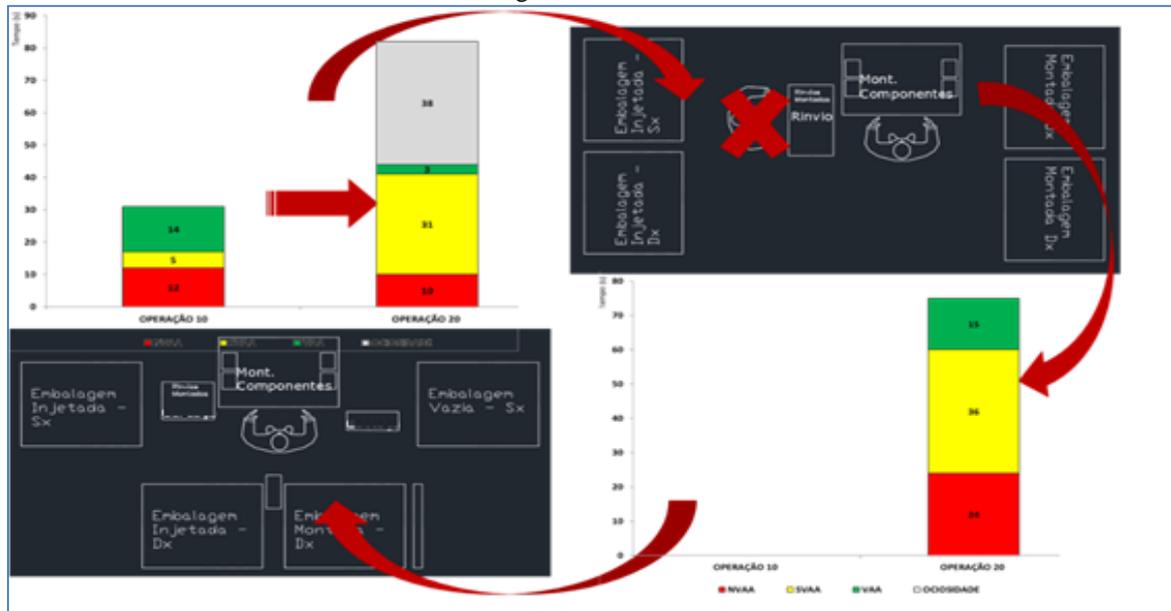
FIGURA 3 – Situação ergonômica do operador com o uso do tomba caixas



Fonte: Elaborado pelos autores (2017).

Após a realização das modificações na linha de injeção e montagem (troca do controlador de torque, mudança de fluxo e troca de versão automática), foi feito o balanceamento da linha de montagem, enviando as atividades realizadas na operação 10 para a operação 20 e consequentemente as alterações e ajustes necessários no leiaute, para que ficasse de acordo com as alterações realizadas, conforme mostra a FIGURA 4.

FIGURA 4 – Balanceamento da linha de montagem



Fonte: Elaborado pelos autores (2017).

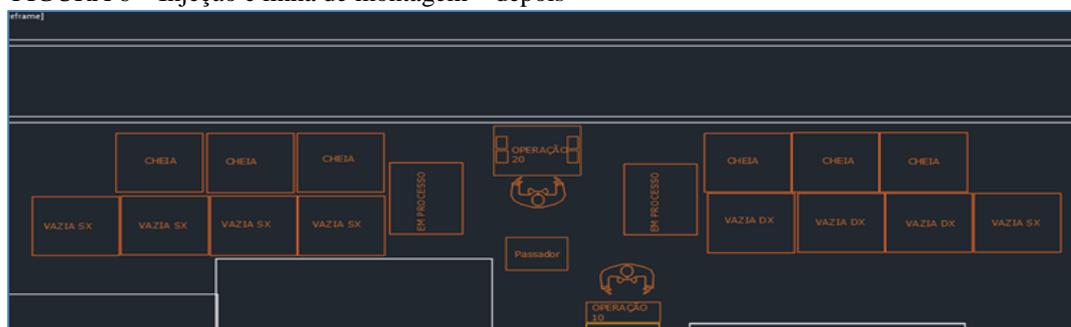
Com o balanceamento entre as operações 10 e 20, por meio da junção das atividades, o índice de NVAA diminuiu e a dessaturação aumentou, fazendo com que fosse possível realizar todo o processo com apenas dois operadores. O leiaute dos processos de injeção e montagem, antes e depois das modificações, está ilustrado nas FIGURAS 5 e 6.

FIGURA 5 – Injeção e linha de montagem – antes



Fonte: Elaborado pelos autores (2017).

FIGURA 6 – Injeção e linha de montagem – depois



Fonte: Elaborado pelos autores (2017).

4.3 Fase *check*

Na fase *check* é necessário verificar se o objetivo definido na fase *plan* foi atendido e se o que foi realizado na fase *do* está possibilitando o alcance de bons resultados para a empresa. Portanto, a maneira de se comprovar que o objetivo de eliminar o refugo causado pelo mal cravamento de um componente foi alcançado é por meio do monitoramento do apontamento de refugo. Neste sentido, conforme demonstrado no GRÁFICO 5 referentes aos valores de perda das peças por refugo, pode-se observar que o objetivo foi alcançado.

GRÁFICO 5 – Objetivo alcançado: zero refugo



Fonte: Elaborado pelos autores (2017).

Foi constatado que o controlador de torque está atuando conforme especificações e que a automatização do dispositivo de troca de versões atendeu às expectativas.

Os dados e informação correspondentes ao benefícios e custo do projeto implantado estão relacionados nos QUADROS 1 e 2, respectivamente.



SICIT 2018

Semana de Iniciação Científica e Tecnológica

Universidade de Itaúna

QUADRO 1 – Cálculo do benefício

CÁLCULO DO BENEFÍCIO													
Cálculo - Redução Custo do Refugo													
Item	Código	Descrição	Volume Anual	Volume Mensal	Refugo Mensal	% - Refugo	Redução Refugo (Mensal)	% Refugo (reduzido)	Custo p/ peça	Custo Total	MENSAL	ANUAL	Comentários
1	48920948	CARCAÇA X1H DX	75.984	6.332	18,88	0,30%	0	0,00%	R\$ 17,42	R\$ 328,82	R\$ 328,82	R\$ 3.945,86	
2	48930948	CARCAÇA X1H SX	77.868	6.489	19,64	0,30%	0	0,00%	R\$ 17,42	R\$ 342,15	R\$ 342,15	R\$ 4.105,82	
Cálculo - Perda Serviço													
Descrição	HORAS DIA		Antes	Depois	Delta	Hora/Homem	Qtd turnos	Custo Total	MENSAL	ANUAL	Comentários		
	MOVIMENTAÇÃO LOGÍSTICA	1,11										0,00	1,11
Redução de mão de obra													
Qtd MO	Qtd turnos	Sector / Função/Registro do colaborador	Custo Taxa Hora	MENSAL	ANUAL								
2	1	OPERADOR	R\$ 11,42	R\$ 5.024,80	R\$ 60.297,60								
				R\$ 5.024,80	R\$ 60.297,60								
TOTAL DO BENEFÍCIO HARD				R\$ 670,97	R\$ 8.051,68								
TOTAL DO BENEFÍCIO VIRTUAL				R\$ 5.024,80	R\$ 60.297,60								
TOTAL DO BENEFÍCIO SOFT				R\$ 621,24	R\$ 7.454,94								
TOTAL				R\$ 6.317,02	R\$ 75.804,22								

Fonte: Elaborado pelos autores (2017).



SICIT 2018

Semana de Iniciação
Científica e Tecnológica

Universidade de Itaúna

QUADRO 2 – Cálculo do custo

CALCULO DO CUSTO					
Custo - Horas de Analise / Serviços					
Descrição	Tempo Elaboração	Custo Taxa Hora	Custo Total	Comentários	
ANÁLISE DE PROJETO	88	R\$ 17,26	R\$ 1.518,88		
			R\$ 1.518,88		
Descrição	Quantidade Itens	Custo Unitário	Custo Total Material	Comentários	
AUTOMATIZAÇÃO DE TROCA DE VERSÃO	1	R\$ 19.913,40	R\$ 19.913,40		
			R\$ 19.913,40		
PROJETO FATOR SEGURANÇA					
Benefício Total	R\$ 75.804,22	RISCO ALTO	20%		
5%	R\$ 3.790,21	RISCO MODERADO	10%		
Benefício - risco	72.014,01	RISCO BAIXO	5%		
Custo Total			R\$ 21.432,28		
Saving Annual SOFT			R\$ 4.974,44		
Saving Annual VIRTUAL			R\$ 40.234,66		
Saving Annual HARD			R\$ 5.372,63		
B/C			R\$ 3,36		

Fonte: Elaborado pelos autores (2017).

4.4 Fase act

Quanto à modificação da concepção do dispositivo de cravamento foi feita a MPInfo, que é um documento de padronização, para garantir que os próximos dispositivos atendam as especificações.

Para a padronização das atividades operacionais foram realizadas revisões nos procedimentos operacionais da injeção e das operações 10 e 20 da linha de montagem, incluindo a operação 10 no procedimento da operação 20.

5 Conclusão

O estudo de caso realizado consistiu na aplicação do *standard kaizen* que utiliza o ciclo PDCA e teve como objetivo reduzir o alto índice de refugo causado devido ao mal cravamento de um componente, na montagem dos componentes da peça automotiva.

Para atingir o objetivo proposto, percebeu-se a importância da metodologia e das ferramentas utilizadas para a investigação, a análise e a resolução de problemas.

Após a realização do estudo e implementação das propostas foi possível eliminar o refugo de peças devido ao mal cravamento de um dos componentes, reduzindo o custo de produção, melhorando o processo, aumentando a produtividade e possibilitando a melhoria ergonômica do posto de trabalho e atingir um *saving* anual de R\$ 50.581,73.

Após os resultados alcançados, sugere-se a execução da metodologia *standard kaizen* e as ferramentas utilizadas neste trabalho em outros setores produtivos, a fim de melhorar outros processos e produtos, possibilitando a redução de custos e desperdícios e consequentemente elevando a capacidade de competitividade da empresa.

Referências

YAMASHINA, H. **World class manufacturing: Métodos e instrumentos.** [s.l.] : [s.n.], 2009a.

_____. **Book:** Melhoria focada. [s.l.]: [s.n.], 2009b. 167 slides.

_____. **WCM:** *World class manufacturing.* [s.l.]: [s.n.], 2010. 82 slides.

_____. **FI:** *Focused improvement.* [s.l.]: [s.n.], 2011. 64 slides.