

## **Preparação de uma linha de hemming para fabricação de um novo modelo de automóvel**

### **Preparation of a hemming line for manufacturing a new car model**

DOI:10.34117/bjdv7n6-362

Recebimento dos originais: 17/05/2021

Aceitação para publicação: 17/06/2021

#### **Sílvio Sérgio Silveira de Siqueira**

Me

PPGEP UFF

Endereço: Av. Dos Trabalhadores n. 420 - Vila Santa Cecilia - Volta Redonda – RJ

E-mail: silviosiqueira91@gmail.com

#### **Mariana Gabriela Silveira de Siqueira**

Eng

PPGEP UFF

Endereço: Av. Dos Trabalhadores n. 420 - Vila Santa Cecilia - Volta Redonda – RJ

E-mail: mgsilveirasiqueira@hotmail.com

#### **Paula da Silva Nogueira**

Eng

UNISAL

Endereço: Rua Dom Bosco, 284 – Centro – Lorena/SP

E-mail: paulasilvanogueira@hotmail.com

### **RESUMO**

Para a indústria automobilística o lançamento de novos modelos são fundamentais para que a empresa se mantenha competitiva, apresentando novidades para seus clientes e gerando mais opções de produtos no mercado. Entretanto, para que um novo modelo seja lançado é necessário que as linhas de produção passem por adaptações para que sejam capazes de produzir este novo modelo. A seguinte pesquisa trata-se de um estudo de caso em uma indústria automobilística no Sul Fluminense, onde um novo modelo de automóvel estava para ser lançado e era necessária uma adaptação na linha de hemming para que o tempo de setup possa atender a demanda de produção. A pesquisa buscou na literatura conhecimentos do processo de hemming, conhecimentos de engenharia industrial como takt time, tempo ciclo e OEE, e fatores a serem avaliados como ergonomia e segurança nos postos de trabalho. A pesquisa então avaliou a condição atual da célula de hemming sem receber o novo modelo e com base nos dados adquiridos entrou em contato com empresas terceirizadas para realizar a instalação de um setup automático na célula. Após a automação do setup, a nova condição da linha foi avaliada e os ganhos quantificados. A pesquisa deixou para a empresa uma metodologia de como avaliar células de produção para definir projetos de automação com o melhor custo benefício que atenda às necessidades da empresa.

**Palavras-Chave:** OEE, Setup, Hemming, Segurança.

## ABSTRACT

For the automotive industry, the launching of new models is fundamental for the company to remain competitive, presenting novelties to its customers and generating more product options in the market. However, for a new model to be launched it is necessary that the production lines go through adaptations to be able to produce this new model. The following research is a case study in an automobile industry in Sul Fluminense, where a new automobile model was about to be launched and it was necessary to adapt the hemming line so that the setup time could meet the production demand. The research sought in the literature knowledge of the hemming process, industrial engineering knowledge such as takt time, cycle time, and OEE, and factors to be evaluated such as ergonomics and safety at workstations. The research then evaluated the current condition of the hemming cell without receiving the new model and based on the acquired data contacted third-party companies to perform the installation of an automatic setup in the cell. After the automated setup, the new condition of the line was evaluated and the gains quantified. The research left to the company a methodology on how to evaluate production cells to define the most cost-effective automation projects that meet the company's needs.

**Keywords:** OEE, Setup, Hemming, Safety.

## 1 INTRODUÇÃO

A indústria 4.0 é uma realidade cada vez mais próxima e as empresas que não se adaptarem a ela estão destinadas a se posicionar atrás da concorrência no mercado. Faz-se, então, necessário que os conceitos de automação industrial sejam cada vez mais enraizados nas empresas preocupadas em melhorar a sua produtividade e em reduzir os custos produtivos (SILVA; SILVEIRA; MORAES; BRUM, 2018). Máquinas, equipamentos automatizados e otimizados, podem concluir tarefas complexas, proporcionando eficiência de custo superior e produto com maior qualidade (BAHRIN; OTHMAN; AZLI; TALIB, 2016).

Não só tendo em vista a redução de custos e a melhoria da eficiência, a automação pode também melhorar a ergonomia dos processos e a segurança dos operadores, melhorando, assim, a qualidade de vida no trabalho (SOARES; MIOTTO; GRANDO, 2016). Tal afirmação se torna ainda mais importante quando se analisa que de acordo com o anuário do DIEESE (2017), 111.390 trabalhadores foram afastados de suas funções devido a doenças profissionais ou de trabalho e 288.506 trabalhadores foram afastados por acidentes típicos de trabalho, totalizando 399.896 afastamentos. Na indústria automobilística, os trabalhadores realizam esforços físicos intensos, trabalham em ritmo constante, para atender a demanda de produção. Executam trabalhos repetitivos e muitas das vezes em posturas inadequadas. Outro fator preponderante é a existência, no meio de

operações manuais, de equipamentos pesados e móveis, acarretando risco de esmagamento de membros dos operadores e risco de choque.

Um fato comum na indústria automobilística são os lançamentos de novos modelos. Novos modelos são essenciais para que as montadoras não percam mercado perante a concorrência e evitam que a montadora tenha no mercado somente veículos com tecnologia defasada, o que é prejudicial, já que o perfil do consumidor muda com o passar dos anos, buscando, nos veículos, mais segurança, conforto, tecnologia e estética condizente à atualidade. Algo que modelos antigos, muitas vezes, não podem ofertar de forma satisfatória. Considerando que a Indústria automobilística é de extrema importância econômica para o Sul Fluminense, melhorias nos processos por meio de automação devem ser estudados e avaliados, tanto para que as empresas se mantenham sustentáveis e competitivas, como para também o bem-estar do trabalhador. Esta pesquisa visa avaliar a condição de uma linha de hemming, para a produção de portas na indústria automobilística e prepará-la para receber um novo modelo automotivo. Nesta pesquisa são avaliados fatores como a ergonomia e segurança do posto de trabalho, tempo ciclo da operação, quantidade de modelos produzidos e os custos envolvidos. Esses fatores serão avaliados em dois tipos de operações, manual e automatizada, para que ao fim seja possível julgar se a automação foi benéfica para a Empresa.

## **2 OBJETIVOS DA PESQUISA**

### **2.1 OBJETIVO GERAL**

- Preparar uma linha de produção de hemming de partes móveis, automatizando o setup, para receber um novo modelo de veículo, de modo que a capacidade de produção atenda a demanda da fábrica.

### **2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Avaliar o tempo de setup manual da produção do hemming de partes móveis para dois modelos;
- Estimar o tempo de setup e tempo ciclo para produzir um novo modelo de veículo;
- Calcular o novo tempo ciclo com o setup automático e calcular os ganhos econômicos e ganhos em segurança com a automação.

### 3 REFERENCIAL TEÓRICO

#### 3.1 PROCESSO DE HEMMING

Para Thuillier, Maoût, Manach e Debois (2008), o processo de hemming é utilizado para dobragens de chapas e painéis, sendo assim como a soldagem, um processo de união. Jonkers (2006) descreve o processo na indústria automobilística da seguinte maneira: Primeiro posiciona-se o painel externo sobre uma superfície lisa com seu formato, chamado de die. Posiciona-se sobre o painel externo o painel interno, sequencialmente é acionado um comando e um robô desce sobre o painel interno um dispositivo, chamado hemming pad, com três pinos pilotos que se encaixarão em 3 furos guias no painel interno de modo que o painel interno sempre esteja na mesma posição, durante o processo. Esse dispositivo com os pinos pilotos, possuem também hastes que se posicionarão sobre pontos específicos do painel interno, de modo que o painel não vibre durante o processo. A Figura 1 mostra uma célula de hemming na indústria automobilística:

Figura 1: Robôs e die de hemming.



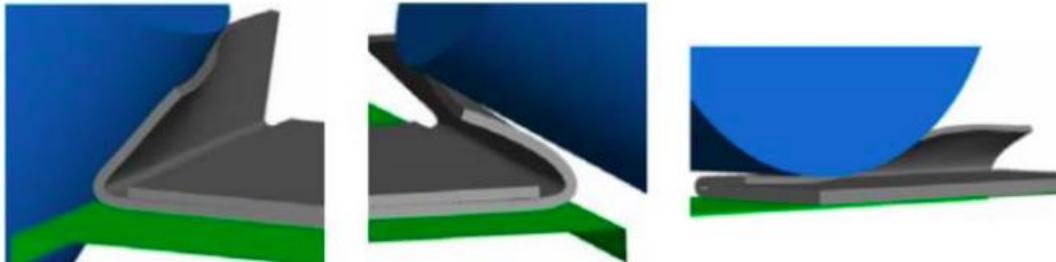
Fonte: Jonkers (2006).

A Figura 1 mostra ao centro o hemming die, onde serão posicionados os painéis que serão unidos. Nas laterais, são vistos dois robôs que são responsáveis por executar o processo de hemming, um dos robôs também é responsável por posicionar o hemming pad sobre os painéis no die.

Após os painéis estarem posicionados, inicia-se o processo de hemming, que é a dobragem do painel externo sobre o interno. Thuillier, Maoût, Manach e Debois (2008), dividem o processo em 3 etapas fundamentais para o sucesso do hemming, o flangeamento, o pré hemming e o hemming. O flangeamento acontece na estamparia, dobrando as bordas do painel externo em um ângulo aproximado de 90° em relação ao

plano da chapa. O pré hemming consiste na dobragem das chapas em cerca de 135°, realizada por um rolete posicionado nos robôs de hemming. Por fim, o processo de hemming é realizado por outro rolete, também nos robôs de hemming, para que a flange fique a 180°, cobrindo totalmente a borda do painel interno e ambos os painéis fiquem unidos. A Figura 2 mostra a movimentação do rolete sobre o flange:

Figura 2: Roletes realizando o pré hemming e hemming completo.



Fonte: Jonkers (2006).

Os roletes na Figura 2 estão representados pela cor azul, nas duas primeiras imagens é possível observar o pré hemming, colocando o flange em 135°. Na última imagem, um rolete passa novamente sobre o flange, de modo que ele feche o painel externo. Desta maneira, estão prontas as peças que compõe o automóvel, como, portas, capô e porta malas. Uma observação importante, segundo Jonkers (2006), algumas partes da peça possuem condições de hemming especiais, onde o flange externo não fecha 180°, podendo ficar incompleto, com aberturas de até 45°.

### 3.2 OEE, TEMPO CICLO E TAKT TIME DAS OPERAÇÕES

O Overall Equipment Effectiveness (OEE) é, de acordo com Oliveira; Ribeiro e Machado (2019), o principal indicador para medir a eficiência global dos equipamentos e processos de uma empresa. O OEE é calculado pela multiplicação da disponibilidade dos equipamentos, a performance e a qualidade do que é produzido, conforme equação 1 (SIQUEIRA; COSTA; RAMALHO, 2019):

$$\text{OEE} = \text{Disponibilidade} \times \text{Performance} \times \text{Qualidade} \quad (1)$$

A disponibilidade é dada pelo percentual do tempo em que o equipamento fica disponível, a performance é dada pelo percentual em que a operação consegue cumprir o ciclo pré-determinado e a qualidade é o percentual de peças conformes.

Taichii Ohno (1996) definiu o Takt time como o resultado da divisão do tempo diário de operação pelo número de peças requeridas por dia, pode-se representar o takt time conforme a Equação 2:

$$\text{Takt Time} = (\text{tempo de operação efetiva}) / (\text{quantidade requerida}) \quad (2)$$

Com base na Equação 2, pode-se afirmar que conhecer o takt time é essencial para que as empresas conheçam sua capacidade produtiva e cumpram seu objetivo de produção. As operações essencialmente devem realizar suas atividades em um tempo igual ou menor do que o takt time. Considerando o tempo de operação efetiva, seria o tempo total de um período, pode-se escrever o Takt time conforme equação 3:

$$\text{Takt Time} = (\text{tempo total} \times \text{OEE}) / (\text{quantidade requerida}) \quad (3)$$

O tempo ciclo de acordo com Alvarez e Antunes Jr. (2005) é a duração entre o período transcorrido entre a repetição de um mesmo evento que caracteriza o início e o fim deste ciclo. Rother e Shoker (1998) explicam de maneira similar que o tempo ciclo é o tempo transcorrido entre a saída de uma peça de um processo e a saída da próxima peça.

Com base nas informações, é possível entender que para que a demanda de produção seja atingida obrigatoriamente as operações devem ter um tempo ciclo menor do que o Takt Time, levando em conta também o OEE da empresa.

### 3.3 CUSTOS INDÚSTRIAS E PAYBACK

Dentro de uma empresa, existem dois tipos de custos, Opex e Capex. O primeiro, Operational Expenditures (Opex) – despesas operacionais, que incluem todas as despesas com contas de água, luz, funcionários, consumíveis, despesas com manutenção, dentre outros. Já o Capital Expenditures (Capex) está atrelado a investimentos em equipamentos, maquinários, projetos, etc (OLIVEIRA, 2017).

Para que qualquer investimento Capex seja realizado, é preciso realizar uma análise entre o valor aplicado e o seu tempo de retorno. De forma genérica, o payback pode ser explicado como o tempo que se leva para ter o retorno financeiro do valor despendido em determinado projeto/ aplicação. Ou seja, quanto tempo irá levar para que a empresa obtenha o lucro de tal investimento (MORGADO; SOUSA, 2019). Cada empresa determina o seu payback ideal, podendo ser de 1 ano, 1,5 anos, 2 anos. Cabe

ressaltar que para se realizar investimentos dentro de uma empresa, no geral, é preciso passar por aprovações prévias da alta gerência/direção.

Apesar de existir uma análise do valor aplicado em um investimento e seu retorno, itens relacionados à segurança, legislação, saúde ocupacional e ergonomia são aprovados levando em consideração a sua importância para a empresa e seus funcionários.

### 3.4 SETUP E SEGURANÇA NO TRABALHO

Em um mesmo processo produtivo, podem ser feitos diferentes tipos de produtos. Estes ainda, podem também compartilhar um equipamento e com isso existe a necessidade de setup. O setup é a troca de ferramentas/moldes de um equipamento para que seja possível fabricar um outro produto. O tempo de setup pode variar conforme a complexidade das ferramentas e ajustes necessários.

Existem diversos tipos de setup de ferramentas na indústria automobilística como troca dos berços de uma prensa e processo de hemming, moldes de injeção de peças plásticas, troca de apoios de pinagem de peça, dentre outros diversos exemplos.

Para processos em que existem grades de segurança, é preciso fazer uso de um cadeado de segurança, chamado Loto. Estes cadeados são utilizados para o processo de desligamento e tagout do equipamento. Além do cadeado, é usual utilizar uma etiqueta com o nome da pessoa que bloqueou o equipamento. A etiqueta de identificação é importante para mostrar quem está atuando na célula e quantas pessoas estão dentro desta área. O cadeado e a etiqueta devem ser presos ao interruptor de segurança de forma que não permita que outra pessoa consiga ativar o equipamento. (CRUZ, 2019). Os cadeados devem atender as Normas Regulamentadoras NR10, NR12 e NR33. O cadeado Loto é feito de resina plástica ABS de diversas cores. Ele não conduz energia elétrica, pois o material ABS é isolante elétrico e seu corpo possui internamente um isolante plástico entre o tambor e a chave. A chave também possui revestimento plástico evitando qualquer tipo de descarga elétrica. O cadeado ainda possui um sistema de segurança que não permite que esta seja retirada sem que o cadeado esteja completamente fechado e travado (TAGOUT®, 2020).

## 4 METODOLOGIA

A pesquisa é exploratória e um estudo de caso, pois os autores pesquisaram na literatura conceitos relacionados ao processo de hemming, conceitos de produtividade como tempo ciclo, takt time e OEE, também conceitos relacionados a ergonomia e

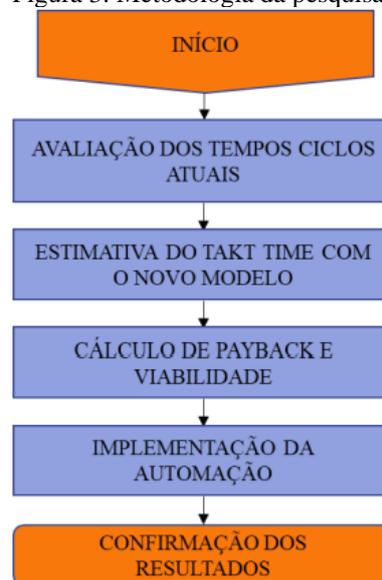
segurança industrial e conceitos relacionados a custos industriais. Com o apoio da literatura os autores se propuseram a encontrar uma solução viável para o problema da empresa, que foi a contratação de um fornecedor que instalou um projeto de setup semiautomático para que o problema fosse resolvido.

O problema começa com a fábrica sendo responsável por produzir dois modelos de veículos, nesta pesquisa chamados de Modelo A e Modelo B. A demanda de produção é de 30 veículos por hora, sendo a produção das partes móveis feita em lotes, com no máximo dois setups por hora para troca de ferramentas.

Um novo modelo está para ser produzido, nesta pesquisa chamado de Modelo C. Este modelo terá seu próprio ferramental e também deverá passar por setup para ser produzido. Porém a célula manual não tem capacidade de suportar um terceiro modelo, de modo que os dispositivos para serem trocados teriam que ser carregados por empilhadeiras. Para evitar este problema, a pesquisa buscou encontrar a solução por meio de um projeto de automação que atendesse a demanda de produção.

As etapas da pesquisa estão definidas na Figura 3:

Figura 3: Metodologia da pesquisa.



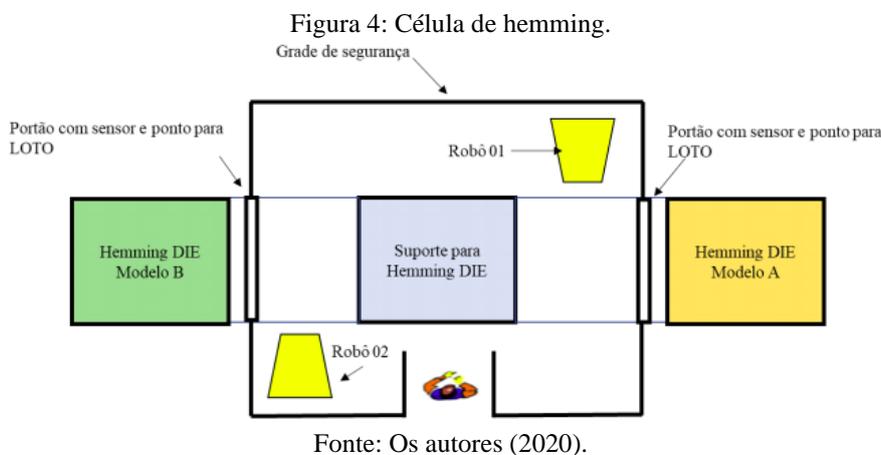
Fonte: os autores (2020).

## 5 APLICAÇÃO

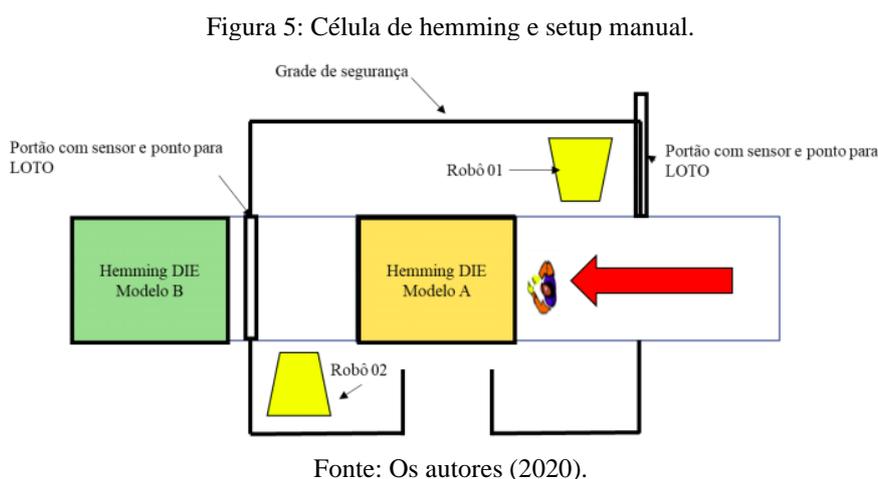
### 5.1 AVALIAÇÃO DA CÉLULA DE HEMMING

A célula de hemming da empresa, na condição inicial da pesquisa é responsável por produzir partes móveis de dois diferentes veículos, o Modelo A e o Modelo B. Um

operador é responsável por posicionar as peças e ativar o comando que inicia o processo de hemming por meio dos robôs de hemming. A célula pode ser vista na Figura 4:



Na Figura 4 é possível ver que ao centro da célula de hemming está o suporte para o hemming die. A célula possui dois robôs que são os responsáveis por posicionar o hemming pad sobre a peça e também por realizar o processo de hemming, após o operador acionar o comando. A célula com os robôs é protegida por uma grade de segurança, para que nada adentre a célula, já que os robôs tem trajetória definida e poderiam atingir alguém, caso a célula não fosse isolada. Na célula, existem dois portões que são abertos somente no momento da troca e posicionamento dos hemming dies, que se encontram do lado de fora da grade de segurança. O posicionamento do hemming die para setup é feito de forma manual pelo operador, conforme Figura 5:



Na Figura acima é demonstrado o procedimento executado pelo operador para o posicionamento do hemming die, uma das etapas do setup. O setup completo é feito da seguinte maneira: O operador aciona o comando para a troca de die, caminha até o portão

do lado do hemming die que ele deverá utilizar no momento e o abre, o operador então utiliza o cadeado LOTO no portão para sinalizar que está trabalhando no equipamento e evitar que o portão seja fechado. Na sequência, o operador empurra o hemming die que está no centro da célula para sua lateral por um sistema de trilhos. O operador então empurra o hemming die que passará a ser utilizado até o centro da célula. Por fim o operador retorna pelo portão que entrou, retira o cadeado LOTO, fecha o portão, retorna até seu posto e aciona o comando de seleção de modelo. A célula então está preparada para realizar a operação de hemming.

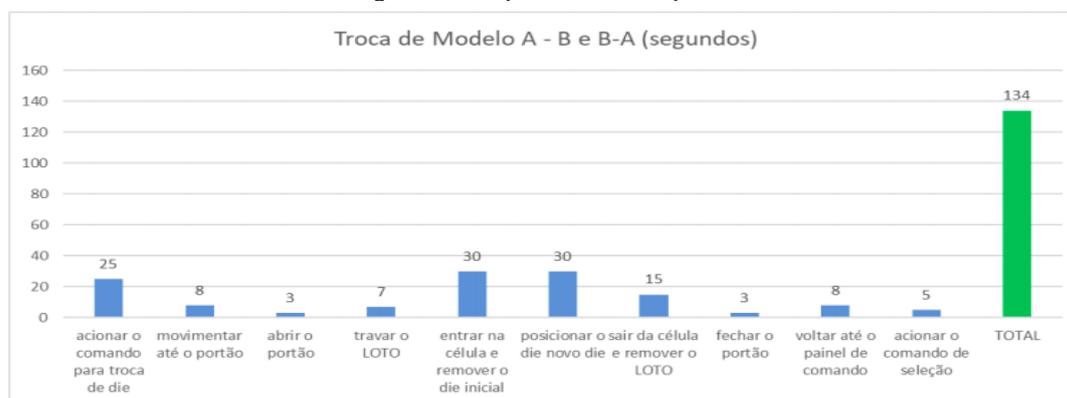
## 5.2 TEMPO CICLO DA OPERAÇÃO

O processo de hemming foi projetado com capacidade de produção de 30 peças por hora, sendo essas do modelo A e B. A produção, conforme já mencionado, é feito por lote. A cada mudança de modelo a ser produzido é necessário fazer o setup do berço e garra de hemming. Como o OEE da planta é de 90%, o takt time é de 1,80 minutos.

O processo por completo é composto por duas etapas, a preparação das peças e a alimentação da célula, ambas realizadas manualmente e o processo de hemming realizado por dois robôs. O tempo de ciclo deste processo é de 1,15 minutos. Conclui-se que o tempo de operação não é, portanto, um fator limitante para o objetivo de 30 veículos por hora.

Além desse, existe o tempo do setup de ferramenta. Esse é o tempo para troca dos berços de hemming e é considerado tempo não disponível fazendo parte do OEE. De forma genérica, o tempo de setup é o tempo gasto entre a última peça boa até que o processo esteja pronto para produzir novas peças. O tempo de setup na condição atual pode ser dividido em etapas, totalizando 2,23 minutos, como é visto na Figura 6:

Figura 6: Tempo ciclo de setup manual.



Fonte: Os autores (2020).

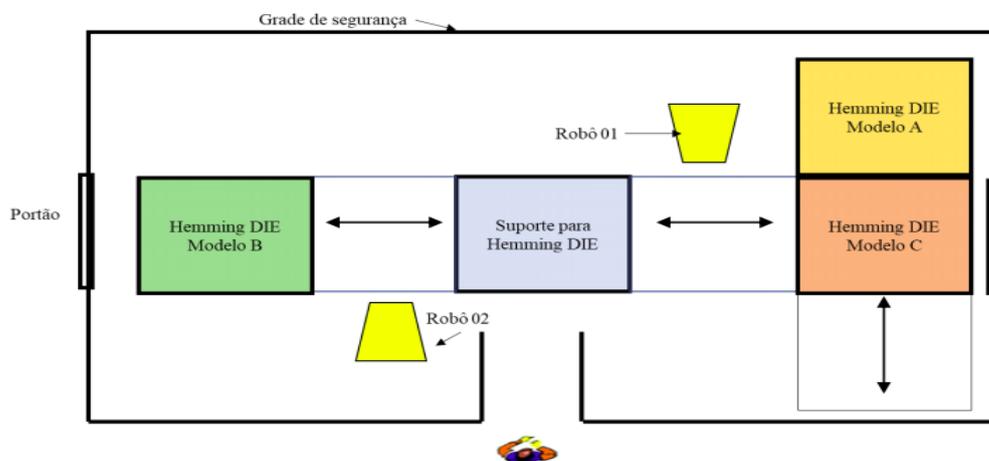
Para a inserção de um terceiro modelo, não é esperado que o tempo de setup atenda a demanda, porque o equipamento ficaria extremamente pesado, o que impossibilitaria o operador de realizar a troca manual. Para que a troca fosse realizada, seria necessário remover o die que não fosse mais utilizado por meio de empilhadeira e posicionar o outro die também com o auxílio de empilhadeira. Tal operação teria um tempo significativamente maior e seria necessária a presença de um operador com habilitação para dirigir empilhadeiras. Durante a fase de protótipo, realizou-se trocas manuais, com auxílio da empilhadeira. O tempo de troca foi de cerca de 40 minutos, o que inviabiliza completamente esse tipo de setup.

Como o OEE da célula tem como objetivo ser de 90%, ou seja, em uma hora de produção, 6 minutos não serão produtivos. O tempo de setup já está incluído neste cálculo. Para uma hora de produção são previstas duas trocas de setup, com o tempo atual totaliza-se um total de 4,46 minutos de produção serão gastos somente para o setup, restando 1,54 minutos para que o OEE seja atingido na hora. Com a inserção do terceiro modelo, o índice do OEE não atingiria 90% e a linha de hemming não conseguiria abastecer a planta.

### 5.3 AUTOMAÇÃO DA CÉLULA

Em reunião da Engenharia de processos, foram avaliados vários projetos de automação e potenciais fornecedores. O projeto vencedor foi um projeto de semiautomação do setup. O setup é realizado automaticamente, sendo o operador responsável apenas por acionar comandos em um painel durante as etapas de troca. A nova configuração da célula pode ser vista na Figura 7:

Figura 7: Célula de hemming e setup semiautomático.



Fonte: Os autores (2020).

Pode-se observar na Figura 7 que, após a automação, a área da grade de segurança foi aumentada, onde também foram incluídos os hemming dies. Essa medida foi tomada pelo fato de que com a automação os hemming dies se movimentam automaticamente a cada setup e poderiam gerar acidentes, caso a área não fosse isolada. Os portões continuam na mesma posição, porém não são mais utilizados pelo operador, já que não existe a necessidade de se entrar na célula durante o processo de setup. Os portões só foram mantidos para o acesso da equipe de manutenção e da engenharia de processos, para quando fosse necessária a realização de alguma intervenção no equipamento.

A troca de ferramentas ocorre da seguinte maneira, caso o operador acione o modelo B, o hemming die se movimenta da esquerda até o centro, quando acionado o modelo C, o hemming die se movimenta da direita até o centro, e caso o modelo A seja acionado, o hemming die do Modelo C se movimentará para baixo e o Modelo A ocupará seu lugar, então o Modelo A irá até o centro da célula. A seleção do Modelo A leva um pouco mais tempo do que as outras seleções pois exige maior movimentação dos hemming die. A decisão de posicionar o Modelo A dessa maneira foi devido a expectativa de menor demanda de produção deste modelo.

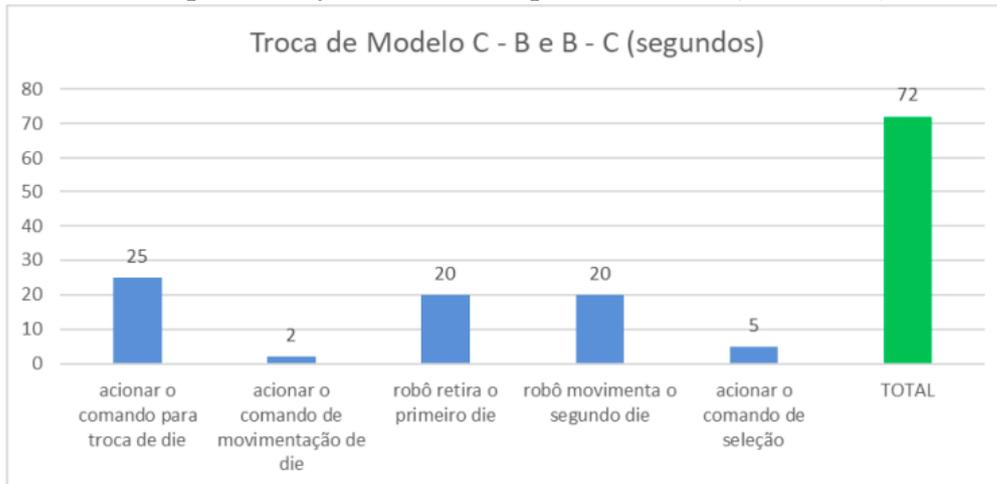
#### 5.4 TEMPO CICLO DA OPERAÇÃO COM SETUP AUTOMÁTICO

Após as melhorias no processo, onde foi realizada uma automação no setup, o tempo de ciclo não foi alterado, visto que a programação dos robôs continua a mesma.

Entretanto, no setup, o operador não precisa mais abrir a célula e fazer a troca de die manualmente. É preciso fazer o desligamento do ar que alimenta as ventosas presentes nos berços para fixação das peças, selecionar o modelo a ser produzido na IHM, aguardar a troca e conectar a alimentação de ar novamente.

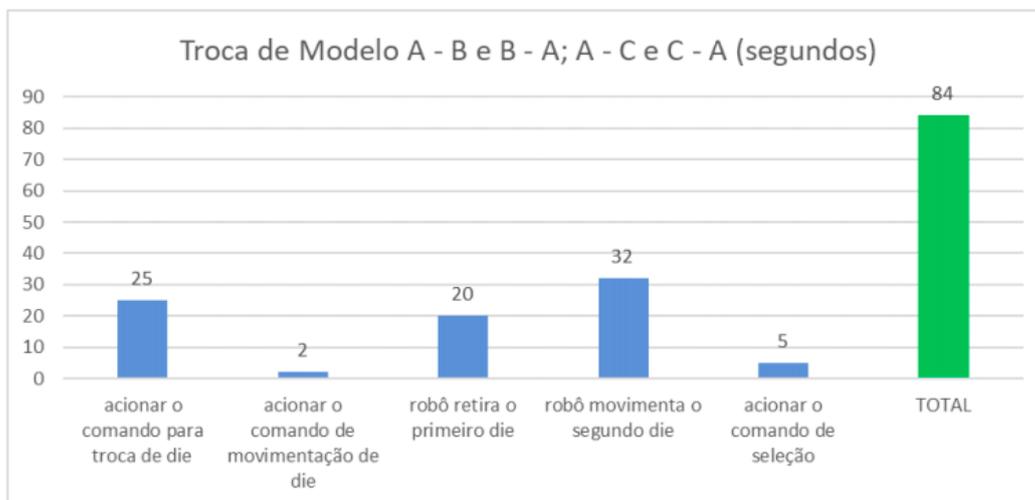
Os tempos do novo modelo de setup são divididos em dois tipos de operação, troca de modelo B para C e de Modelo C para B, que é mais rápido por estarem ambos de frente para o centro da célula, e troca de modelo B para A, A para B, C para A e A para C, esta operação leva mais tempo devido ao modelo A estar na posição lateral ao centro da célula. Os tempos podem ser vistos nas Figuras 8 e 9:

Figura 8: Tempo ciclo de hemming semi automático (C - B e B - C).



Fonte: Os autores (2020).

Figura 9: Tempo ciclo de hemming semi automático (A - B e B - A; A - C e C - A).



Fonte: Os autores (2020).

Observa-se, nas Figuras 8 e 9, que o tempo total de setup diminuiu consideravelmente em comparação com o setup manual e a quantidade de atividades realizadas pelo operador também reduziu de maneira considerável.

### 5.5 PAYBACK E GANHOS ESTIMADOS

Para o projeto a que se refere este artigo, os itens considerados para o payback foram a diminuição do tempo de setup (não valor agregado) x aumento de produtividade e o investimento para montagem de uma nova célula incluindo o valor da área a ser utilizada. Além destas avaliações financeiras, também se levou em conta os requisitos atrelados a segurança e ergonomia, pois o setup desta operação apresenta risco ao operador.

Com a automação do processo de setup de ferramenta no processo de hemming, foi possível reduzir a classificação de risco da operação. Além da melhoria ergonômica, onde o operador não realiza nenhum tipo de esforço e posturas danosas que podem causar lesões osteoarticulares.

Por ser um projeto necessário para que a planta atinja a demanda do volume de produção e um OEE de 90%, o payback não foi considerado um fator de julgamento para este projeto. Porém, pode-se estimar os ganhos em relação à redução de tempo de setup. O tempo anterior para dois setups em uma hora era de 4,46 minutos, com o setup semiautomático, as mesmas duas trocas para os 3 modelos têm-se um setup de 2,6 minutos. Totalizando um ganho de 1,86 minutos. Ao longo de dois turnos de 8,8 horas esta redução é de 32,74 minutos. Neste tempo podem ser produzidas até 28 peças a mais do que eram produzidas anteriormente.

## 6 CONCLUSÕES

Os conhecimentos em OEE permitiram que se avaliasse o estado atual das operações e os objetivos a serem atingidos na automação, já os conhecimentos de tempo ciclo e takt time deram a diretriz no momento de selecionar o melhor projeto, que tivesse o menor custo e que também atendesse as demandas da fábrica em relação ao volume de produção planejado. Sem estes conhecimentos e sem conhecer as operações de setup da célula de hemming as diretrizes ao contratar um fornecedor para a realização do projeto de automação ficariam mais fracas.

Ao final, o novo veículo entrou na linha de produção sem causar atrasos e em pouco menos de um ano foi responsável por 60% do mix de produção. Esse mesmo modelo foi avaliado por revistas especializadas entre os três melhores de sua categoria e foi responsável pelo maior percentual de vendas da empresa. O ganho na redução de setup, permitindo a possibilidade de produzir até 28 peças a mais durante um dia de produção, foi fundamental quando a planta decidiu aumentar seu volume de produção e outras linhas tiveram que se adaptar. Porém, a linha de hemming já tinha capacidade para produzir de acordo com a nova demanda.

Outro fator pouco considerado, quando se trata de novos projetos, é que, nos dias atuais, tornar as operações mais amigáveis e ergonomicamente favoráveis se tornaram atividades usuais. Em um projeto, visar a ergonomia dos operadores não é mais um item adicional e sim um requerimento. Isso faz com que a empresa tenha funcionários satisfeitos, motivados e com bom desempenho. Um reflexo de todos estes pontos pode

ser verificado também na qualidade do produto final. Esses fatores foram verificados ao final do projeto, com todos os operadores da área aprovando a automação. Pode-se concluir também que houve um ganho não quantificado relacionado à segurança, com o operador não acessando mais o interior da célula, eliminou-se o risco de esmagamento de membros e de acidentes que poderiam ser causados caso o equipamento fosse acionado com o operador dentro.

## REFERÊNCIAS

ALVAREZ, R, dos R.; ANTUNES Jr., J. A. V. Takt Time: Conceitos e contextualização dentro do Sistema Toyota de produção. *Gestão & Produção*, v. 8, n. 1, p. 1-18. 2005

BAHRIN, M. A. K.; OTHMAN, M. F.; AZLI, N. H. N.; TALIB, M. F. *INDUSTRY 4.0: A Review on Industrial Automation and Robotic*. Jurnal Teknologi, Malásia, 2016.

BRASIL, Ministério do Trabalho e Emprego, NR 10 - SEGURANÇA EM INSTALAÇÕES E SERVIÇOS EM ELETRICIDADE. Brasília: Ministério do Trabalho e Emprego, 2016, disponível em: <<http://trabalho.gov.br/images/Documentos/SST/NR/NR10.pdf>> acesso em 31 de Maio de 2020.

BRASIL, Ministério do Trabalho e Emprego, NR 12 - SEGURANÇA DO TRABALHO EM MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS. Brasília: Ministério do Trabalho e Emprego, 2018, disponível em: <<http://www.trabalho.gov.br/images/Documentos/SST/NR/NR12/NR-12.pdf>> acesso em 31 de Maio de 2020.

BRASIL, Ministério do Trabalho e Emprego, NR 33 - SEGURANÇA E SAÚDE DO TRABALHO EM ESPAÇOS CONFINADOS. Brasília: Ministério do Trabalho e Emprego, 2013, disponível em: <[https://enit.trabalho.gov.br/portal/images/Arquivos\\_SST/SST\\_Publicacao\\_e\\_Manual/CGNOR---GUIA-TCNICO-DA-NR-33.pdf](https://enit.trabalho.gov.br/portal/images/Arquivos_SST/SST_Publicacao_e_Manual/CGNOR---GUIA-TCNICO-DA-NR-33.pdf)> acesso em 31 de Maio de 2020.

CRUZ, Y. J. S. Exemplo de conformidade em : Norma regulamentadora N° 10 (NR 10) e Norma regulamentadora N° 12 (NR 12). Trabalho de conclusão de engenharia elétrica na Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia, 2019.

BRASIL, Ministério do Trabalho e Emprego. Anuário dos Trabalhadores 2016. Departamento Intersindical de Estatística e Estudos Socioeconômicos. São Paulo: DIEESE, 2017.

JONKERS, B. Simulation of the Robot Roller hemming process. MS thesis. University of Twente, Twente-GER, 2006.

MORGADO, S. M. A.; SOUSA, M. Avaliação da viabilidade económica da energia solar fotovoltaica: Estudo de caso da política de segurança pública. *Revista da UIIPS - Unidade de Investigação do Instituto Politécnico de Santarém*, Vol. 7 N° 2, ISSN: 2182-9608, Santarém - Portugal, 2019

OHNO, T. O Sistema Toyota de Produção – Além da produção em larga escala. Bookman, Porto Alegre-RS 1996.

OLIVEIRA, N. L. F. de. Gestão Financeira e Controladoria. Gestão de Riscos Financeiros. Apostila da UNESA. disponível em <[http://pos.estacio.webaula.com.br/Cursos/POS678/docs/Aula\\_04.pdf](http://pos.estacio.webaula.com.br/Cursos/POS678/docs/Aula_04.pdf)>. acesso: 05/05/2020

OLIVEIRA, N. S. de.; RIBEIRO, B. L.; MACHADO, R. R. Implementação e análise do indicador de eficiência global de equipamentos (OEE) em um laticínio do Alto Parnaíba. Revista Brasileira de Gestão e Engenharia. ISSN 2237-1664. Centro de Ensino Superior de São Gotardo. São Gotardo-MG, 2019

ROTHER, M.; SHOOK, J. Learning to See: Value Stream Mapping to add Value and Eliminate Muda. The Lean Enterprise Institute, Brookline, EUA, 1998.

SILVA, A. L. E.; SILVEIRA, T. da.; MORAES, J. A. R.; BRUM, T. M. M.; Proposta de Automação Industrial em uma Empresa Fabricante de Borrachas Escolares. Revista GEINTEC – ISSN: 2237-0722. Vol.8 n.1, p.4159-4172. Aracaju-SE, 2018.

SIQUEIRA, S. S. S. de; COSTA, K. A.; ASSUMPÇÃO. A. R. P. KAIZEN aplicação da ferramenta no setor de solda automotiva. Brazilian Journal of Development, 2019.

SOARES, A. P.; MIOTTO, K. M.; GRANDO, M. L. Análise ergonômica antes e após a automatização do processo de lavagem de copas emu ma indústria frigorífica. Revista Tecnológica / ISSN 2358-9221, v. 4, n.1, p.38 – 57, 2016. TAGOUT®. Catálogo de cadeados LOTO Disponível em: <<https://www.tagout.com.br/blog/cadeados-plasticos-especiais-para-uso-nas-normas-nr-10-nr-12-e-nr-33/>> Acesso em 25/06/2020

THUILLIER, S.; MAÔUT, N. Le.; MANACH, P. Y.; DEBOIS, D. Numerical simulation of the roll hemming process. Journal of materials processing technology, v.198 n.1-3, p.226-238, 2008.