

ANÁLISE CRÍTICA DO ARRANJO FÍSICO DO SETOR DE ACABAMENTO DA EMPRESA NEW CENTER STAMPING

Gabrielle França Pinheiro de Queiroz (UEMA) gabrielle.queiroz@gmail.com E-mail

Leandro Lisboa Matos (UEMA) leandrolmep@gmail.com

Flávio Henrique Pereira Calado (UEMA) flavio.calado16@gmail.com

João Pedro Chaves de Oliveira (UEMA) joaopedro_co@live.com

Thayanne Alves Ferreira (UEMA) Thayanne.eng@gmail.com

Resumo

O presente artigo terá como abordagem uma proposta de melhoria do arranjo físico do setor de acabamento da empresa New Center Stamping, que fabrica peças para automóveis seminovos em Detroit, Estados Unidos. O objetivo principal é tornar o processo produtivo mais eficiente, além de superar problemas secundários, mas que merecem devida atenção, como a substituição da mão-de-obra, por quaisquer motivos, no setor estudado. Esta pesquisa é descritiva e os métodos adotados para coleta de dados foram pesquisa documental e contato com um ex-trabalhador da empresa, que forneceu informações dentro dos limites éticos do mundo organizacional. Observou-se que o tipo de layout utilizado é denominado pela literatura de celular, no entanto, devido às características de produção e o processo produtivo em si, foi decidido após a análise do estudo de tempos e movimentos, que o layout do tipo produto deveria ser adotado de maneira a tornar o processo mais eficiente. Utilizou-se o software de simulação ProModel para verificar a produção no arranjo físico atual e proposto. Os dados utilizados foram obtidos por meio de estudo de tempos e movimentos, encontrado em material bibliográfico.

Palavras-Chaves: Melhoria. Layout. Tempos e movimentos. ProModel

1. Introdução

Há algum tempo, muitas empresas passaram a olhar com mais atenção os seus processos. A concorrência que acontece em escala global faz com que estas corporações busquem novas tecnologias e ferramentas a fim de melhorarem seu desempenho, eliminar gargalos e aumentar sua competitividade.

Existem diversos estudos voltados para o campo da melhoria de processo. Esta pesquisa tem a finalidade de analisar criticamente o arranjo físico do setor de acabamento de uma fábrica e de sugerir melhorias a fim de torná-lo mais eficiente. A modelagem e simulação serão utilizadas para analisar a transformação no setor abordado, tornando possível a verificação da melhoria.

Com o uso do layout adequado, a empresa ganhará em produtividade, o setor poderá inspecionar uma maior quantidade de peças, além de diminuir o tempo de operações.

Portanto, esta pesquisa busca responder à pergunta: após analisar criticamente o arranjo físico atual, quais melhorias podem ser alcançadas com a reestruturação do layout do setor de acabamento da New Center Stamping, indústria de peças automotivas na cidade de Detroit, (USA)?

2. Referencial teórico

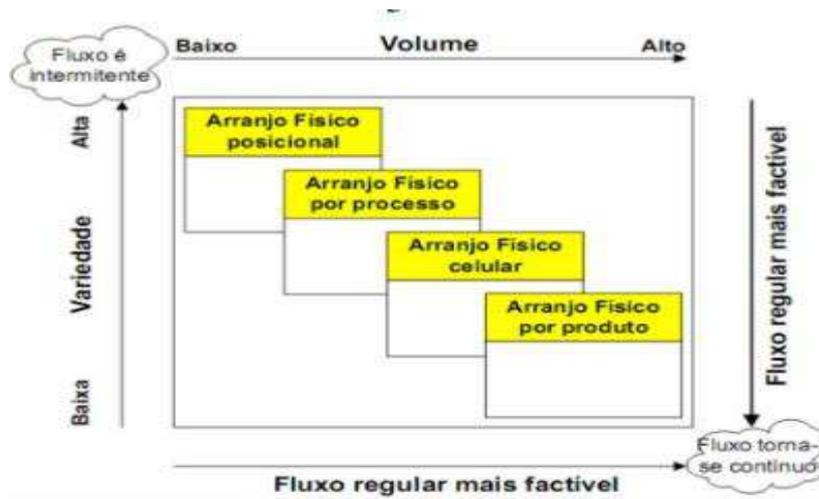
É fundamental para qualquer empresa, a definição do seu tipo de arranjo físico a ser adotado para a adequação aos seus processos. Essa definição é fundamental para reduzir movimentação de pessoas, materiais, melhorar as condições de trabalho, além de evitar investimentos desnecessários, aumentar a qualidade e flexibilidade (SLACK et al., 2008; CORRÊA e CORRÊA, 2004).

Segundo Martins e Laugeni (2006), a organização do fluxo produtivo é caracterizada por arranjo produtivo, ou layout. Para elaborá-lo, são necessárias informações sobre as características do produto, quantidades, sequências de operações, espaço do equipamento e para movimentação, bem como informações sobre estoques, expedição e transportes.

Um arranjo físico fora dos padrões pode proporcionar problemas de produtividade ou nível de qualidade baixo. Segundo Rebelatto (2004), um arranjo físico mal elaborado pode conduzir fluxos excessivamente longos ou confusos, grandes estoques de matéria prima, filas, altos custos e desperdícios.

Assim, torna-se necessário conhecer os tipos de arranjos físicos que uma empresa pode adotar. A relação entre volume e variedade de cada operação é fundamental para a definição de arranjo físico. Na Figura 1, é possível observar os tipos: arranjo físico posicional, arranjo físico por processo, arranjo físico celular e arranjo físico por produto.

Figura 1 – Tipos de arranjos físicos



De acordo com Slack et al. (2008), no arranjo físico posicional o recurso transformado não se move ou tem mobilidade muito baixa. Assim, os recursos de transformação é que se movem no processo. Portanto, o produto tem baixo volume de produção, ou é produzido em períodos sazonais, permitindo um alto nível de customização.

No arranjo físico por processo, os fluxos são variados e ocorrem de maneira aleatória, tornando possível realizar vários roteiros e fazendo uso da mesma estrutura. Nesse tipo de layout, os recursos transformados se movimentam entre os processos (CORRÊA E CORRÊA, 2004).

O arranjo físico celular é aquele em que os produtos ou recursos transformados movimentam-se para uma área específica da operação - a célula - na qual todos os recursos necessários para a transformação do produto estão presentes. A célula em si pode ser arranjada conforme um arranjo físico por processo ou produto (SLACK et al., 2008)

O arranjo físico por produto, segundo Moreira (1993), tem alto nível de padronização, pouca flexibilidade para diversificação, produção contínua, alta produtividade, baixa quantidade de material em estoque intermediário, movimentação reduzida, mão de obra especializada e operações repetitivas. Portanto, o produto segue um roteiro pré-definido na qual os recursos transformadores já foram distribuídos para este fim.

Por fim, a decisão sobre o melhor arranjo físico é difícil, precisa de diversas análises e envolve uma série de fatores. Conhecer o processo, entender as características do produto e identificar os gargalos são de fundamental importância para o sucesso na implantação do arranjo físico.

2.2 Estudo de tempos

Para uma análise de arranjo físico, é de fundamental importância o estudo de tempos e movimentos, pois esta é uma ferramenta que determina a eficiência em uma operação através de padronizações na produção e conseqüentemente redução de custos operacionais.

Segundo Barnes (1977), esse estudo foi introduzido por Frederick Taylor, no século XX. A metodologia foi desenvolvida para que fossem alcançados tempos padrões, que são e serão utilizados para determinar a capacidade produtiva da empresa, implicando em maior eficiência e menores preços para as empresas. Assim, é obtido o tempo padrão que possibilita a verificação da capacidade produtiva (CP), e elimina-se os elementos e/ou operações desnecessárias.

Barnes (1977) propõe o teste sistemático da distribuição de cartas, possibilitando avaliar a velocidade do operador. Neste teste são distribuídas 52 (cinquenta e duas) cartas em um gabarito, seguindo a distribuição que dever ser realizada de carta a carta e não por naipes ou cores de cartas, no mesmo sentido, por 05 (cinco) vezes. As distribuições são cronometradas, após a aferição dos resultados é realizado o cálculo para obtenção da média de tempo de cada operador (as duas primeiras medidas são descartadas), no intuito que seja determinado o operador padrão para poder ser realizada as cronometragens para o estudo, porém o tempo ideal para a distribuição é de 30 segundos, a partir do teste encontra-se o ritmo do operador, onde:

- $V(R) < 100\%$ - Ritmo abaixo do normal;
- $V(R) > 100\%$ - Ritmo acima do normal;
- $V(R) = 100\%$ - Ritmo normal

O tempo normal de operação realizado por um trabalhador é o resultado da multiplicação do tempo cronometrado pelo fator de ritmo.

- $TN = TC \times V$;
- TN = Tempo Normal;
- TC = Tempo Cronometrado;
- V = Fator de ritmo.

Tempo padrão é o tempo que irá ser padronizado a todos os operadores, ele é obtido multiplicando-se o tempo normal pelo fator de tolerância.

- $TP = TN \times FT$;
- TP = Tempo Padrão .

FT = Fator de Tolerância Fator de tolerância pode ser definido quando há tolerâncias pessoais, tolerância por fadiga e necessidades fisiológicas.

- $FT = 1/(1-p)$ p = tempo permissivo/ horas trabalhadas

Temos também a capacidade produtiva, que segundo Slack et al (2002) a capacidade produtiva é a máxima produção possível obtida em condições normais de trabalho e em determinado espaço de tempo.

- $CP = \text{Horas trabalhadas} / TP$;
- CP = Capacidade Produtiva
- TP = Tempo Padrão

2.3 Simulação

Freitas Filho (2008) diz que o uso da simulação em estudos e trabalhos tem sido uma prática cada vez mais recorrente, principalmente pela falta de dados complementares para o desenvolvimento e validação do modelo explicativo. No entanto, a falta de informações das condições reais em casos extremos realça a importância do cuidado em tirar conclusões para sistemas reais baseados em modelos físicos ou computacionais.

A simulação, segundo Shannon (1975), abrange o uso de técnicas computacionais para simular, por meio de modelos, o comportamento aproximado do sistema real de estudo. É a elaboração de um modelo de um sistema real (ou hipotético) e a condução de experimentos com a finalidade de entender o comportamento de um sistema ou avaliar sua operação.

Para Chwif e Medina (2010), as razões para o uso de simulação são: permite a análise de um novo sistema antes de sua implementação; melhora a operação de um sistema já existente; possibilita a melhor compreensão do funcionamento de um sistema; permite o confronto de resultados e medição de eficiências.

3. Metodologia

O presente trabalho possui uma abordagem qualitativa, a qual representa aquilo que não pode ser mensurado, pois a realidade e o sujeito não se dissociam. A interpretação dos fenômenos e a atribuição de significados são básicas no processo de pesquisa qualitativa. Neste tipo de pesquisa há uma relação dinâmica entre o mundo real e o sujeito, uma interdependência entre o mundo objetivo que deseja conhecer e a subjetividade do pesquisador (RODRIGUES, 2008).

Quanto aos objetivos, a pesquisa apresentada é descritiva. O processo descritivo visa à identificação, registro e análise das características, fatores ou variáveis que se relacionam com o fenômeno ou processo. Esse tipo de pesquisa pode ser entendido como um estudo de caso onde, após a coleta de dados, é realizada uma análise das relações entre as variáveis para uma posterior determinação dos efeitos resultantes em uma empresa, sistema de produção ou produto (PEROVANO, 2014).

Quanto ao procedimento técnico, a pesquisa apresentada é um estudo de campo e segundo Gil (2008), esse tipo de pesquisa procura o aprofundamento de uma realidade específica e é basicamente realizada por meio de observação direta das atividades do grupo estudado e de entrevistas com informantes para captar explicações e interpretações do que ocorrem naquela realidade. Além disso, há a utilização de pesquisa documental, analisando materiais que não receberam tratamento analítico.

3.2 Materiais e métodos

Para a realização da pesquisa foram utilizadas informações fornecidas por um dos autores desta pesquisa, pois ele é ex-estagiário da empresa estudada. Além disso, o mesmo cedeu um projeto de sua autoria para análise, que possuía outros dados da New Center Stamping. Com isso, foram colhidas as informações necessárias para a realização da análise crítica do setor de acabamento e para uma posterior simulação, visando propor melhorias.

O software utilizado para realizar a simulação foi o ProModel, que é utilizado para planejar, projetar e melhorar novos ou atuais processos de manufatura, logística, serviços e outros sistemas estratégicos, táticos ou operacionais. Consegue reproduzir a complexidade de processos reais, incorporando a variabilidade e interdependências que possibilita realizar poderosas análises e mudanças e, assim, aperfeiçoar sistemas e melhorar indicadores.

4. Estudo de caso

4.1 Caracterização da empresa

A New Center Stamping é uma empresa industrial de médio porte, que fabrica peças para automóveis seminovos. Foi fundada em 1990 e está localizada em Detroit, Estados Unidos. Sua abrangência de atuação é estadual, atuando como um fornecedor de pós-venda para fábricas também localizadas em Michigan. Seus clientes são três grandes fabricantes de automóveis da América do Norte (Chrysler, Ford e General Motors), além de Mazda e Tower Automotive.

Possui cerca de 20.000 metros quadrados para a fabricação dos seus produtos, estando dividida em oito setores principais e uma área de armazenagem para mais de 4.000 matrizes para as prensas hidráulicas. Seu sistema de produção é puxado, ou seja, o seu volume de produção varia de acordo com a quantidade demandada, já que visa a eliminação de estoques. O valor da demanda é oscilante, pois os seus clientes encomendam as diferentes peças de acordo com a sua necessidade.

Uma das estratégias da empresa é a sua flexibilidade. Ela costuma ganhar os novos contratos dessa forma, já que sua linha de produção é flexível o suficiente para produzir praticamente todos os tipos de peças que seus clientes necessitam. A empresa possui uma grande variedade de produtos, tais como para-choques, para-lamas, capôs, portas, suportes de radiador e laterais dos mais variados modelos de automóveis.

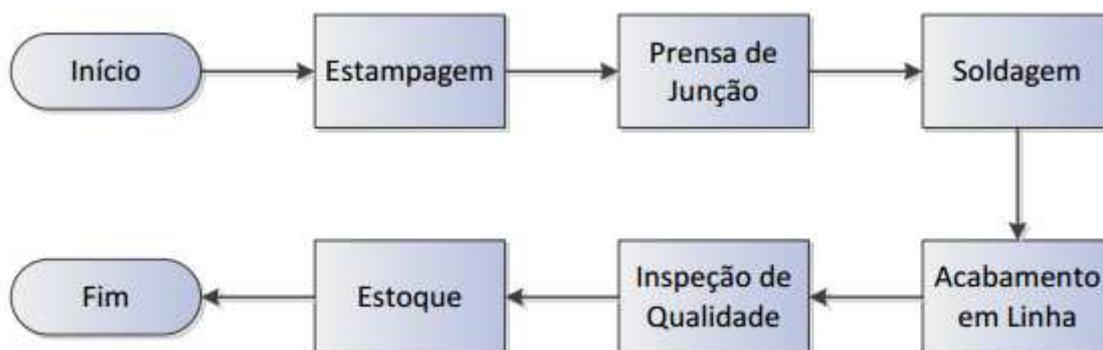
A empresa foca muito na qualidade de seus produtos, buscando oferecer o melhor produto ao seu cliente e por isso, possui uma equipe bem estruturada nesse setor. Por sua preocupação com a qualidade, recebeu um certificado de qualidade emitido pela Ford. Outra vantagem é o preço em que as peças são ofertadas, sendo bem competitivos em relação aos concorrentes.

4.2 Caracterização do processo produtivo da empresa

Os insumos a serem transformados são basicamente chapas de metal previamente cortadas e são geralmente divididas entre partes internas e externas. Já os equipamentos de transformação são prensas hidráulicas de 50 toneladas, prensas de torneamento e máquinas de solda elétricas.

Os processos da linha de produção comumente oscilam devido à grande variedade de produtos que a empresa produz, porém é possível traçar um mapeamento padrão para as operações:

Figura 1 – Etapas do processo produtivo de uma peça



Fonte: Os Autores (2016)

Os principais gargalos da produção estão no “Acabamento em Linha” e “Inspeção de Qualidade”, os quais por muitas vezes acarretam em um processo adicional, como o “Acabamento fora da Linha”. O acabamento fora de linha ocorre quando a peça permanece defeituosa após a operação de acabamento em linha, tornando-se necessário realizar o retrabalho.

Os processos de acabamento e inspeção de qualidade são considerados gargalos, pois são processos bem mais lentos do que os outros envolvidos nas etapas produtivas. Quando não são realizados de forma adequada, podem ocasionar um retrabalho, como já foi citado anteriormente. Isso irá afetar na entrega final do produto para o cliente, podendo ultrapassar os prazos de entrega.

4.3 Análise crítica do arranjo físico atual do setor de acabamento

O departamento analisado foi o de acabamento, por ser uma etapa crítica no processo de produção. Pode-se perceber uma grande quantidade de retrabalho, pois a empresa adota manutenção corretiva em vez de preventiva, gerando muitas falhas nas peças produzidas e grandes quantidades de peças direcionadas a esse setor.

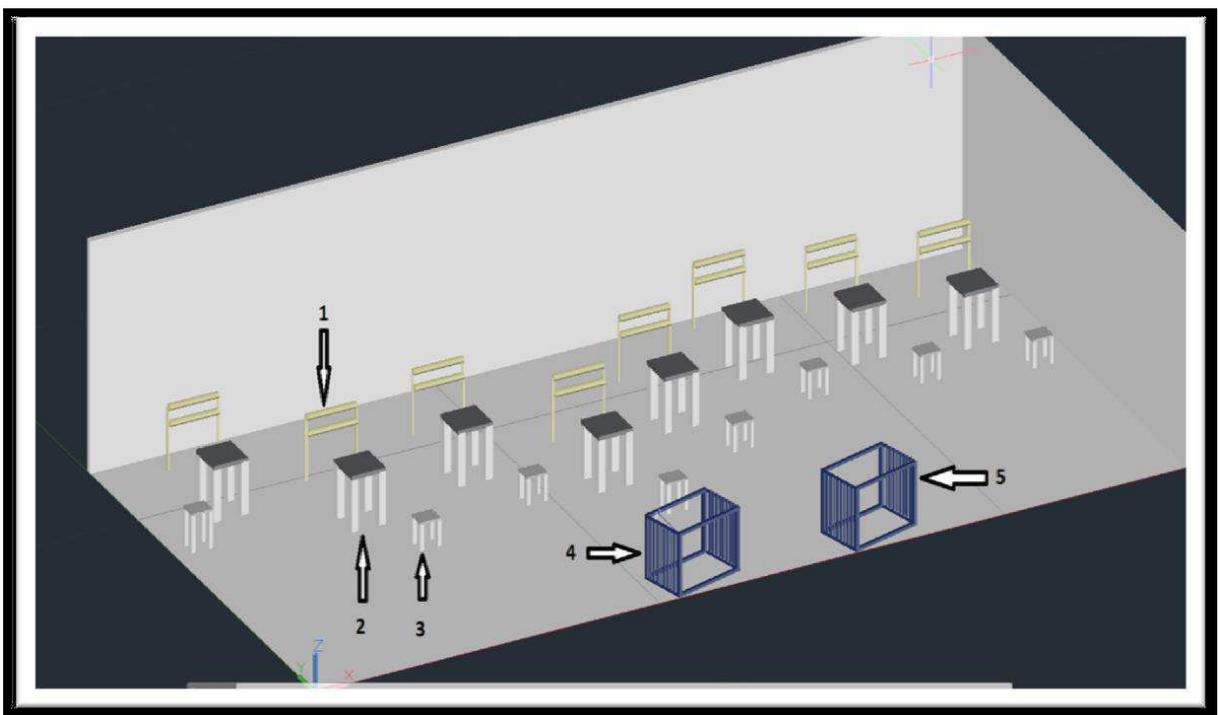
Outro fator importante a se avaliar é a dificuldade de alocar funcionários no setor, pois para trabalhar na área de acabamento atualmente, são necessários anos de experiência na empresa e

profundo conhecimento de seus processos de fabricação. O fato de cada funcionário do acabamento ser responsável por corrigir todos os defeitos de um produto por completo, leva a grande variabilidade no processo, além de problemas como a diferença do número de peças consertadas por cada funcionário no mesmo período de tempo.

Todos os produtos da New Center Stamping com defeito passam pelo departamento de acabamento de metais. Sujeira, escórias, amassados altos e fundos, deformações e arranhões são alguns dos defeitos ajustados na área de acabamento de metal.

Há 8 estações de trabalho (mesas), 8 trabalhadores e 2 auxiliares. Os 2 ajudantes movem peças do rack de peças defeituosas para as mesas, os trabalhadores começam o retrabalho e, em seguida, os ajudantes colocam as peças de volta nos racks. Pelas características apresentadas, o arranjo físico usado é definido como celular.

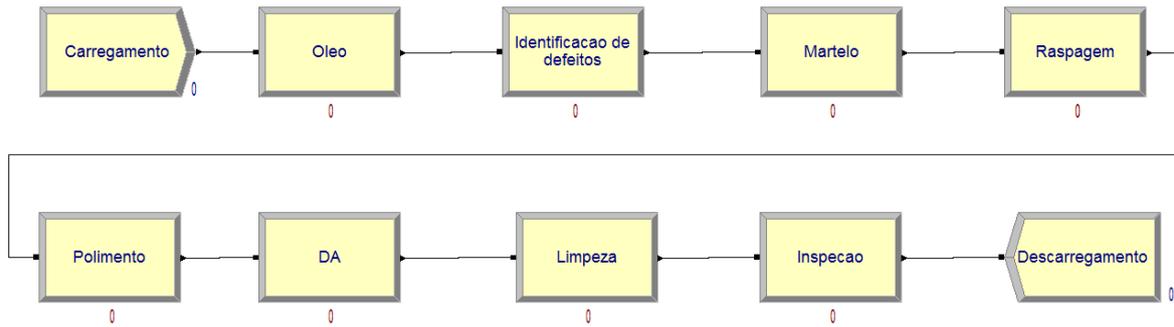
Figura 2 – Layout atual do setor de acabamento



Fonte: Os Autores (2016)

Os objetos são representados por números, luzes, estações de trabalho, ferramentas, rack de peças defeituosas, rack de peças consertadas e estão marcados pela numeração 1, 2, 3, 4 e 5, respectivamente. Após observações iniciais na área de acabamento foi possível construir um mapeamento do processo, demonstrado na figura 3.

Figura 3: Mapeamento do processo de acabamento



Fonte: Os Autores (2016)

A partir das informações observadas ao estudar a empresa e de acordo com a análise do projeto fornecido pelo ex-estagiário, foram extraídos dados como tempos de operações. O tempo total de acabamento varia entre 8 a 11 minutos, de acordo com o tipo de peça. Além disso, foram fornecidos também os tempos de carregamento e descarregamento, conforme figura 4. A partir desses dados, foi possível a realização da simulação do processo atual.

Com a simulação realizada no ProModel para o Layout da Figura 1 foi percebido que a capacidade produtiva para um dia de trabalho, com a carga horária de 8 horas trabalhadas e 30 minutos de pausa diárias, é de 217 peças, como é mostrado na Figura 2.

Figura 4- Total de peças que saem do setor diariamente

Nome	Total de Saídas	Tempo Médio no Sistema (Min)	Tempo Médio em Operação (Min)	Custo Médio
Peça	217,00	245,29	9,50	0,00

Fonte: Os Autores (2016)

Após analisar o processo e de acordo com a tabela 1, percebe-se que as atividades de carregamento e descarregamento representam uma grande porção do tempo total do ciclo de conserto de peças com defeito e possui potencial para ser reduzido por meio de melhorias. Portanto, essas duas tarefas serão analisadas separadamente, em relação às outras do acabamento.

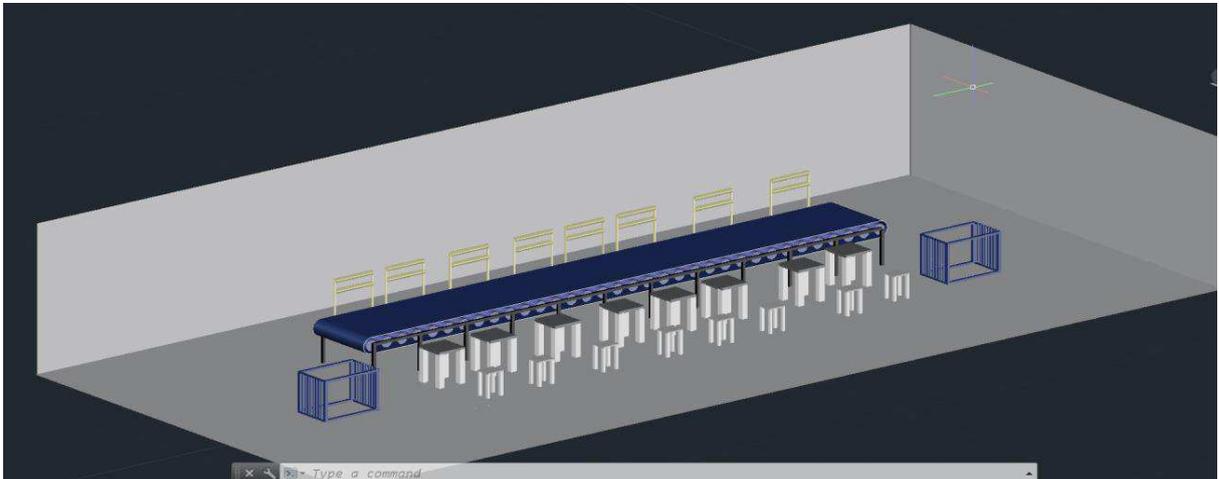
4.3.1 Proposta de novo arranjo físico

Uma proposta de um novo arranjo foi criada, de acordo com a Figura 3. Em vez de permanecer um layout celular, é sugerida a mudança para o layout por produto. O arranjo

mostra uma esteira colocada na área de acabamento, o rack de peças com defeito em uma extremidade e o rack de peças consertadas na outra. Um ajudante no rack de peças com defeito coloca as peças com defeito na esteira, onde serão transportadas até os trabalhadores que estão em suas estações ao longo dela.

Assim que os trabalhadores terminam de consertar o defeito, eles colocam a peça na esteira e a mesma move a peça para a próxima estação. Isso ocorre sucessivas vezes até chegar ao final da esteira, onde o rack de peças consertadas está localizado. Então o segundo ajudante descarrega a peça da esteira colocando no rack.

Figura 5 – Proposta de novo arranjo físico para o setor de acabamento



Fonte: Os Autores (2016)

A suposição feita é que o rack deve ser colocado de forma que a distância entre os racks e a esteira seja aproximadamente 6-10 pés. De acordo com as informações retiradas do projeto analisado, foi feito um estudo de tempos e movimentos, sendo considerado os seguintes itens: o tempo que cada ajudante leva para se mover por 6-10 pés e para pegar peças dos racks e colocá-las de volta. Assim pode-se perceber quanto tempo será poupado nessa etapa devido ao uso do novo layout.

Figura 6 – Tempo médio de carga e descarga em segundos

Tempo médio de carga e descarga (Seg.)								
	Atual		Proposto		Tempo potencialmente economizado		Porcentagem economizada	
Produto	Carregar	Descarregar	Carregar	Descarregar	Carregar	Descarregar	Carregar	Descarregar
Capô do motor	22.52	52.51	13.27	14.89	9.25	37.62	41.1%	71.6%
Porta	77.02	78.16	13.27	14.89	63.75	63.27	82.8%	80.9%
Pára-choques	28.85	51.69	13.27	14.89	15.58	36.11	54.0%	69.9%

Fonte: Os Autores (2016)

Com base no novo arranjo, realizou-se outra simulação da produção no ProModel, para comparar a produtividade dos dois arranjos físicos. Para essa nova simulação também foram utilizadas informações fornecidas pelo ex-estagiário e pelo projeto cedido por ele para análise. De acordo com o estudo de tempos e movimentos, no projeto descrevia que com o novo layout, a operação de acabamento teria uma duração média de 5 a 8 minutos.

Após a nova simulação, concluiu-se que o novo arranjo é mais eficiente, pois houve um aumento na produtividade de 138 peças no mesmo intervalo de tempo. A Figura 7 mostra o número de saídas, além dos tempos médios no sistema e em operação.

Figura 7 - Total de peças que saem do setor diariamente no modelo proposto

Nome	Total de Saídas	Tempo Médio no Sistema (Min)	Tempo Médio em Operação (Min)
Peca	355,00	241,80	4,88

Fonte: Os Autores (2016)

Como foi comprovado com a simulação no ProModel, a mudança no layout de celular para por produto é viável, instalando uma esteira que moverá as peças ao longo das estações de trabalho, contribuindo com a redução do tempo de carregamento e descarregamento. Com esse novo layout, os funcionários irão ser responsáveis por uma função específica e não pelo processo inteiro, reduzindo a variabilidade do processo e os tornando mais especialistas na função atribuída.

Para que a melhoria seja eficiente para a empresa, é necessário investir em especialização do trabalho, aumentando a eficiência em cada etapa e permitindo substituir um funcionário com

maior facilidade em casos de demissão, promoção ou aposentadoria. É importante determinar uma padronização do trabalho para que os trabalhadores sigam o mapeamento do processo, evitando repetir etapas.

Além disso, é importante analisar o posicionamento das ferramentas no local de trabalho, para poupar tempo na movimentação quando há troca de atividades, evitando que o trabalhador perca menos tempo em movimentos e foque em consertar os defeitos.

5. Conclusão

A partir da análise crítica do arranjo físico e da simulação da produção do setor de acabamento da empresa New Center Stamping, concluiu-se que uma solução para os problemas enfrentados nessa etapa produtiva seria a mudança do arranjo físico de celular para por produto, aumentando assim a eficiência no setor.

O layout original é celular, em que cada colaborador é responsável pelo reparo de uma peça, participando de todas as etapas. O layout sugerido é o por produto, em que o colaborador se especializará e ficará responsável por apenas uma etapa. Além disso, algumas mudanças poderiam ser feitas, como por exemplo o reposicionamento dos racks que armazenam as peças defeituosas e as consertadas e também a adição de uma esteira no ambiente de trabalho.

Esse novo posicionamento dos racks irá diminuir o tempo de movimento dos ajudantes e estes poderão focar mais nas etapas do conserto. Em relação à esteira, os funcionários não precisariam se movimentar para enviar a peça para outra pessoa, economizando tempo de deslocamento também.

No modelo atual, o processo de acabamento por peça dura entre 8 a 11 minutos, enquanto no modelo proposto, 5 a 8 minutos. Outra economia de tempo evidenciada ocorreu nos processos de carregamento e descarregamento. Esses novos valores de tempo foram adicionados durante a simulação do modelo proposto e foram fornecidos pelo projeto utilizado como fonte de análise.

Outro benefício que foi abordado é que da forma atual, os funcionários do setor de reparo necessitam de muita experiência, conhecendo todo o processo produtivo e entendendo bem sobre todos os tipos de reparo. Isso ocasionava uma dificuldade de alocação de pessoas nesse

setor. Como na proposta cada pessoa ficará responsável por uma etapa, a alocação se tornaria mais fácil.

É muito importante analisar e realizar as alterações nesse setor, já que ele é um dos gargalos do processo produtivo. Como em muitos casos é necessário que haja o retrabalho da peça, afeta diretamente no prazo de entrega do produto. Além de resolver problemas internos da empresa, podemos concluir através da simulação no ProModel, que com a alteração do layout atual do setor de acabamento, a empresa teria ganhos consideráveis, aumentando o número de peças que saem do setor de acabamento diariamente, de 217 a 355 peças.

REFERÊNCIAS

BARNES, R. M. **Estudo de movimentos e de tempos: Projeto e medida do trabalho**. São Paulo: Edgard Blücher, 1977.

CORRÊA, H. L.; CORRÊA, C. A. **Administração da produção e operações – manufatura e serviços: uma abordagem estratégica**. São Paulo: Atlas, 2004.

CHWIF, L.; MEDINA, A. C. **Modelagem e Simulação de Eventos Discretos: Teoria e Aplicações**. 2. ed. São Paulo: Editora dos Autores, 2010.

DUARTE, Vânia Maria do Nascimento. **Pesquisa Quantitativa e Qualitativa**. Disponível em <<http://monografias.brasilecola.com/regras-abnt/pesquisa-quantitativa-qualitativa.htm>>. Acesso em 20 de novembro de 2015.

FREITAS FILHO, Paulo José de. **Introdução à Modelagem e Simulação de Sistemas**. 2. ed. Florianópolis: Visual Books, 2008.

GIL, Roberto Lima. Tipos de Pesquisa. Disponível em <<http://wp.ufpel.edu.br/ecb/files/2009/09/Tipos-de-Pesquisa.pdf>>. Acesso em 20 de novembro de 2015.

Perovano, D. G. **Manual de Metodologia Científica**. 1º ed. Curitiba: Juruá. Editora, 2014

MARTINS, P. G.; LAUGENI, F. P.; **Administração da Produção**. São Paulo: Saraiva, 2006.

REBELATTO, D. A. N. **Projeto de Investimento**. 1. ed. Barueri - SP: Editora Manole, 2004.

SANTOS, Carlos José Giudice dos. Tipos de Pesquisa. Disponível em <http://www.oficinadapesquisa.com.br/APOSTILAS/METODOL/_OF.TIPOS_PESQUISA.PDF>. Acesso em 20 de novembro de 2015.

Shannon, R.E. **Systems Simulation: The Art and Science**. Prentice-Hall, 1975.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R.; **Administração da produção**. 2. ed. São

