

# ESTUDO PARA REDIMENSIONAMENTO DE BUFFER EM UMA EMPRESA DO SETOR METAL MECÂNICO

**Mario Fernando Mello**

mariofernandomello@yahoo.com.br

**Scarlet Silveira**

scarlettharts@gmail.com

**Lucas Ozonio Moreira de Ataíde**

lucas.moreira@ecomp.ufsm.br

**Gabriel Cargnin Stieler**

gabrielstieler@hotmail.com



*“As empresas vivem em constante busca de melhor produtividade para torna-las mais competitivas no concorrido mercado. Em um cenário onde a redução dos custos internos é orientada através do enxugamento das movimentações, dos estoques, da mão de obra e eficiência de processos um bom projeto de arranjo físico e layout pode ser um diferencial. Uma explicação a isso é como a organização, localização de máquinas, equipamentos e fluxos de processos industriais contribuem para que as organizações sejam mais econômicas e eficientes. Neste contexto foi realizado um estudo de caso referente a um processo de estoque intermediário de peças, que são exclusivas para montagem de conjuntos soldados em três linhas específicas de produção de uma indústria metal mecânica.*”

*Palavras-chave: cronoanálise, Produtividade, Redução de Custos*

## **1. Introdução**

No mundo globalizado onde as empresas vivem em busca de maior competitividade e lucratividade com clientes cada vez mais exigentes, um dos fatores imprescindíveis e desafiadores para o aumento da capacidade de competição das organizações são as melhorias constantes nos seus processos internos.

Em um cenário onde a redução dos custos internos é orientada através do enxugamento das movimentações, dos estoques, da mão de obra e eficiência de processos um bom projeto de arranjo físico e *layout* pode ser um diferencial. Uma explicação a isso é como a organização, localização de máquinas, equipamentos e fluxos de processos industriais contribuem para que as organizações sejam mais econômicas e eficientes.

Neste contexto foi realizado um estudo de caso referente a um processo de estoque intermediário de peças, que são exclusivas para montagem de conjuntos soldados em três linhas específicas de produção de uma indústria metal mecânica.

Atualmente, a empresa enfrenta dificuldade no fluxo de seus materiais. Através da utilização das ferramentas como diagrama de espaguete e fluxograma, foi possível realizar o mapeamento da situação atual sendo possível gerenciar o processo e propor melhorias, as quais depois de implementadas, permitirão redução de custos, diminuição de desperdícios e perdas em transporte, otimização de processos a partir de novo *layout*.

### **1.2. Objetivos**

O objetivo geral do trabalho é analisar o processo atual do *buffer* corrimão e diagnosticar os principais problemas de desperdícios do processo, para então estabelecer um novo *layout* para a realização das atividades, aumentando assim a eficiência e redução dos custos operacionais. Além disso, tem como objetivos específicos: analisar processos e operações do *layout* atual verificando oportunidades de melhorias; minimizar os tempos de espera na produção, reduzindo a distância de movimentação do material, através do balanceamento de tempos e operações; propor um novo *layout*, apresentando a centralização de armazenagem de material utilizado no processo.

## **2. Referencial teórico**

### **2.1. Logística**

A logística é organizada com o objetivo de maximizar a execução de pedidos e oferecer custo-benefício, a partir de um processo estratégico de gestão, movimentação, fluxo de produtos e armazenagem (CHRISTOPHER, 2010).

Por fim, todos os elementos do processo logístico têm como enfoque satisfazer às necessidades e preferências dos consumidores finais (NOVAES, 2016).

## **2.2. Armazenagem**

Para Dias (2010), a armazenagem está ligada diretamente à movimentação ou transporte interno de cargas, tendo grande influência na produtividade industrial. Além disso, ter um método adequado para estocagem de matéria-prima, peças em processamento e produtos acabados auxilia na redução dos custos de operação, impactando de forma positiva na qualidade dos produtos e acelerando o ritmo dos trabalhos.

## **2.3. Plano de armazenagem para cada peça**

De acordo com Harris et. al. (2004), para que cada peça seja gerenciada da doca ao ponto de uso, é importante a criação de um banco de dados com informações e um plano para cada peça (PPCP). Os dados mais pertinentes relativos ao material, peça ou produto.

O plano de armazenagem para cada peça (PAPCP) é uma ferramenta desenvolvida pelos analistas da empresa, a qual foi embasado na metodologia de PPCP, seguindo alguns de seus parâmetros, considerando a cubagem da peça, dimensões, geometria, peso e matéria prima.

## **2.4. Sistema de *picking***

Área de *picking* é a principal área onde se pode realizar melhoria produtiva e contínua. A operação de montagem de *picking* se dá pela retirada de produtos armazenados solicitados pelo cliente, coleta do mix de cada produto em suas respectivas quantidades.

Por ser uma operação manual com intensa movimentação de materiais, é considerada uma atividade crítica, sendo 55% do custo total em termos de armazenagem, pois esta é a operação que ocupa mais tempo em movimentações. Após, temos a busca do material, retirada e outros. É devido a isso a importância de redimensionamento da área, para reduzir custos (BARTHOLDI; HACKMANN, 2014).

## **2.5. Arranjo físico e *layout***

O arranjo físico de uma operação produtiva diz respeito ao posicionamento físico dos seus recursos transformadores. Isso significa decidir onde colocar todas as instalações, máquinas equipamentos e pessoal da operação. A mudança na localização de uma máquina pode afetar o fluxo pela operação, o que, por sua vez, pode afetar os seus custos e a eficácia geral.

De maneira simples, *layout* é o arranjo de homens, máquinas e materiais, trata-se da integração do fluxo típico de materiais, da operação dos equipamentos de movimentação, combinados com características que conferem maior produtividade ao elemento humano; isto para que a armazenagem de determinado produto se processe dentro do padrão máximo de economia e rendimento (DIAS, 2010).

## **2.6. Diagrama de espaguete**

A movimentação de um produto em determinado fluxo de valor, ou seja, todo o diagrama do caminho percorrido é denominado diagrama de espaguete, por ser semelhante a um prato de espaguete. O diagrama de Espaguete, é uma ferramenta que analisa os deslocamentos (SHOOK et. al., 2014).

## **2.7. Fluxogramas de Processo**

Fluxogramas são representações gráficas do que ocorre com o material ou conjunto de materiais, incluindo peças ou subconjuntos de montagem, durante uma sequência bem definida de fases do processo produtivo. Estas representações gráficas incluem cinco tipos de eventos que são: operações, transporte, inspeção, estocagem e espera. São utilizados para facilitar a análise das funções processo nos sistemas produtivos.

## **2.8. Gestão de custos e resultados de logística**

A logística para ser eficiente, é imprescindível primeiramente a redução de custos em específico com transporte, considerando a natureza dos produtos vendidos, tempo de resposta e a ampliação de custos (MARTEL; VIEIRA, 2010).

Há outros custos envolvendo a logística e sua eficiência, como por exemplo, mão de obra, a matéria-prima, custos de produção, manutenções, estoque de reposição e custos indiretos.

Entre setores/percursos os trajetos devem ser os menores possíveis para evitar acréscimo no custo de movimentar materiais, sendo que é preciso considerar que para sobreviver ao mercado a redução de custos deve ser um fator fundamental a ser considerado.

Para as empresas, a meta principal seria o que representa a equação: Preço – Custo = Lucro, ou seja, maximizar os lucros a partir de um sistema que possa oferecer processos simples, que resultem em uma organização competitiva. O Sistema Toyota de Produção é uma filosofia que proporciona diversos recursos a fim de atingir estes objetivos. O Sistema de Produção Toyota, considera a matéria-prima, o colaborador e a máquina, como os três eixos de controle de uma empresa. (GHINATO, 1995; SHINGO, 1996).

Os pilares principais do STP, são a automação e Just in Time, e sua base é a eliminação de desperdícios. Tudo que não agrega valor ao processo/produto é denominado desperdício. Para extinguir as perdas, inicialmente é preciso identificá-las. Shingo (1996) classificou 7 tipos de perdas, as quais são as seguintes: desperdício por superprodução, desperdício por tempo de espera, desperdício por transporte, desperdício por processamento, desperdício por peças defeituosas, desperdício de estoque.

### **2.9. Brainstorming**

*Brainstorming* é uma valiosa ferramenta que produz grandes resultados pois se adapta facilmente a diversas situações. Essa técnica é eficaz pois envolve pessoas diretamente ligadas à problemática, as quais por estarem envolvidas e possuírem o conhecimento de causa, conseguem facilmente apontar ações eficientes e medidas a fim de obter resultados.

Segundo Marshall Junior et. al. (2010) o *brainstorming* possui três fases típicas: clareza e objetividade na apresentação do assunto, problema ou situação; geração e registro das ideias; análise e seleção.

### **2.10. Cronoanálise**

A cronoanálise é indicada quando as empresas buscam entender fatores que influenciam em uma avaliação do processo produtivo, pois tem como objetivo principal a identificação dos desperdícios de tempo, além dos pontos de ineficiência de cada operação (SANTOS et. al. 2017).

Durante cada etapa do processo de aplicação da cronoanálise, procura-se encontrar o melhor modo de realizar o trabalho considerando a infraestrutura do processo, recursos humanos e o método de trabalho.

## **3. Metodologia**

O presente trabalho foi desenvolvido numa empresa do setor metal mecânico, em específico no Setor de Métodos e Processos/Logística de Manufatura e in loco no Setor de Logística de Manufatura I e foi realizado no período de agosto a novembro de 2015.

O presente trabalho trata-se de um estudo de caso que segundo Yin (2010), é uma investigação empírica de um fenômeno contemporâneo em seu contexto de vida real onde o investigador enfrentará circunstâncias técnicas e distintas em função do fenômeno real. O

mesmo autor ressalta que o estudo de caso se evidencia por meio de documentos, registros em arquivos, entrevistas, observações diretas, além de artefatos físicos.

A coleta de dados foi realizada com entrevista do colaborador e coordenação da área de Logística de Manufatura I, com a cronoanálise realizada e com a utilização das ferramentas Diagrama de Espaguete, STP e PAPCP. Após isso foi realizada a demonstração de custos para comprovar a viabilidade do projeto.

As atividades realizadas no desenvolvimento do estudo seguiram a seguinte sequência: identificar o problema atual, observar, analisar, propor um plano de ação e a conclusão.

#### 4. Desenvolvimento e resultados

Foi notado que os problemas da indústria estudada estão diretamente ligados a um número elevado de desperdícios, no momento da montagem de *picking* dentro do *buffer* corrimão devido aos corredores estreitos, difícil acesso aos materiais e falta de identificação dos tubos e também devido as peças que compõem os conjuntos soldados estarem armazenadas em locais diferentes do pavilhão 3.

Referindo-se ao arranjo físico atual (*buffer* corrimão), foram verificados que o arranjo não é ergonômico; o ambiente não é flexível e de difícil acesso ao manuseio das peças; os tubos são armazenados de forma irregular e desorganizada; a movimentação excessiva do operador no momento da montagem de *picking*; o espaço físico não é suficiente para a quantidade de peças a serem armazenadas e tem-se um elevado tempo de montagem de *picking* devido a desperdícios em movimentações.

A tabela 1, descreve as características da composição do *buffer* corrimão.

Tabela 1 - Características do *buffer* corrimão

Item	Descrição	Situação Atual
1	ÁREA TOTAL	57,92m <sup>2</sup>
2	QUANTIDADE DE DISPOSITIVOS	13
3	CORREDORES	500mm
4	SINALIZAÇÃO	NÃO
5	SEPARAÇÃO DE FAMÍLIAS	NÃO
6	RISCO ERGONÔMICO	SIM
7	LAYOUT	RÍGIDO
8	FAMÍLIAS	Imperador/Gladiador/Plantio
9	OPERADORES	1
10	HORAS TRABALHADAS	00:08:48

Para o Fluxo do processo atual foi utilizada uma metodologia de fluxograma para diagnosticar e acompanhar todo o processo atual, sendo esta uma poderosa ferramenta de diagnóstico situacional.

De acordo com o fluxograma do processo atual (figura 1), o qual é composto por 9 etapas, foi possível observar que dentre as operações, a operação 5 e 6 são consideradas perdas em movimentações, pois não agregam valor e não deveriam fazer parte do processo produtivo.

Figura 1 - Fluxograma do processo atual

NRO . OP.	DESCRIÇÃO DA ATIVIDADE	OPERAÇÃO	TRANSPORTE / MOVIMENTAÇÃO	ESPERA	INSPEÇÃO	ARMAZENAGEM
1	Bipar OF - CS- Iniciar	○	→	D	□	▽
2	Verificar pç no tablet	○	→	D	□	▽
3	Pagamento Inicial	○	→	D	□	▽
4	Selecionar carr.	○	→	D	□	▽
5	Deslocam.	○	→	D	□	▽
6	Procurar peça	○	→	D	□	▽
7	Pegar peça	○	→	D	□	▽
8	Armazenar pçs	○	→	D	□	▽
9	Retornar para mesa	○	→	D	□	▽
10	Finaliz. Picking	○	→	D	□	▽
11	Bipar Movimentação	○	→	D	□	▽

Fonte: Elaborado pelos autores

A partir da análise e acompanhamento in loco, do operador de logística interna, foi estruturado um diagrama de espaguete para a montagem de *picking* de apenas um conjunto soldado. A partir disto foi possível verificar os procedimentos e movimentações do processo atual na operação.

Através da cronoanálise do *picking*, foi possível identificar gargalos, mensurar perdas e quantificar os custos dos processos. O início do procedimento de cronometragem se deu no momento em que o operador bipou a ordem de fabricação e finalizou quando o operador bipou a movimentação.

Foram realizadas sete tomadas de tempo de conjuntos soldados para avaliação do processo logístico, o acompanhamento se deu no início do turno e finalizou no término de um dia de trabalho.

Na tabela 2, os dados de cronometragem não consideram tempos de parada (banheiro, conversas laterais, almoço) ou fadiga, mas sim apenas tempo produtivo (operação). O tempo total de montagem de *picking* é de 47 minutos e 44 segundos, tempo elevado de operação.

Tabela 2 - Tempo de cronometragem de *picking* atual

<b>Código do Produto</b>	<b>Quantidade CS</b>	<b>Tempo do Picking Atual</b>
7920-2385	1	00:07:19
7920-2383	1	00:04:20
7925-2061	1	00:10:03
7920-2391	1	00:02:35
7920-2384	1	00:05:10
7920-2390	1	00:08:35
7925-2062	1	00:09:42
<b>TEMPO TOTAL</b>	<b>7</b>	<b>00:47:44</b>

Fonte: Elaborado pelos autores

Após a cronoanálise, foi calculado a distância de movimentações, que nos mostra um total em deslocamentos de 1132,53 m, com o tempo de 17 minutos e 50 segundos, na montagem de nove *pickings*. Esse tempo de deslocamento é considerado custo no processo produtivo, já que é um desperdício em transporte durante a operação.

#### **4.1. Proposta de melhoria**

A nova proposta inicia com a classificação de peças corrimão. A partir de relatórios gerados, foi possível verificar quais as peças que fazem parte do *buffer* corrimão. Realizada avaliação utilizando a planilha PAPCP, e separação das peças por famílias. Foram analisados em torno de 240 códigos, para definir a quantidade de dispositivos de armazenagem necessários, que irão compor o novo arranjo físico.

A proposta é continuar com o arranjo físico funcional atual, mas modificar a disposição dos dispositivos de armazenagem, o que irá otimizar a montagem de *picking* no *buffer*, reestruturar e diminuir o fluxo interno de transporte de materiais e pessoas. Pretende-se com isso aumentar a lucratividade da empresa, bem como otimizar o processo produtivo e melhorar o ambiente de trabalho.

Após a elaboração da proposta, foi simulada a operação de montagem de *picking*, a partir de então coletados novos dados e inseridos no fluxograma, que nos dá a visão de todas as etapas da tarefa. Com a nova proposta de *layout* (figura 2), foi possível diminuir duas etapas do

processo de montagem de *picking*, as quais não agregam valor. Eram elas as operações de deslocamento e procura de peças, as quais foram eliminadas.

Figura 2 - Novo fluxograma de processo

NRO . OP.	DESCRIÇÃO DA ATIVIDADE	OPERAÇÃO	TRANSPORTE / MOVIMENTAÇÃO	ESPERA	INSPEÇÃO	ARMAZENAGEM
1	Bipar DF - CS- Iniciar	○	→	D	□	▽
2	Verificar pç no tablet	○	→	D	□	▽
3	Pagamento Inicial	○	→	D	□	▽
4	Selecionar carr.	○	→	D	□	▽
5	Pegar peça	○	→	D	□	▽
6	Armazenar pçs	○	→	D	□	▽
7	Retornar para mesa	○	→	D	□	▽
8	Finaliz. Picking	○	→	D	□	▽
9	Bipar Movimentação	○	→	D	□	▽

Fonte: Elaborada pelos autores

A tabela 3 apresenta a cronoanálise da simulação de operação no novo projeto de layout e arranjo físico. A eliminação dos desperdícios é visível pois ocorre uma redução de 25 minutos e 36 segundos no tempo total. Fica demonstrado que a utilização de metodologia adequada pode trazer melhorias significativas ao processo.

Tabela 3 - Cronoanálise da proposta de melhoria

Código do Produto	Quantidade CS	Tempo do Picking Processo Novo
7920-2385	1	00:03:35
7920-2383	1	00:01:52
7925-2061	1	00:02:51
7920-2391	1	00:01:24
7920-2384	1	00:02:48
7920-2390	1	00:03:09
7925-2062	1	00:06:29
<b>TEMPO TOTAL</b>	<b>7</b>	<b>00:22:08</b>

Fonte: Elaborada pelos autores

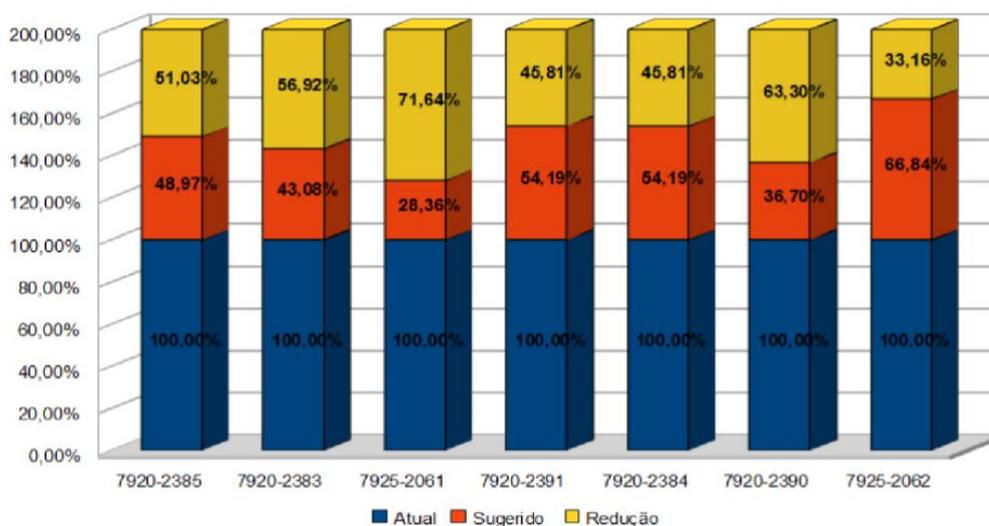
Estruturado um novo diagrama de espagete para simular e avaliar a nova sequência de rotas, transporte e movimentações. Nele foi centralizado a família de peças, antes espalhadas pelo pavilhão 3, agora encontram-se no mesmo local. Calculou-se então as distâncias entre os

novos pontos estabelecidos, o total da soma de todos os possíveis deslocamentos gira em torno de 19,43m, com comparativo em relação ao procedimento antigo, temos um total de 535,71m ou 96% de redução de desperdícios em transporte que obteremos após a implementação.

#### 4.2. Resultados obtidos

Nesta etapa através de cronoanálise entre o projeto atual e simulação com o projeto proposto, mostra a porcentagem de quanto teremos de redução de custo em cada conjunto soldado. A figura 3 nos mostra que foram custeados 7 conjuntos soldados, com a porcentagem de custos no projeto atual e realizada a simulação de custos do projeto novo e demonstrado o comparativo de redução de custo entre ambos. As reduções estão entre 28,36% a 66.84%, dados significativos de melhoria.

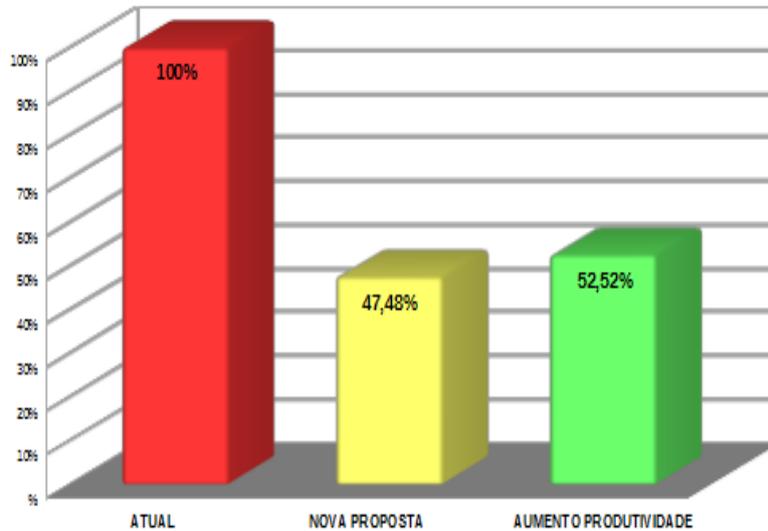
Figura 3 - Comparativo Redução de Custo



Fonte: Elaborada pelos autores

A partir dos dados coletados demonstrados no gráfico da figura 4, foi realizada uma média com os dados obtidos, para definir um percentual de ganho em produtividade a partir do novo projeto de *layout* e arranjo físico.

Figura 4 - Média de produtividade



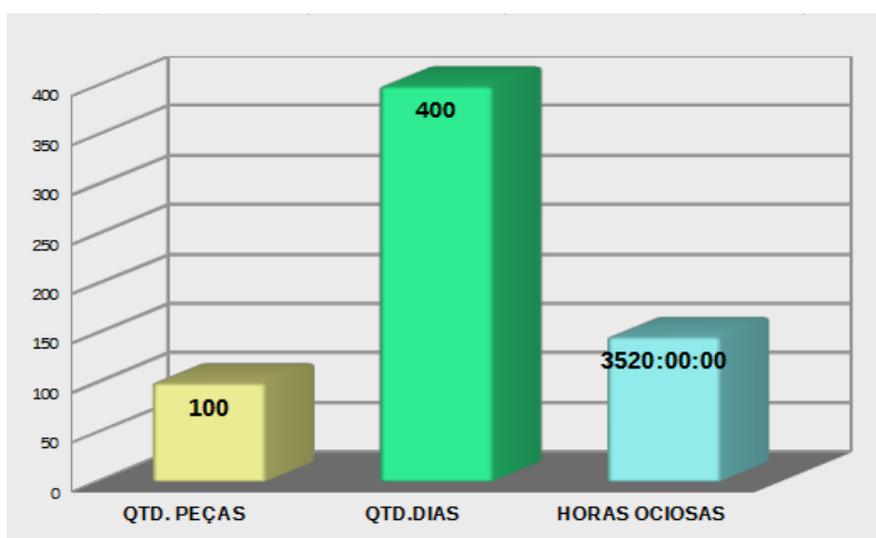
Fonte: Elaborada pelos autores

Nota-se que com o novo projeto de melhoria, o qual virá a ser implementado, é possível obter um aumento em produtividade de 52,52%.

O novo projeto foi aprovado, sendo este mais enxuto, pois houve redução dos processos de operação, desperdícios em transporte, além de um fator importante, que é o aumento da produtividade.

A partir da figura 5 percebe-se que foi totalizado 3520 horas em que há desperdício em espera, para soldagem dos conjuntos, devido a peças faltantes.

Figura 5 - Ganho na eliminação de peças faltantes



Fonte: Elaborada pelos autores

Somente com a utilização de endereço fixo, estabelecer uma identificação nas peças e também organização no próprio *buffer* corrimão no momento de armazenagem, esse problema poderá ser em grande parte resolvido ou até mesmo eliminado.

Este ganho é bastante significativo em termos de faturamento para empresa, que por vezes a falta de uma peça em uma máquina, onde está não pôde ser entregue, faz com que a meta estabelecida não seja atingida, o que afeta diretamente clientes, fornecedores e colaboradores.

### **4.3. Vantagens da nova proposta**

Coimo vantagens percebe-se que com a nova proposta a área com extensão de 169m<sup>2</sup> irá atender as necessidades de armazenagem de peças, questões ergonômicas e de segurança.

Além disso, o estoque será dimensionado para as peças de componentes de conjuntos soldados, de acordo com a demanda; será utilizada menor quantidade de material em processo; as distâncias de movimentação de materiais, serviços e pessoas serão minimizadas; disposição racional das secções; aumento da moral e satisfação do trabalhador; melhor organização do ambiente; redução de custos de operação; menor manuseio (perda, danos materiais e etc.); redução dos movimentos em torno de 52,52% e fluxo contínuo no setor de montagem de *picking*.

### **5. Conclusão**

Como ficou evidenciado, o uso de metodologias de solução de problemas, no caso específico a cronoanálise, é um dos caminhos adequados para a busca da melhoria contínua. Ficou também demonstrado que a participação e colaboração de equipes multidisciplinares trazem contribuições importantes para a solução de problemas.

O projeto de redimensionamento do *buffer* corrimão, definido como problemática, foi iniciado a partir da projeção de um novo modelo de *layout*, para atingir os principais objetivos que seriam a eliminação de desperdícios e redução de custos.

Ficou evidenciado, ainda os significativos resultados alcançados, já que se obteve um aumento em produtividade de 52,52%, como também uma redução de custos em desperdícios. Assim o presente estudo demonstrou que trabalhos muitas vezes simples podem trazer enormes benefícios na busca da melhoria contínua.

Neste contexto, considera-se atingido o objetivo principal do trabalho que foi de analisar o processo atual do *buffer* corrimão e diagnosticar os principais problemas de desperdícios do processo, para então estabelecer um novo *layout* para a realização das atividades, aumentando assim a eficiência e redução dos custos operacionais.

Por fim, mesmo que o presente estudo tenha algumas limitações considera-se de importância tanto para o meio acadêmico como para o meio empresarial uma vez que apresentou uma solução de problema bem como resultados importantes para a empresa com a utilização de metodologias adequadas.

## 6. Bibliografia

BARTHOLDI III, John J.; HACKMAN, Steven T. Warehouse & Distribution Science release 0.96, 8-9. **Recuperado de** <<http://www2.isye.gatech.edu/~jjb/wh/book/editions/wh-sci-0.96.pdf>>. **Consultado em**, v. 21, n. 07, p. 2016, 2014.

CHRISTOPHER, Martin. **Logística e o gerenciamento da cadeia de suprimentos**. São Paulo: Cengage learning, 2010.

DIAS, Marco Aurélio P. **Administração de materiais: uma abordagem logística**. Editora Atlas SA, 2010.

GHINATO, Paulo. Sistema Toyota de Produção: mais do que simplesmente just-in-time. **Production**, v. 5, n. 2, p. 169-189, 1995.

HARRIS, Rick; HARRIS, Chris; WILSON, Earl. **Fazendo Fluir os Materiais: Um guia lean de movimentação de materiais para profissionais de operações, controle de produção e engenharia**. Lean Institute Brasil, 2004.

MARSHALL JUNIOR, Isnard et al. Gestão da qualidade. 10. Ed. **Rio de Janeiro: Editora FGV**, 2010.

MARTEL, Alain; VIEIRA, Darli Rodrigues. **Análise e projeto de redes logísticas**. Editora Saraiva, 2010.

NOVAES, Antonio. **Logística e gerenciamento da cadeia de distribuição**. Elsevier Brasil, 2016.

SANTOS, Larissa N. O. et al. **Aplicação para melhoria do processo produtivo numa fábrica de eletroeletrônicos**. Encontro Nacional de Engenharia de Produção (ENEGEP), Joinville- SC, Ed. XXXVII, 2017. Disponível em: <[http://abepro.educacao.ws/biblioteca/TN\\_STP\\_238\\_377\\_34567.pdf](http://abepro.educacao.ws/biblioteca/TN_STP_238_377_34567.pdf)>. Último acesso em: 3 de maio de 2018.

SHINGO, Shigeo. **O sistema Toyota de produção**. Bookman Editora, 1996.

SHOOK, John et al. (Ed.). **Lean Lexicon: a graphical glossary for Lean Thinkers**. Lean Enterprise Institute, 2014.

YIN, Robert. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos** .4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2010.