

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE ELETRÔNICA E MECÂNICA
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM MECATRÔNICA INDUSTRIAL

MARIA CAROLINE DA COSTA FRANZA
VINICIUS FERREIRA BRAUNER

**AUTOMATIZAÇÃO DE ABASTECIMENTO DE COMPONENTES EM
UM SISTEMA *CONVEYOR***

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

CURITIBA
2017

MARIA CAROLINE DA COSTA FRANZA
VINICIUS FERREIRA BRAUNER

**AUTOMATIZAÇÃO DE ABASTECIMENTO DE COMPONENTES EM
UM SISTEMA *CONVEYOR***

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação, apresentado ao Curso Superior de Tecnologia em Mecatrônica Industrial, dos Departamentos Acadêmicos de Eletrônica e Mecânica, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, como requisito parcial para obtenção do título de Tecnólogo.

Orientador: Prof Dr. Luiz Carlos de Abreu Rodrigues

CURITIBA
2017

TERMO DE APROVAÇÃO

MARIA CAROLINE DA COSTA FRANZA
VINICIUS FERREIRA BRAUNER

AUTOMATIZAÇÃO DE ABASTECIMENTO DE COMPONENTES EM UM SISTEMA CONVEYOR

Este trabalho de conclusão de curso foi apresentado no dia 15 de dezembro de 2016, como requisito parcial para obtenção do título de Tecnólogo em Mecatrônica Industrial, outorgado pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná. O aluno foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Prof. Dr. Milton Luiz Polli
Coordenador de Curso
Departamento Acadêmico de Mecânica

Prof. M.Sc. Sérgio Moribe
Responsável pela Atividade de Trabalho de Conclusão de Curso
Departamento Acadêmico de Eletrônica

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr Rubens Alexandre de Faria
UTFPR

Prof. Dr.Celso Salamon
UTFPR

Prof. Dr.Luiz Carlos de Abreu Rodrigues
Orientador - UTFPR

“A Folha de Aprovação assinada encontra-se na Coordenação do Curso”

RESUMO

FRANZA, Maria C.C.; BRAUNER, Vinicius F. **Automatização de um abastecimento de componentes em um sistema Conveyor**. 2016. 27 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso Superior de Tecnologia em Mecatrônica Industrial), Departamentos Acadêmicos de Eletrônica e Mecânica, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2017.

Este trabalho apresenta uma solução para automação no abastecimento de materiais, em uma linha de produção com sistema *conveyor*, com foco na melhoria ergonômica do operador e na redução de tarefas sem valor agregado ao processo.

Palavras-chave: Abastecimento de Materiais. Ergonomia. Automação.

ABSTRACT

FRANZA, Maria C.C.; BRAUNER, Vinicius F. **Automation of a component supply on a Conveyor system**. 2016. 27 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso Superior de Tecnologia em Mecatrônica Industrial), Departamentos Acadêmicos de Eletrônica e Mecânica, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2017.

This paper show a solution for automation in the supply of materials, in a production line with conveyor system, focusing on improving ergonomic operator and reducing non-value tasks to the process.

Keywords: Component supply. Ergonomic. Automation.

ÍNDICES DE FIGURAS

FIGURA 01 - VISÃO SUPERIOR DO ABASTECIMENTO DE COMPONENTES VOLUMOSOS	8
FIGURA 02 - VISÃO LATERAL DO ABASTECIMENTO DE COMPONENTES VOLUMOSOS	8
FIGURA 03 - SISTEMA CONVEYOR	12
FIGURA 04 - <i>GOLDEN ZONE</i>	13
FIGURA 05 - PRATELEIRA	15
FIGURA 06 - MESA ARTICULADA	15
FIGURA 07 - GUIA LINEAR DA MESA ARTICULADA	16
FIGURA 08 - RÓTULA DA MESA ARTICULADA	17
FIGURA 09 - ESTRUTURA DE PROTEÇÃO	17
FIGURA 10 - BATENTES SUPERIORES	18
FIGURA 11 - BATENTES INFERIORES	19
FIGURA 12 - CILINDRO PNEUMÁTICO DA MESA	19
FIGURA 13 - SENSOR DE PRESENÇA E BOTOEIRAS	20
FIGURA 14 - PAINÉIS	21
FIGURA 15 - PAINEL PNEUMÁTICO	21
FIGURA 16 – PAINEL ELÉTRICO E CLP	22
FIGURA 17 – ÁREA AA DA <i>GOLDEN ZONE</i>	24

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO.....	7
1.1	OBJETIVOS.....	7
1.1.1	Objetivo geral.....	7
1.1.2	Objetivos específicos.....	7
1.2	JUSTIFICATIVA.....	7
1.3	PROBLEMA.....	9
2	METODOLOGIA.....	10
2.1	TIPO DE PESQUISA.....	10
2.2	CRONOANALISE.....	10
2.3	LAYOUT.....	10
2.4	ESTUDO DE ERGONOMIA.....	10
2.5	GESTÕES UTILIZADAS.....	11
3	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	12
3.1	SISTEMA CONVEYOR.....	12
3.2	FIRST IN FIRST OUT.....	12
3.3	GOLDEN ZONE.....	13
4	IMPLEMENTAÇÃO.....	14
4.1	ESTRUTURA.....	14
4.2	CONCEPÇÃO ELETROELETRÔNICA.....	18
5	RESULTADOS.....	23
5.1	ABASTECIMENTO DE COMPONENTES E RETIRADA DAS EMBALAGENS.....	23
5.2	MELHORAR A ERGONOMIA NO POSTO DE TRABALHO.....	23
5.3	REDUÇÃO NO TEMPO DE CICLO DA OPERAÇÃO.....	23
5.4	REDUÇÃO DE ESTOQUE AO LADO DA LINHA DE PRODUÇÃO.....	23
5.5	REDUÇÃO DE ESPAÇO FÍSICO.....	24
5.6	ORÇAMENTO.....	24
6	RESTRICÇÕES.....	25
7	CONCLUSÃO.....	26
8	REFERÊNCIAS.....	27

1. INTRODUÇÃO

1.1 OBJETIVOS

A seguir serão apresentados os objetivos gerais e específicos.

1.1.1 Objetivo geral

O objetivo geral é automatizar o abastecimento de componentes em uma linha de produção com sistema *conveyor*.

1.1.2 Objetivos específicos

Os objetivos específicos deste trabalho são:

- Construir um sistema que permita o abastecimento de componentes e a retirada das embalagens vazias de uma forma prática e rápida;
- Melhorar a ergonomia no posto de trabalho, de tal forma que o material esteja disponível ao operador dentro do limite da “*Golden zone*”¹;
- Redução de tempo de ciclo na operação;
- Redução de estoque ao lado da linha de produção.

1.2 JUSTIFICATIVA

Quando se trata de tempo gasto com operações que não agregam valor, como pegar o material para a produção, mesmo que este esteja o mais próximo possível do operador, tende-se a esquecer de que deve ser feito o descarte das embalagens vazias. Esse conjunto de atividades consome um tempo que poderia estar sendo utilizado de uma forma mais produtiva.

O abastecimento de peças para a produção normalmente ocorre em lotes. No caso de componentes volumosos, é comum que este seja colocado atrás do operador,

¹ Golden zone – Área ideal de trabalho do operador. Abordada no capítulo 3.

onde será necessário o dobro de espaço devido à armazenagem de peça para a operação e o descarte das embalagens vazias. Em alguns casos pode ocorrer de o operador ter um movimento de até 360° entre pegar o componente, montá-lo e descartar a embalagem vazia, principalmente se esta montagem ocorrer em um sistema *conveyor*. Esta situação é ilustrada pelo traçado em linha vermelha na Figura 1 e Figura 2.

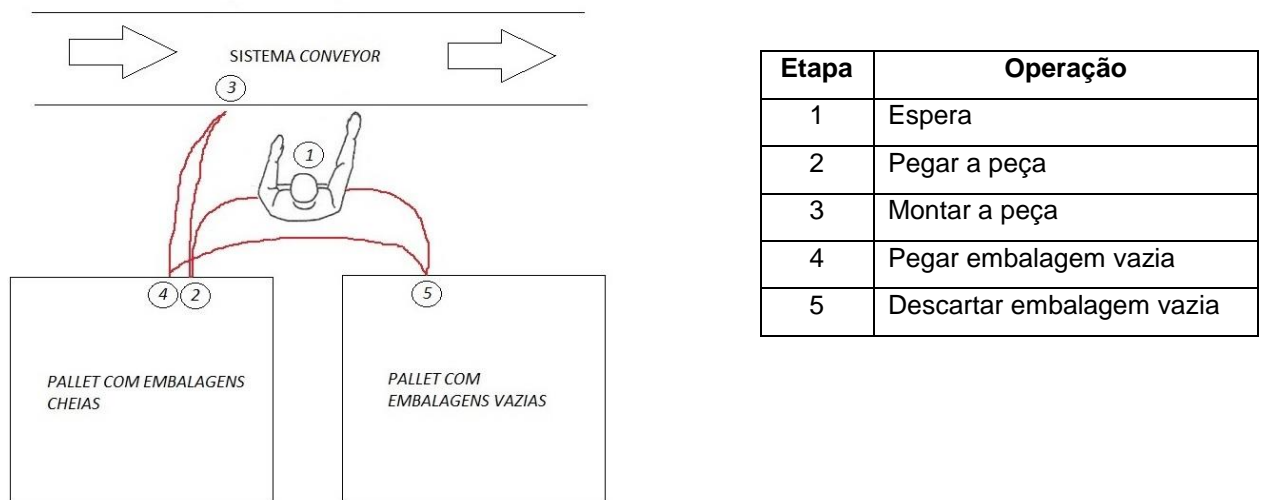


Figura 1 - Visão superior do abastecimento de componentes volumosos
Fonte: Autoria própria.

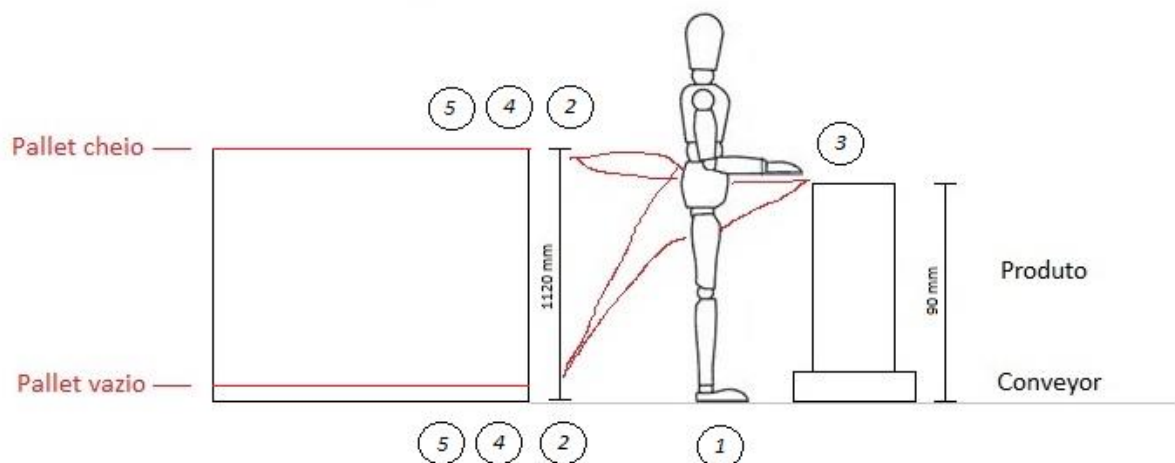


Figura 2 - Visão lateral do abastecimento de componentes volumosos
Fonte: Autoria própria.

Visando a redução da movimentação, que no ciclo de montagem do componente ocorre o deslocamento, sendo a movimentação vertical em média de 1 metro e o giro de 360° do operador no posto de trabalho, foi identificado que o ideal seria que o material fosse disponibilizado o mais próximo possível de suas mãos, ao invés de o operador buscar o componente. Como há restrições operacionais para entrega Just in time de componente “volumoso”, neste caso, se faz necessário a utilização de prateleira em declive dotadas de rolete para que o componente seja entregue na frente do operador. Porém, a prateleira supre parcialmente a necessidade de entrega do componente o mais próximo possível do operador e é preciso que, na extremidade próxima ao operador, tenha-se um sistema de abastecimento automático que consista no abastecimento da embalagem com componentes, na aproximação destes componentes do operador, assim como do recuo e do descarte da embalagem vazia.

A proposta deste trabalho de conclusão de curso é automatizar o abastecimento de componentes em um sistema *conveyor*.

1.3 PROBLEMA

No processo de produção de grandes indústrias, principalmente na montagem, há perdas de tempo e custo com atividades que não agregam valor, tais como: a espera por insumos, a movimentação do operador para retirar os componentes necessários para a sua operação ou o descarte de embalagens vazias.

Em um processo de montagem, se forem eliminados os deslocamentos desnecessários e as atividades que não agregam valor, haverá redução do tempo de ciclo da operação? Em caso afirmativo quais serão os ganhos desta redução? E se algumas destas etapas forem aperfeiçoadas? Estes ganhos devem incluir melhora na ergonomia do operador? Será possível otimizar o espaço ocupado pela operação?

2 METODOLOGIA

2.1 TIPO DE PESQUISA

Com o problema definido, iniciamos com uma pesquisa de mercado para identificar os métodos que poderiam ser utilizados e com o maior ganho para o posto de trabalho. Devido ao objetivo de custos do projeto, não identificamos nenhum meio padrão que seja aplicado a este posto.

Após uma pesquisa bibliográfica, escolhemos um meio alternativo de automação do posto, utilizando espaço e recursos disponíveis.

2.2 CRONOANALISE

Através da Cronoanálise foi executado o levantamento de todas as atividades da operação e o tempo gasto em cada atividade, com essas informações foi possível identificar onde ocorriam as maiores perdas, fossem elas de tempo ou movimento.

2.3 LAYOUT

O Layout neste projeto é a configuração das instalações físicas da operação. A linha original ocupava uma área de 7m² com um espaço livre de 14m² para utilizarmos na aplicação do projeto.

2.4 ESTUDO DE ERGONOMIA

Ao analisar a atividade do operador para a automação do posto, foi identificado que este se locomovia tanto lateralmente quanto girava o corpo para buscar o material. Devido a isto efetuamos um estudo de ergonomia da operação para melhorá-la após ela ser automatizada.

Durante a análise foi identificando que a operação estava dentro da zona “D” da Golden zone, necessitando assim que a melhoria desta operação fosse um pré-requisito do projeto.

2.5 GESTÕES UTILIZADAS

A gestão de projeto foi executada através do método APQP (Advance Product Quality Planning), utilizado em empresas de autopeças.

Iniciamos o desenvolvimento do projeto por etapas sequenciadas da seguinte forma:

Etapa 1 – Efetuamos toda a pesquisa bibliográfica, análise de riscos, previsão orçamentária e cronograma de implementação.

Etapa 2 - Cotação com fornecedores, compra de material.

Etapa 3 – Acompanhamento dos fornecedores, internos e externos, para a entrega e montagem das peças.

Etapa 4 – Validação e pequenos ajustes das peças.

Etapa 5 – Rampa de produção com acompanhamento direto para correção de possíveis falhas em uma produção em massa.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 SISTEMA CONVEYOR

O sistema *conveyor* visto na Figura 2 é uma forma comum de movimentação de materiais pesados ou volumosos através de correntes, esteiras, entre outros. Esse sistema é de grande utilização em indústrias automobilísticas, agrícola, farmacêutica.

Como lembra Dias (2010), o sistema de transporte por roletes livres é o mais econômico, devido ao baixo custo de manutenção, possibilidade de transporte de quase todo tipo de material, exceto a granel.



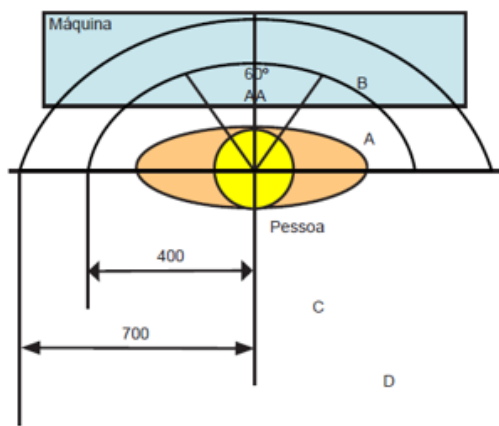
Figura 3 - Sistema *conveyor*
Fonte: Sistema de distribuição (2015)

3.2 FIRST IN FIRST OUT

Segundo Martins (2002), o método FIFO (do inglês first in first out – primeiro que entra, primeiro que sai) dá prioridade no consumo das mercadorias que são mais antigas no estoque.

3.3 GOLDEN ZONE

É denominada *Golden Zone* (Área Dourada) a área ideal de trabalho do funcionário interno, representada na Figura 4. Esta garante a redução das atividades sem valor agregado e das operações difíceis ou não-naturais (ORGANIZAÇÃO DO POSTO DE TRABALHO, 2015).



AA	Todos os componentes devem estar disponíveis no posto de trabalho dentro do campo de visão do operador e na altura de trabalho.
A	Os componentes estão disponíveis em uma área até três vezes maior que a área de trabalho, podendo ser alcançados esticando os braços e/ou com ambas as mãos.
B	Os componentes estão disponíveis em uma área até seis vezes maior que a área de trabalho, podendo ser alcançados esticando os braços e acima dos ombros.
C	Os componentes podem ser alcançados girando o corpo.
D	Os componentes podem ser alcançados caminhando.

Figura 4 - *Golden zone*
Fonte: Organização do posto de trabalho (2015)

4 IMPLEMENTAÇÃO

A automação de abastecimento de componentes em um sistema *conveyor* ocorreu em parceria com uma empresa multinacional da região metropolitana de Curitiba. Esta disponibilizou os meios e recursos para a construção e a implementação do projeto.

A concepção do sistema obedeceu algumas etapas, que serão apresentadas com maiores detalhes na sequência.

4.1 ESTRUTURA

Os itens da estrutura são:

- Prateleira – construída em perfil de alumínio tubular, dividida em dois níveis inclinados com roletes, conforme a Figura 5, tem a finalidade de armazenar na parte superior embalagens cheias e na parte inferior embalagens vazias. Em uma extremidade são realizados o abastecimento e o recolhimento das embalagens pela logística e na outra ocorre o abastecimento e o descarte das embalagens utilizadas na mesa;
- Mesa articulada – Construída em perfil tubular, ela foi pintada de laranja devido a questões de segurança, por ser uma parte móvel do projeto. É responsável pela movimentação da embalagem da prateleira ao operador e de posicionar a embalagem vazia no nível inferior da prateleira para que possa ocorrer o descarte, como apresentado na Figura 6. Uma guia linear MSA25R X 1120 mm, indicada na Figura 7, é responsável pela movimentação da mesa entre a prateleira e o *conveyor*. Já a movimentação da mesa entre o nível superior e inferior da prateleira ocorre através de uma rótula, exposta na Figura 8.



Figura 5 - Prateleira
Fonte: Autoria própria

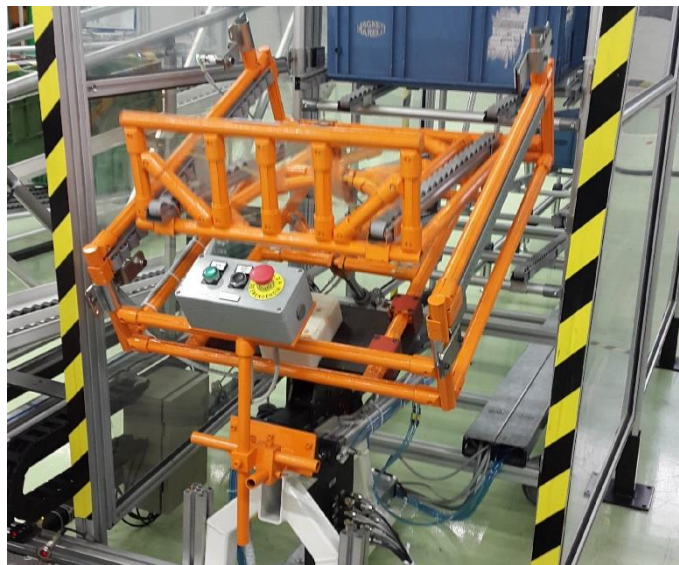


Figura 6 – Mesa articulada
Fonte: Autoria própria

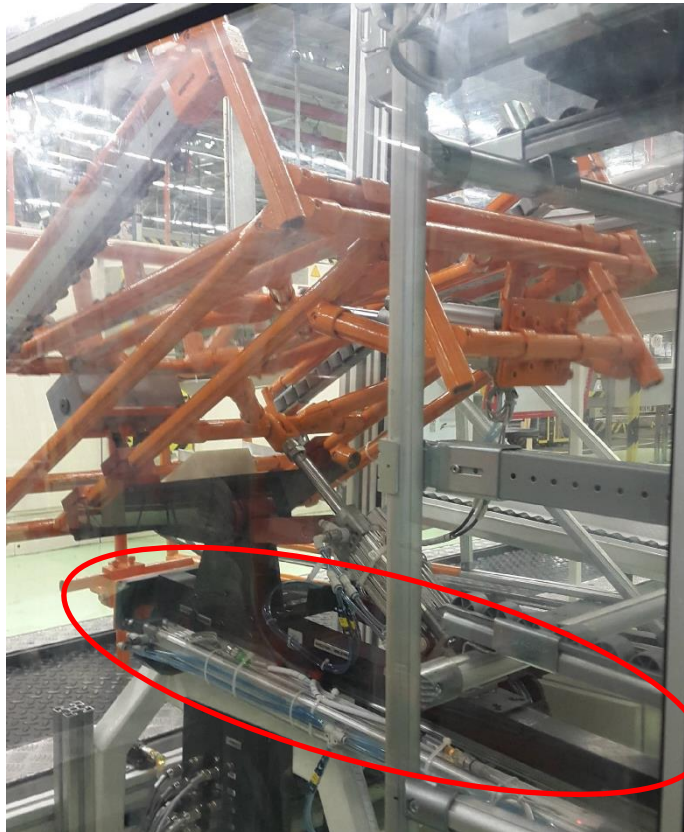


Figura 7 – Guia linear da mesa articulada
Fonte: Autoria própria

- Estrutura – ela possui a finalidade de proteção das partes móveis e foi construída em perfil quadrado e placas de acrílico, como apresentado na Figura 9.



Figura 8 – Rótula da mesa articulada
Fonte: Autoria própria



Figura 9 – Estrutura de proteção
Fonte: Autoria própria

4.2 CONCEPÇÃO ELETROELETRÔNICA

O projeto contém quatro cilindros pneumáticos que são responsáveis pela liberação das embalagens em ambas as extremidades da prateleira, são utilizados em cada nível um cilindro pneumático ISO 1552, com amortecedor e embolo, e um cilindro pneumático com guia incorporada, como apresentado nas Figuras 10 e 11, com a função de acionar um batente para bloquear ou liberar a passagem de embalagens.

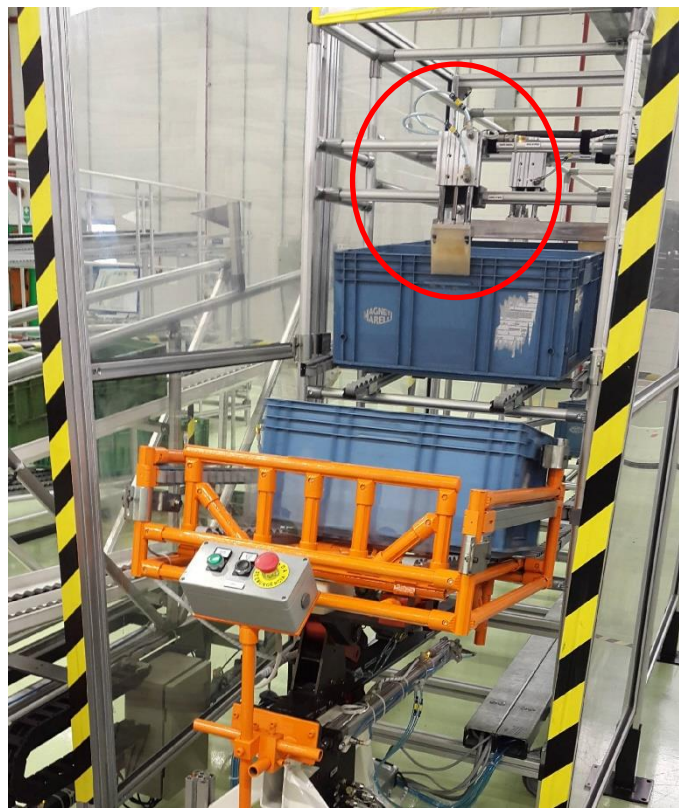


Figura 10 – Batentes superiores
Fonte: Autoria própria

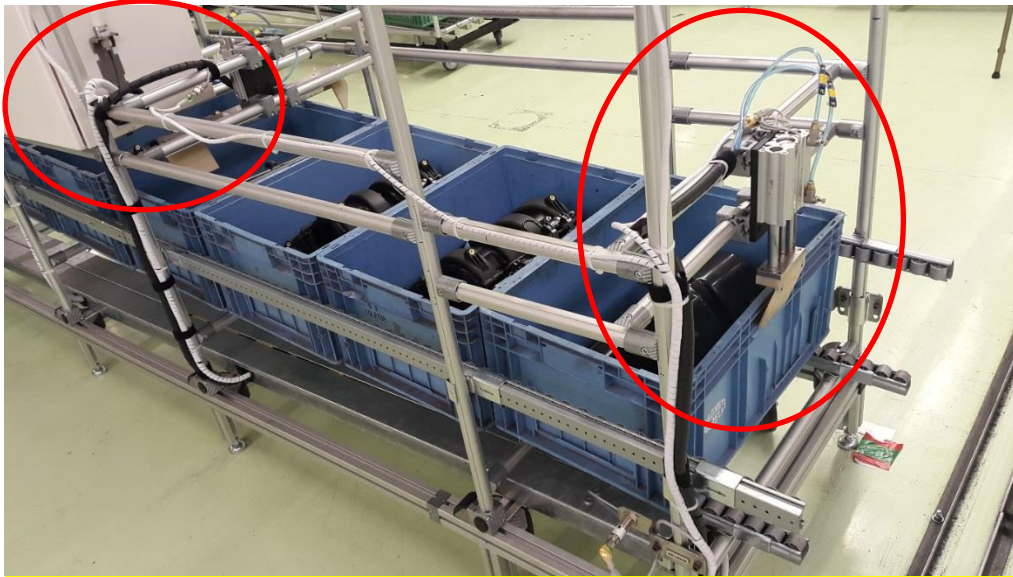


Figura 11 – Batentes inferiores
Fonte: Autoria própria

A movimentação da mesa é feita através de um cilindro pneumático ISO 6432 com amortecimento, como apresentado na Figura 12.

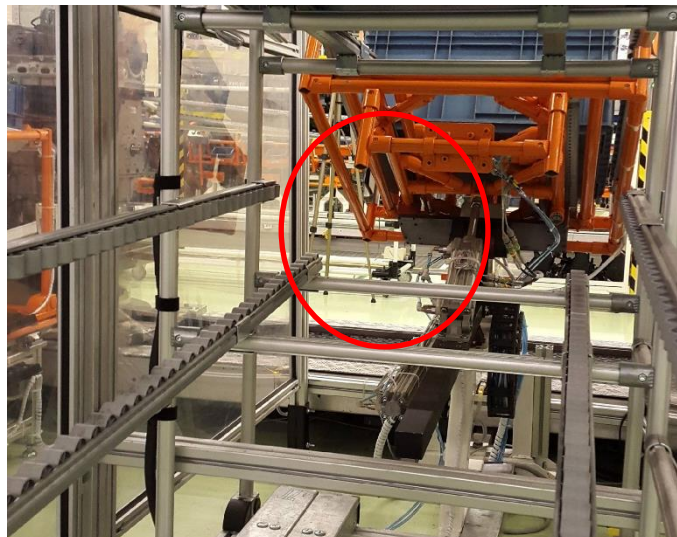


Figura 12 – Cilindro pneumático da mesa
Fonte: Autoria própria

O recuo da mesa é feito através de um sensor refletivo NA e o descarte de embalagem da mesa para a prateleira através de uma botoeira que é acionada pelo operador. O sistema também possui um botão de emergência que causa a parada do sistema *conveyor* e um botão de *reset* para que o sistema possa ser reinicializado em caso de necessidade, como apresentado na Figura 13.



Figura 13 – Sensor de presença e botoeiras.
Fonte: Autoria própria

Foram elaborados dois painéis, conforme indicado na figura 14, para controle do processo. Sendo um específico para o esquema pneumático, conforme a figura 15, e outro compartilhado entre o painel elétrico e o CLP, como apresentado na figura 16.



Figura 14 – Painéis
Fonte: Autoria própria

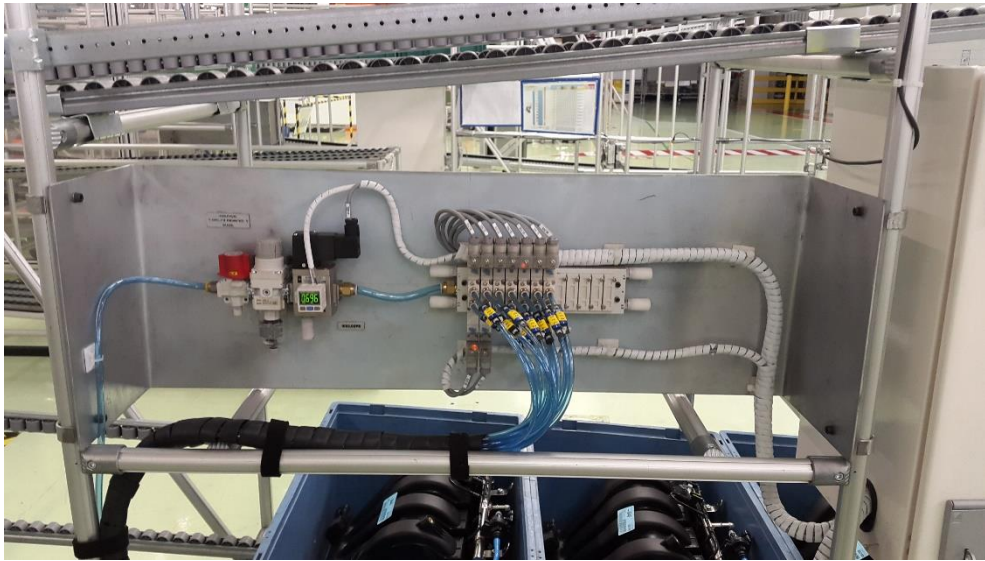


Figura 15 – Painel pneumático
Fonte: Autoria própria



Figura 16 – Painel elétrico e CLP
Fonte: Autoria própria

O controlador lógico programável utilizado foi o ZELIO LOGIC com 16 entradas e 10 saídas digitais e alimentação de 24VCC.

5 RESULTADOS

A seguir são apresentados os resultados práticos deste trabalho:

5.1 ABASTECIMENTO DE COMPONENTES E RETIRADA DAS EMBALAGENS

A construção da prateleira possibilitou atingir este objetivo de abastecimento dos componentes e a retirada das embalagens vazias de forma prática e rápida.

5.2 MELHORAR A ERGONOMIA NO POSTO DE TRABALHO

Na situação inicial, o operador trabalhava dentro da área D da *Golden zone*, na qual o operador necessita caminhar para pegar as peças. Após a implementação do projeto, o operador precisa apenas estender o braço para pegar a peça, como apresentado na Figura 17, o que transfere a situação para a área AA da denominada *Golden Zone*.

5.3 REDUÇÃO NO TEMPO DE CICLO DA OPERAÇÃO

Houve êxito na redução do tempo de ciclo da operação. O tempo de operação na situação inicial era de 20 segundos por peça e foi reduzido para 13 segundos por peça, o que nos proporcionou uma redução de 35%.

5.4 REDUÇÃO DE ESTOQUE AO LADO DA LINHA DE PRODUÇÃO

O objetivo de reduzir o estoque ao lado da linha de produção foi atingido e a redução obtida foi de 50%. O estoque ao lado linha na situação inicial era de 20 peças e passou a ser de 10 peças com a implantação da prateleira.

5.5 REDUÇÃO DE ESPAÇO FÍSICO

Além dos objetivos propostos, houve a redução de 33% do espaço físico utilizado para área de trabalho. Inicialmente, a área de trabalho era de 7m² e foi reduzido para 4,7m².



Figura 17 - Área AA da *Golden zone*
Fonte: Autoria própria

5.6 ORÇAMENTO

O orçamento inicial era de R\$23.400,00. O projeto foi realizado com R\$17.469,16; o que representa uma economia de 25% no resultado final. Isso foi possível devido ao fato de alguns componentes terem sido cedidos pela empresa e outros que foram de fabricação própria, não impactando nos custos para o projeto. A tabela contendo a lista de materiais e seus respectivos preços e quantidade está disponível no apêndice A.

6 RESTRIÇÕES

O desenvolvimento do projeto foi realizado em parceria com uma empresa da área de autopeças da região metropolitana de Curitiba, esta exigiu que suas informações fosse mantidas em sigilo, devido à esta exigência não foi possível disponibilizar os documentos técnicos referentes à execução do projeto, por se tratar de segredo industrial.

7 CONCLUSÃO

Foi proposta a automatização de abastecimento em um sistema *conveyor*. Conclui-se que a automatização foi implementada com êxito, visto que os objetivos propostos foram todos atingidos. Havia problemas de ergonomia, excesso de peças em processo e com a implantação da prateleira e da mesa foi possível eliminá-los.

Por motivos de força maior, o nascimento do filho dos autores do trabalho, houve a necessidade de ajustes do cronograma, o que atrasou a entrega do trabalho. Porém, isso não impactou no resultado obtido no projeto.

Por se tratar de uma parceria com uma empresa privada, alguns dados precisaram ser mantidos em sigilo. Não foi possível disponibilizar o projeto mecânico, o projeto eletrônico e a programação do CLP.

Uma sugestão de melhoria no projeto seria a automatização da entrega das peças e do retorno para descarte das embalagens sem a necessidade de o operador apertar um botão para que o processo seja executado.

8 REFERÊNCIAS

DIAS, Marco Aurélio P. **Administração de materiais**. São Paulo: Editora Atlas S.A. 2010

MARTINS, P.G. **Administração da produção**. São Paulo: Saraiva, 2002

SILVEIRA, Paulo R. e SANTOS, Winderson E. **Automação e controle discreto**. São Paulo: Editora Érica, 2006.

ORGANIZAÇÃO DO POSTO DE TRABALHO. Disponível em: <<http://pt.scribd.com/doc/152092225/04-Organiza%C3%BEOo-do-Posto-de-Trabalho#scribd>>. Acesso em 03 de julho de 2015.

SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO. Disponível em: <<http://sao-paulo.all.biz/sistema-de-distribuicao-g26769#.VXOKykZvRWA>>. Acesso em 04 de junho de 2015.

Advanced Product Quality Planning. Disponível em: <<http://www.apqp.com.br/>> acesso em 10 de janeiro de 2017

DORF, Richard C; Svoboda, James A. **Introdução aos circuitos elétricos**. 5° edição. Rio de Janeiro. Editora LTC, 2003.

GEORGINI, Marcelo. **Automação aplicada: Descrição e Implementação de Sistemas Seqüenciais com PLCs**. São Paulo: Érica, 2003.

KOSOW, Irving L. **Máquinas elétricas e transformadores**. 12° edição. São Paulo: Globo, 1996.

MAURÍCIO ROSÁRIO, João. **Princípios de Mecatrônica**. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005.

SÉRGIO de Biase, Ronaldo. **Eletricidade e Eletrônica vol.2**. 9° edição. Rio de Janeiro: Record, 1968.

TOCCI, Ronald JK. WIDMER, Neals S. **Sistemas Digitais: Princípios e aplicações**, 8°ed. Pearson Prentice Hall. SP.