

## **METODOLOGIA PBL NA INTRODUÇÃO À ENGENHARIA DE PRODUÇÃO; SIMULAÇÃO DE UMA LINHA DE PRODUÇÃO SERIADA COM MODELOS DA LEGO**

RENATHA QUERUBINA DE ANEVAM<sup>1\*</sup>, JONATHAN LUCIANO GONÇALVES LEITE<sup>2</sup>; VINÍCIUS HENRIQUE SALLES<sup>3</sup>; FELIPE CIDRAL DE OLIVEIRA<sup>4</sup>; MARCOS WURZER<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Aluna de Engenharia de Produção, UNINTER, Curitiba-Pr, renathaquerubina@hotmail.com

<sup>2</sup> Aluno de Engenharia de Produção, UNINTER, Curitiba-Pr, jlucianoite@hotmail.com

<sup>3</sup> Aluno de Engenharia de Produção, UNINTER, Curitiba-Pr, vinih.salles@hotmail.com

<sup>4</sup> Aluno de Engenharia de Produção, UNINTER, Curitiba-Pr, felipe.cidral@hotmail.com

<sup>5</sup> MSc. Eng Mecânica, Prof. Orientador, UNINTER, Curitiba-Pr, marcos.w@uninter.com

Apresentado no  
Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC'2016  
29 de agosto a 2 de setembro de 2016 – Foz do Iguaçu, Brasil

**Resumo:** Este documento apresenta o trabalho desenvolvido para a disciplina de PBL (Problem Based Learning) da ESPU (Escola Superior Politécnica UNINTER). Foi desenvolvido um sistema de linha de produção de automóveis a partir de um protótipo de carro produzido com peças de lego, o qual a equipe colocou o nome de PROJECT LEGO CAR. O objetivo principal desse estudo foi encontrar um meio de produzir os veículos em menor tempo possível, com menos postos de trabalho, sem perder a qualidade e com custo reduzido, ou seja, uma produção otimizada de uma melhor maneira. Para o desenvolvimento do projeto foram utilizados alguns tipos de materiais para testes, optando-se então pela parafina, que teve um melhor resultado na confecção dos postos de trabalho.

**Palavras-chave:** Produção, Veículos, Qualidade, Testes, Resultado.

**Abstract:** This document presents the work for the discipline of PBL (Problem Based Learning) of ESPU (Polytechnic School UNINTER). It developed a car production line system from a car prototype made from lego bricks, which the team placed the name of LEGO CAR PROJECT. The principal aim of this study was to find a way to produce vehicles in the shortest possible time, with fewer jobs, without losing the quality and cost, optimized production in a better way. For the development of the project were utility some types of materials for testing, if opting then by paraffin, which had a meter result in the production of jobs.

**Keywords:** Production, Vehicles, Quality, Testing, Results.

### **INTRODUÇÃO**

O trabalho ora apresentado é a criação de um projeto para um sistema de linha de produção de veículos produzidos a partir de peças de lego. O objetivo principal desse estudo é encontrar um meio de produzir os veículos em menor tempo possível, com menos postos de trabalho, sem perder a qualidade e com custo reduzido, ou seja, uma produção otimizada de uma melhor maneira. O estudo proporcionou a equipe desenvolver na prática a teoria por meio da utilização de vários materiais para a criação do projeto num todo. Cada etapa desenvolvida do projeto teve as suas dificuldades características, sendo a principal: “Como desenvolver um sistema de linha de produção de veículos que produza no menor tempo possível? E com essa pergunta iniciou-se o desenvolvimento do projeto, o qual tem um papel de suma importância no que tange a Engenharia de Produção, pois visa melhorar sistemas de produção já existentes, promovendo a qualidade de vida no ambiente de trabalho para os colaboradores envolvidos na produção, redução de custos sem perda da qualidade dos produtos desenvolvidos, entre outras melhorias que são possíveis por meio de um estudo mais aprofundado do assunto.

## METODOLOGIA

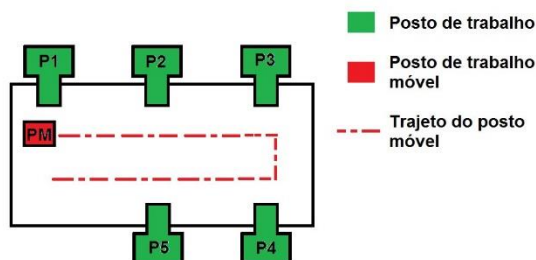
Durante a elaboração do trabalho foi utilizada a metodologia de pesquisa exploratória a fim de analisar o melhor arranjo físico para a montagem do layout de produção, bem como a utilização de vários tipos de materiais para formar a base para a montagem do sistema de linha de produção dos veículos. Foram executadas as seguintes tarefas para a criação do PROJECT LEGO CAR:

- Realização de pesquisa de materiais para a construção da base do Posto de Trabalho;
- Avaliação dos materiais a serem utilizados;
- Determinação do modelo de layout de produção;
- Elaboração dos desenhos das peças de lego para a produção dos veículos e do Posto de Trabalho;

No processo do sistema de linha de produção PROJECT LEGO CAR. Abaixo apresenta-se cada uma das etapas citadas acima:

## LAYOUT

No arranjo físico da área produtiva, foi possível identificar o dimensionamento do ambiente e seus compartimentos. O layout é composto por 06 (seis) postos de trabalho, sendo 05 (cinco) deles fixos e 01 (um) posto móvel.



O layout foi definido como uma análise do posicionamento das peças de lego disponíveis identificando o melhor processo e analisando as ferramentas a fim de identificar sua viabilidade e o melhor fluxo de trabalho.

A seguir apresenta-se o fluxograma do processo:

	Indica um ponto de tomada de decisão
	Indica a direção do fluxo
	Indica os documentos utilizados no processo
	Indica o início ou fim do processo.
	Indica que o fluxograma continua a partir desse ponto em outro círculo, com a mesma letra ou número, que aparece em seu interior

Quadro 1 - Símbolos do Fluxograma

## FLUXOGRAMA

A seguir apresenta-se o fluxograma do processo de linha de montagem do PROJECT LEGO.

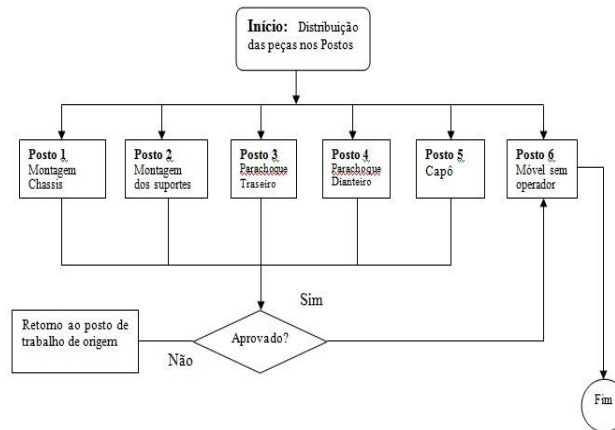


Figura 2 - Símbolos do Fluxograma

## LOGÍSTICA

A logística foi desenvolvida para abastecer a linha de produção com as 112 (cento e doze) peças de lego que serão distribuídas nos 06 (seis) Postos de Trabalho.

## POSTO DE TRABALHO

Cada posto de trabalho foi desenvolvido conforme as necessidades de cada peça de lego em seu interior, composto de chapas de aço.

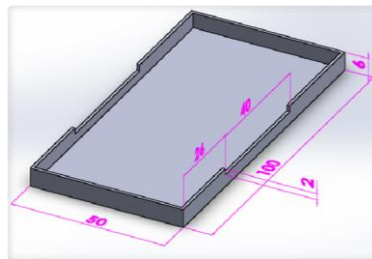


Figura 2 – Exemplo do Posto de Trabalho Móvel.

## MATERIAL INTERNO DO POSTO DE TRABALHO

Para que houvesse êxito no molde do material interno, foram testados vários materiais. Procurávamos um material que fosse acessível em relação ao custo, que pudesse ser reaproveitado, de fácil preparo para uso e com a secagem rápida, veja a seguir os materiais:

- Massa Plástica: Com preço acima do esperado, e com secagem rápida através de uso de catalisador. Após a peça de lego inserida na massa, química entre os materiais fez com que a peça derretesse e perde-se a coloração.
- Argamassa: Com preço médio, com secagem relativamente média. Após a secagem da massa com as peças já inseridas, a massa criava rachaduras, farelo, e conseqüentemente, a quebra.
- Massa de Biscuit: Com preço relativamente médio, fácil modelação, porém a secagem era efetivada após dois dias. Logo após a secagem, a química entre os materiais fez com que a massa de biscuit solta uma espécie de líquido, e conseqüentemente a ferrugem das chapas de aço.

- Parafina: Com preço baixo, considerada de secagem rápida após fervida. Após a fervura, o material derreteria, no decorrer de alguns minutos já havia secagem do mesmo podendo repetir o processo várias vezes caso ocasionasse erro.

Entre os materiais usados nos testes, optamos pela parafina que foi mais acessível em todos os quesitos.

### DISPOSITIVO DE OPERAÇÃO

Foi dimensionado um Dispositivo de Operação, uma espécie de carimbo, para ser utilizado na prensa e fixação das peças de lego umas nas outras.

### MONTAGEM DO VEÍCULO

Para efetuar a montagem do veículo foram denominados à cada posto 5 (cinco) conjunto de peças que formarão o carro. Vejamos a seguir:

- Base do carro: no posto móvel onde serão encaixadas os conjuntos dos outros postos de trabalho.
- Chassis: é uma estrutura de suporte para outros componentes.
- Suportes: literalmente, suportes para o encaixe do parachoque traseiro e dianteiro.
- Parachoque traseiro: dispositivo instalado em veículos para a absorção de choques.
- Parachoque dianteiro: dispositivo instalado em veículos para a absorção de choques.
- Capô: é a parte superior da parte da frente da carroçaria do veículo.

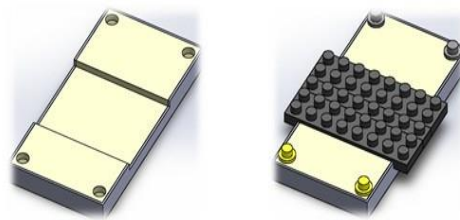


Figura 3 – Peças da Base do Carro inseridas no Posto de Trabalho Móvel

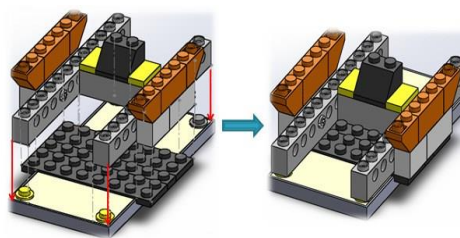


Figura 4 – Encaixe dos Chassis na Base do Carro.

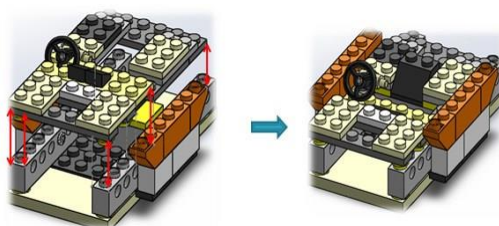


Figura 5 – Encaixe dos Suportes na Base do Carro (visão geral).

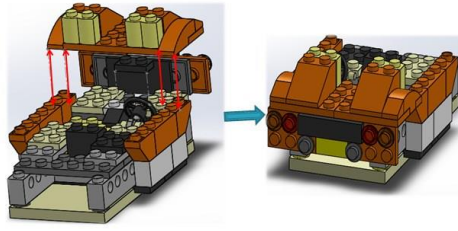


Figura 6 – Encaixe do Parachoque Traseiro na Base do Carro (visão geral).

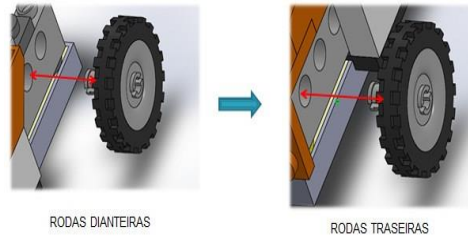


Figura 7 – Encaixe das rodas na Base do Carro (visão detalhada).

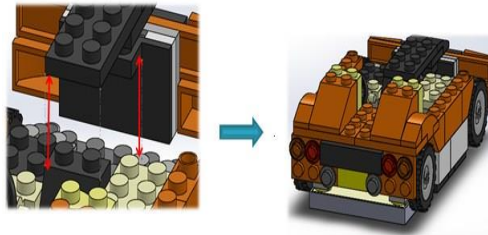


Figura 8 – Encaixe do Parachoque Dianteiro na Base do Carro (visão detalhada).

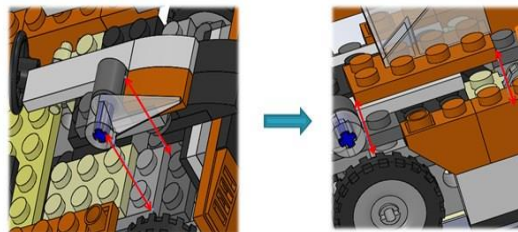


Figura 9 – Encaixe do Capô na Base do Carro (visão detalhada).

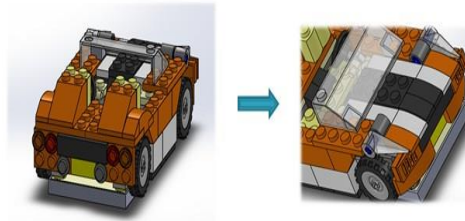


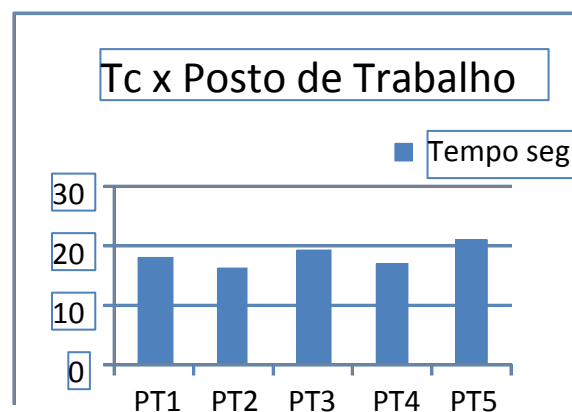
Figura 10 – Produto Final.

A seguir apresentam-se os dados técnicos propostos para o sistema de linha de produção do PROJECT LEGO CAR.

DADOS TÉCNICOS	QUANTIDADES
<b>Volume de unidades a serem produzidas no mês</b>	40.000 unidades
<b>Regime de trabalho</b>	40 horas/semanais (segunda a sexta-feira), divididas em uma jornada líquida de 8 horas/turno, sendo 6 horas e 40 minutos produzidas.
<b>Número de dias</b>	20 dias úteis
<b>Tempo de ciclo</b>	24,48 seg/posto de trabalho

Quadro 2 - Dados Técnicos

Para obter o tempo de ciclo foi verificado o tempo de produção em cada posto de trabalho, utilizando-se para isso a quantidade de peças por postos, o posicionamento das peças nos postos de trabalho e os resultados de cada montagem em cada posto.



Veremos a seguir uma tabela de comparação entre a ocupação (%) em relação ao tempo de ciclo e o número de peças que são trabalhadas por cada posto de trabalho.

<b>Posto</b>	1	2	3	4	5
<b>Tempo</b>	18	17	19	17	21
<b>Ocupação</b>	73%	69%	77%	69%	86%

Quadro 3 - Dados Técnicos aplicados na linha de produção.

## **RESULTADOS**

Durante a realização do projeto verificou-se que as matérias primas utilizadas para a criação da base dos postos de trabalho não eram adequadas, por isso a realização de vários testes, finalizando então com a base de metal e a utilização de parafina para o preenchimento interior.

Cada peça de lego foi desenhada separadamente em todos os seus detalhes para poder dimensionar o tamanho de cada posto de trabalho, utilizando-se para isso o software de desenho técnico Solidworks. Foram testadas todas as peças de lego para verificar se os encaixes estavam no tamanho correto para facilitar o manuseio. Foi dimensionado o dispositivo de operação para que as peças preposicionadas nos postos de trabalho possam ser pressionadas sem que saiam do lugar causando a perda de tempo na hora da execução da operação, o qual funcionou adequadamente.

## **DISCUSSÃO E CONCLUSÕES**

No término deste projeto a equipe chegou a conclusão que utilizou o material mais adequando para a criação do sistema de linha de produção do PROJECT LEGO CAR. Foram discutidas as dificuldades encontradas no que tange a matéria prima utilizada internamente em cada posto de trabalho e na organização das peças de lego dentro dos mesmos.

O resultado foi satisfatório para a equipe no que diz respeito a logística do abastecimento dos postos de trabalho num tempo adequado com layout de chão de fábrica propício para a produção.

Buscou-se colocar na prática os ensinamentos teóricos de sala de aula para alcançar os objetivos deste trabalho, impactando de forma positiva na vida pessoal e profissional de cada membro da equipe.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradecemos primeiramente a Deus por nos proporcionar conhecimento, paciência e força para seguir em frente a cada dia, ao nosso professor Marcelo Staff pelos ensinamentos em desenho técnico e apoio em sala de aula, ao professor Marcos Wurzer que mostrou confiabilidade em nosso projeto e na realização do mesmo. Agradecemos também aos nossos familiares pelo apoio.

## **REFERÊNCIAS**

Para citação de um artigo de periódico:

AGUIAR, G.F.; PEINADO, J.; GRAEML, A.R. Simulações de arranjos físicos por produto e balanceamento de linha de produção: o estudo de um caso real no ensino para estudantes de engenharia. Disponível em: [www.unimep.br/phpg/mostracademica/anais/10mostra/4/325.pdf](http://www.unimep.br/phpg/mostracademica/anais/10mostra/4/325.pdf) Acesso em: 26 abr. 2016.

BEAMON, B. M. (2004) Humanitarian Relief Chains: Issues and Challenges, R 34th International Conference on Computers and Industrial Engineering San Francisco, CA, USA.

FERREIRA, F. Análise da implantação de sistema de manufatura enxuta em uma empresa de Autopeças. 2004. Dissertação (Mestrado em Gestão e Desenvolvimento Regional), Universidade de Taubaté, Taubaté, 2004.

GODINHO FILHO, M. Paradigmas estratégicos de gestão da manufatura – configuração, relações com o planejamento e controle da produção e estudo exploratório na indústria de calçados. 2004. Tese (Doutorado) –Universidade Federal de São Carlos, São Carlos.

HATADANI, P. S, MENEZES. M. S. O Desenho como Ferramenta Projetual no Design de Moda. 2011. Projética Revista Científica de Design | Universidade Estadual de Londrina | V.2 | N.1 | Junho 2011

PISKE, F. B. A influência do arranjo físico nos desperdícios de uma fábrica de máquinas para implementos agrícolas. Trabalho de Conclusão de Curso – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, EESC/USP, 2008.

SUONO, Celso Tetsuro. O desenho técnico do vestuário sob a ótica do profissional da área de modelagem. 2007. Dissertação (Mestrado em Desenho Industrial) - Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação, Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2007.

Para citação de um livro:

CORONADO, R. B.; ANTONY, J. Critical success factors for the successful implementation of Six Sigma projects in Organizations. 2ª edição. Desenvolvimento, 2002.

RENTES, Antônio Freitas (2008). Introdução à Engenharia de Produção, Ed. Abepro.

SANTOS, Adriana de Paula Lacerda. Planejamento, programação e controle da produção. Livro eletrônico. Curitiba: Editora InterSaberes, 2015.

SIMERAY, J.P. A estrutura da empresa. Rio de Janeiro: Ao Livro Técnico, 1970.

SLACK N., CHAMBERS, S., HARRISON A., Administração da Produção. Editora Atlas, Segunda edição, 2002