

UNIVERSIDADE DE CAXIAS DO SUL

EVERTON GLENIO BOEIRA BOENO

**PROPOSTA DE MELHORIA EM UMA LINHA DE MONTAGEM DE
IMPLEMENTOS RODOVIÁRIOS BASEADA NOS CONCEITOS DO *LEAN*
*MANUFACTURING***

**CAXIAS DO SUL
2017**

EVERTON GLENIO BOEIRA BOENO

**PROPOSTA DE MELHORIA EM UMA LINHA DE MONTAGEM DE
IMPLEMENTOS RODOVIÁRIOS BASEADA NOS CONCEITOS DO *LEAN*
*MANUFACTURING***

Trabalho de conclusão de curso apresentado
como requisito parcial para a conclusão do
curso de Engenharia de Produção da
Universidade de Caxias do Sul.

Orientador: Prof. Msc. Ivandro Ceconello

**CAXIAS DO SUL
2017**

EVERTON GLENIO BOEIRA BOENO

**PROPOSTA DE MELHORIA EM UMA LINHA DE MONTAGEM DE
IMPLEMENTOS RODOVIÁRIOS BASEADA NOS CONCEITOS DO *LEAN*
*MANUFACTURING***

Relatório do Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado como requisito parcial para a
obtenção do título de Engenheiro de Produção na
Universidade de Caxias do Sul.

Aprovado em 13 de julho de 2017

Banca Examinadora:

Prof. Msc. Ivandro Ceconello
Universidade de Caxias do Sul – UCS

Prof. Dr. Sandro Rogério Santos
Universidade de Caxias do Sul – UCS

Prof. Msc. Elton Fabro
Universidade de Caxias do Sul – UCS

Eng. Jeferson Rossi Fenner
Randon Implementos e Participações S/A

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho à minha filha
Roberta Frizzo Boeno por me
inspirar e me trazer força e energia
em todos os momentos.

RESUMO

O presente trabalho de conclusão do curso de engenharia de Produção da Universidade de Caxias do Sul aborda a aplicação dos conceitos do *lean manufacturing* em uma linha de montagem de implementos rodoviários da empresa Randon SA. Objetivou-se identificar as perdas do processo, elaborar uma proposta de melhoria, simulá-la, verificar sua viabilidade e aplicá-la. O trabalho aborda um cenário anterior e suas perdas, um cenário proposto e simulado e um cenário com a metodologia aqui contida aplicada. Com a aplicação da metodologia proposta obteve-se redução de lead time, otimização do fluxo produtivo e redução na taxa hora de 11,5%.

Palavras-chave: *Lean manufacturing*. Simulação. Linha de montagem.

ABSTRACT

The present work of conclusion of the course of Production Engineering of the University of Caxias do Sul addresses the application of the concepts of lean manufacturing in a line of assembly of road implements of the company Randon SA. The objective was to identify the losses of the process, to elaborate a proposal of improvement, to simulate it, to verify its viability and to apply it. The paper deals with an earlier scenario and its losses, a proposed and simulated scenario and a scenario with the applied methodology applied. With the application of the proposed methodology, it was possible to reduce lead time, optimize the productive flow and reduction in the hour rate of 11,5% were obtained.

Keywords: Lean manufacturing. Simulation. Assembly line.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Principais produtos da Randon Implementos.....	17
Figura 2 - Linha Ferroviária da Randon Implementos.....	18
Figura 3 - Processo de eliminação de desperdícios para redução de custos.....	22
Figura 4 - Estrutura da produção.....	24
Figura 5 – Interface Promodel.....	37
Figura 6 - Chassi Plataforma.....	40
Figura 7 - Modelo esquemático da LUM.....	40
Figura 8 - <i>Layout</i> geral LUM.....	41
Figura 9 - Vigas de plataforma.....	41
Figura 10 - Posto de montagem e soldagem de vigas.....	42
Figura 11 - Estrutura de plataforma.....	43
Figura 12 - Posto de montagem de estruturas.....	43
Figura 13 - Posto de montagem suspensão.....	44
Figura 14 - Materiais montados no posto de suspensão.....	44
Figura 15 - Posto de solda antes do giro.....	45
Figura 16 - Soldas realizadas antes do giro.....	45
Figura 17 - Giro do produto.....	46
Figura 18 - Posto de solda pós giro.....	47
Figura 19 - Soldas realizadas pós giro.....	47
Figura 20 - Posto de montagens gerais.....	48
Figura 21 - Posição da montagem.....	48
Figura 22 - Produto com assoalho montado.....	49
Figura 23 - Posto de solda geral.....	49
Figura 24 - Pontos de solda geral.....	50
Figura 25 - Posto de trabalho porta.....	50
Figura 26 - Produto acabado.....	51
Figura 27 - Tipologia de paradas.....	51
Figura 28 - Gráfico de perdas outubro 2015 LUM.....	52
Figura 29 - Gráfico de perdas outubro a dezembro 2015 LUM.....	52
Figura 30 - Etapas.....	53
Figura 31 - <i>Layout</i> sobre trilhos.....	57
Figura 32 - Cavalete.....	58

Figura 33 - Mix proposto.....	58
Figura 34 - Configuração de Simulação.....	60
Figura 35 - Dados gerais simulação.....	61
Figura 36 - Dados de ocupação simulação.....	61
Figura 37 - Estados das entidades.....	62
Figura 38 - Software em simulação.....	62
Figura 39 - Antes e depois <i>layout</i> LUM.....	67
Figura 40 - Antes e depois box Suspensão.....	68
Figura 41 - Antes e depois box Solda Antes do Giro.....	68
Figura 42 - Antes e depois box solda pós giro.....	69
Figura 43 - Antes e depois box de montagem geral.....	69
Figura 44 - Antes e depois box de solda geral LUM.....	70
Figura 45 - Antes e depois box porta.....	70

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Informações gerais LUM.....	39
Tabela 2 – Perdas de outubro à dezembro de 2015 LUM.....	56
Tabela 3 – Dados entrada simulação.....	59
Tabela 4 – Horas disponíveis.....	59
Tabela 5 – Tempo ciclo de produtos.....	60
Tabela 6 - Investimento.....	64
Tabela 7 – Taxa hora LUM 2015.....	65
Tabela 8 - Dados gerais LUM 2016.....	65
Tabela 9 - Dados gerais LUM 2017.....	66
Tabela 10 - Cálculo <i>payback</i> descontado.....	67
Tabela 11 - Comparação resultados.....	71

LISTA DE SIGLAS

ABEPRO	Associação Brasileira de Engenharia de Produção
CEO	<i>Chief Executive Officer</i>
GPL	Gestão do Posto de Linha
LUM	Linha de Montagem UM
MFP	Mecanismo da Função Produção
OMCD	<i>Operations Management Consulting Division</i>
PCP	Planejamento e Controle da Produção
ROA	<i>Return On Assets</i>
ROI	<i>Return On Investment</i>
SAP	Software de Gestão integrada utilizado pelo grupo Randon
SRP	Sistema Randon de Produção
STP	Sistema Toyota de Produção
TC	Tempo de Ciclo
TCO	Tempo de Ciclo de Operação
TIR	Taxa Interna de Retorno
TMA	Taxa Mínima de Atratividade
VPL	Valor Presente Líquido
WIP	<i>Work-in-Process</i>

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
1.1	CONTEXTUALIZAÇÃO	13
1.2	JUSTIFICATIVA	15
1.3	OBJETIVOS	16
1.3.1	Objetivo geral	16
1.3.2	Objetivos específicos	16
1.4	DESCRIÇÃO DA EMPRESA E AMBIENTE DE ESTÁGIO	16
1.5	ABORDAGEM E DELIMITAÇÃO DO TRABALHO	18
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	20
2.1	PRODUÇÃO E PRODUTIVIDADE	20
2.2	SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO	21
2.2.1	O mecanismo da função produção	23
2.2.1.1	Função processo	25
2.2.1.2	Função operação	26
2.2.2	Sete perdas do STP	27
2.3	LINHA DE MONTAGEM	28
2.3.1	Projeto da linha de montagem	29
2.3.2	Dimensionamento das estações de montagem	29
2.4	ADMINISTRAÇÃO DA ATIVIDADE PRODUTIVA	30
2.4.1	Estudo de tempos e movimentos	31
2.4.2	Takt time	32
2.4.3	Tempo de ciclo de operação	33
2.4.4	Balanceamento de operações	34
2.5	SIMULAÇÃO	35
2.5.1	Promodel	37
2.6	PERÍODO DE <i>PAYBACK</i>	37
2.6.1	Taxa mínima de atratividade	38
2.6.2	Valor presente líquido	38
2.6.3	Taxa interna de retorno	38
3	PROPOSTA DE TRABALHO	39
3.1	DESCRIÇÃO DO AMBIENTE ATUAL	39
3.1.2	O Processo Produtivo	40
3.1.2.1	Posto de trabalho 01: Montagem e soldagem de vigas.....	41

3.1.2.2	Posto de trabalho 02: Montagem de estruturas.....	42
3.1.2.3	Posto de trabalho 03: Montagem de suspensão.....	44
3.1.2.4	Posto de trabalho 04: Solda antes do giro	45
3.1.2.5	Posto de trabalho 05: Giro do produto	46
3.1.2.6	Posto de trabalho 06: Solda pós giro	46
3.1.2.7	Posto de trabalho 07, 08 e 09: Pré-montagem de assoalhos e montagem geral 1 e 2.....	47
3.1.2.8	Posto de trabalho 10: Soldagem geral.....	49
3.1.2.9	Posto de trabalho 11: Porta.....	50
3.1.3	Aspectos positivos do ambiente atual.....	51
3.1.4	Problemas e restrições do ambiente atual	52
3.2	PROPOSTA DE INTERVENÇÃO.....	53
3.2.1	Etapa 1 – identificação das perdas produtivas	54
3.2.2	Etapa 2 – criação de proposta de intervenção baseada na análise dos dados.	54
3.2.3	Etapa 3 - simulação do novo processo através de software ProModel	54
3.2.4	Etapa 4 - comparação dos dados atuais com os dados obtidos na simulação .	54
3.2.5	Etapa 5 - analise da viabilidade econômica para implementação das melhorias.....	55
3.2.6	Etapa 6 - implementação das melhorias	55
4	APLICAÇÃO DA PROPOSTA DE TRABALHO	56
4.1	IDENTIFICAÇÃO DAS PERDAS PRODUTIVAS	56
4.2	CRIAÇÃO DE PROPOSTA DE INTERVENÇÃO BASEADA NA ANÁLISE DOS DADOS	57
4.3	SIMULAÇÃO DO NOVO PROCESSO ATRAVÉS DE SOFTWARE PROMODEL	58
4.4	COMPARAÇÃO DOS DADOS ATUAIS COM OS DADOS OBTIDOS NA SIMULAÇÃO	63
4.5	ANALISE DA VIABILIDADE ECONÔMICA PARA IMPLEMENTAÇÃO DAS MELHORIAS	63
4.5.1	Investimento	63
4.5.2	Cálculo de retorno do investimento	64
4.6	IMPLEMENTAÇÃO DAS MELHORIAS.....	67
4.7	RESULTADOS OBTIDOS	70
5	CONCLUSÃO	72
	REFERÊNCIAS.....	73

GLOSSÁRIO	76
ANEXO 1 - Ficha de trabalho padrão Vigas.....	77
ANEXO 2 - <i>Layout</i> de trabalho padrão operador 1 (Vigas).....	78
ANEXO 3 - <i>Layout</i> de trabalho padrão operador 2 (Vigas).....	78
ANEXO 4 - <i>Layout</i> de trabalho padrão operador 3 (Vigas).....	79
ANEXO 5 - <i>Layout</i> de trabalho padrão operador 4 (Vigas).....	79
ANEXO 6 - Planilha Controladoria LUM 2016.....	80
ANEXO 7 - Planilha Controladoria LUM 2017.....	81

1 INTRODUÇÃO

A constante busca das empresas por eficiência produtiva, redução de custos e velocidade na adaptação às condições que o cenário econômico impõe, nunca esteve tão presente quanto nos dias atuais. A mudança passou a fazer parte da rotina, trazendo com ela também a procura por conhecimento científico para poder, nesse contexto, sobreviver e adquirir experiência para futuras situações parecidas. Uma das alternativas buscadas é a implementação total ou parcial do *Lean Manufacturing*. Este sistema seria surpreendente em quaisquer circunstâncias. Porém, no cenário atual, enfrenta-se os mesmos problemas que a Toyota enfrentou há meio século atrás.

Neste cenário o presente trabalho de conclusão de curso em Engenharia de Produção encontra sua aplicação, com foco na redução de perdas produtivas na Linha de Montagem Um (LUM). Para tanto, está dividido em cinco capítulos. No presente capítulo é apresentada a contextualização do ambiente de desenvolvimento do estudo juntamente com a justificativa e os objetivos.

No segundo capítulo a fundamentação teórica traz uma revisão das teorias sobre o tema para fundamentação do estudo. O terceiro capítulo aborda a formulação da proposta de implantação e discriminação das etapas a serem seguidas. O quarto capítulo apresenta a implantação da metodologia proposta e resultados obtidos, no capítulo final a conclusão.

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO

Segundo Shimokawa e Fujimoto (2011), as fábricas que utilizam o Sistema Toyota de Produção têm uma ilusória semelhança com aquelas que utilizam o sistema de produção em massa com base em fluxo desenvolvido por Henry Ford. Os dois tipos de fábricas estão centrados em linhas de produção que operam em uma sincronia perfeita. Contudo, essa aparente semelhança mascara uma diferença crucial nascida de uma mudança de paradigma que marcou uma época.

Para Liker e Meyer (2007) a Toyota tem contribuído com um novo paradigma de manufatura. A produção enxuta, é amplamente considerada como o próximo passo na evolução da manufatura além da produção em massa da Ford.

Conforme Shimokawa e Fujimoto (2011) na produção tradicional, os processos em toda a sequência de produção funcionavam sem levar em conta o ritmo da fabricação em outros pontos da sequência e acumulavam os volumes produzidos nos processos seguintes – uma

prática que culminava com a colocação forçada de volumes de produtos acabados para a venda. Na produção *just-in-time*, os processos retiram material do processo anterior apenas em substituição ao material já utilizado de fato, e todo processo gera uma produção apenas para substituir o material que o processo seguinte utilizou. Era assim que o sistema produzia apenas o necessário, apenas quando preciso e na quantidade requerida.

Conforme Dennis (2008, p. 29):

Fred Taylor e Henry Ford procuraram lidar com as deficiências da produção artesanal. O gerenciamento científico de Taylor e as inovações na fábrica de Ford estabeleceram as bases para a produção em massa. As inovações na área da administração e o papel do movimento trabalhista organizado no controle de tarefas de trabalho e funções completaram o sistema. A produção em massa obteve uma vitória após a outra por décadas.

A Toyota enfrentava desafios desanimadores em termos financeiros, tecnológicos e nas relações trabalhistas há cinquenta anos. Eiji Toyoda chegou a conclusão que a produção em massa não funcionaria no Japão. Ele e seu gênio de produção, Taiichi Ohno, criaram um sistema que fazia da virtude uma necessidade. Por exemplo, a falta de capital incentivou o desenvolvimento de máquinas flexíveis e de tamanho certo, além de trocas rápidas. As restrições legais às demissões de trabalhadores criaram uma imagem da Toyota como uma comunidade e estabeleceu as bases para que o funcionário se envolvesse de forma intensa e solucionasse os problemas.

Levou trinta anos para que Ohno aperfeiçoasse seu sistema e conseguisse que fosse adotado na Toyota. Ele fundou a *Operations Management Consulting Division* (OMCD) para dar apoio ao pensamento lean nas fábricas e entre os fornecedores da Toyota [...].

Spear e Bowen (1999) abordam em seu artigo “Decodificando o DNA do Sistema Toyota de Produção”: que o Sistema Toyota de Produção cria uma comunidade de cientistas. Sempre que define uma especificação, ela está criando conjuntos de hipóteses que podem ser testadas. Ou seja, segue o método científico. Para fazer qualquer mudança, a Toyota aplica um rigoroso processo de resolução de problemas que exige uma avaliação meticulosa do estado atual das coisas e um plano para melhoria que é, um teste experimental da mudança proposta.

O método científico está tão enraizado na Toyota que mesmo esse grau de especificação e estruturação não fomenta o ambiente de comando e de controle que se poderia esperar. O sistema realmente estimula os gerentes e seus colaboradores a se engajarem no tipo de experimentação que é reconhecido como o marco de uma organização que aprende. Isso que distingue a Toyota de todas as outras empresas (SPEAR; BOWEN, 1999).

Percebe-se que a essência dos sistemas de produção de Ford ou da Toyota tem como foco a redução nos custos de produção. Um utiliza-se da produção em massa e o outro foca na redução de perdas produtivas (SHIMOKAWA; FUJIMOTO, 2011). Com o presente trabalho busca-se a aplicação do conceito *Lean Manufacturing* em uma linha de produção através de uma mudança de processo que possibilita a redução de perdas.

1.2 JUSTIFICATIVA

Conforme Domingo et al. (2007) em estudo de caso realizado em uma linha de montagem de válvulas de injeção EV6 na fábrica da BOSCH GMB em Alcalá de Henares (Madrid), a linha de produção apresentava problemas de fornecimento, falta de espaço físico para armazenamento e número de componentes em estoque na linha, não cobriam o consumo diário. Esses fatores contribuíam para uma produtividade baixa e um assincronismo entre diferentes postos de trabalho. Para minimizar estes problemas, foram utilizadas algumas ferramentas do *Lean Manufacturing*, como: mapeamento de fluxo de valor (VSM), implementação do Sistema *kanban* e implementação do conceito de abastecimento *milkrun*. Com o uso destas ferramentas conseguiram num período de seis meses uma redução de estoque de 17.303 peças para 16.020 peças, uma redução no *lead time* de 19,75 para 10,7 dias, redução no tempo de espera na linha de 32 para 10,9 horas e um aumento no percentual de agregação de valor de 0,38 para 0,44 por cento.

Choomlucksana, Ongsaranakorn e Suksabai (2015) realizaram um estudo no prazo de 10 meses, iniciado a partir de julho 2013 até abril de 2014 em uma empresa de estampagem de chapas de metal na Indonésia. As ferramentas de melhoria *Lean* e outras técnicas, tais como controle visual, *Poka-Yoke*, e 5s foram aplicados para ajudar a empresa a identificar áreas de oportunidade para a redução de perdas e melhorar a eficiência dos processos de produção. Os estudos mostraram que a rebarbação e polimento eram os processos com o maior número de atividades que não agregavam valor e as ações foram focadas nestes processos. Com a aplicação das ferramentas citadas o processo de polimento obteve uma redução no tempo padrão de 62,5%. Atividades sem valor agregado foram reduzidas 66,53% e os custos de horas extras foram reduzidos em 1.764 dólares por ano.

Os resultados mais importantes para o estudo apontam que ferramentas e técnicas de produção enxuta não exigem tecnologia de alto custo e investimento.

Para Bornia (2010) a produção típica da empresa tradicional era composta por poucos artigos, feitos em lotes, com volume de produção. Na empresa moderna, há a necessidade de flexibilidade na produção, prazos mais curtos, produtos com vidas úteis menores, devendo ser entregues em menos tempo ao cliente. Essas novas características exigem a produção em lotes pequenos e com alta qualidade.

Ainda para Bornia (2010), na empresa tradicional com menos concorrência, o cliente absorvia as ineficiências e suportava preços razoavelmente altos. Um dos principais desafios da empresa moderna é a busca incessante pela melhoria da eficiência e da produtividade. Desta

forma, a produção da empresa moderna deve evitar ao máximo ineficiências decorrentes de má qualidade e trabalhos improdutivos. As atividades que não agregam valor devem ser reduzidas sistemática e continuamente, da mesma forma que não se pode tolerar qualquer tipo de desperdício.

Através da utilização da metodologia *Lean Manufacturing* que, como mostrado nos parágrafos 1 e 2 desta seção, revela-se uma eficiente forma que uma empresa tem de melhorar seus indicadores, o presente trabalho traz uma proposta de melhoria em uma linha de montagem de implementos rodoviários chamada de LUM que, devido à complexidade de mix que absorve, exerce na organização um papel estratégico.

1.3 OBJETIVOS

Nesta seção expõem-se os objetivos geral e específicos, relacionados ao objeto de estudo.

1.3.1 Objetivo geral

O presente trabalho tem por objetivo geral elaborar uma proposta de melhoria em uma linha de montagem de implementos rodoviários baseada nos conceitos do *Lean Manufacturing*.

1.3.2 Objetivos específicos

Para implementar a proposta contida neste trabalho, deve-se:

- a) identificar as perdas produtivas existentes na situação atual;
- b) propor mudanças para melhorar a performance da linha de montagem;
- c) simular novo processo por 20 dias através de software ProModel;
- d) comparar os dados atuais com os dados obtidos na simulação;
- e) analisar viabilidade econômica para implementação das melhorias;
- f) implementar melhorias aprovadas.





1.4 DESCRIÇÃO DA EMPRESA E AMBIENTE DE ESTÁGIO

Randon S.A. é o maior fabricante de reboques e semirreboques da América Latina e figura entre os maiores do mundo. Foi fundada em 1949, pelos irmãos Raul Anselmo e Hercílio

Randon. A empresa está sediada em Caxias do Sul (RS), e possui unidades industriais em Chapecó (SC) e na cidade de Rosário, Província de Santa Fé, na Argentina.

Fabrica diferentes tipos de equipamentos entre semirreboques, reboques e carrocerias, nas modalidades graneleiro, carga seca, tanque, basculante, silo, frigorífico, canavieiro, florestal, sider, furgão, entre outros. A empresa conta com 400 mil unidades fabricadas, participação expressiva de mercado que mostra a sua importância na história da expansão do transporte rodoviário de cargas no País e no exterior.

Figura 1- Principais produtos da Randon Implementos

Linha Implementos Rodoviários			
 Bitrem Graneleiro 07 eixos	 Semirreboque para Container 20' e 40'	 Semirreboque Sider para Bebidas	 Rodotrem Canavieiro
 Semirreboque Carga Seca	 SR Carrega-tudo Pescaço Desmontável	 SR Frigorífico Paleteiro	 SR Furgão CG Ecoplate e Duralumínio
 Bitrem Basculante - 7 eixos	 Semirreboque Tanque	 Bitrem Tanque - 7 eixos	 Carrocerias sobre chassis Randon Implementos FF Familia Linha Leve

Fonte: Adaptado de Randon (2016).

Em 2004, a Randon ingressou no segmento ferroviário, complementando seu portfólio de produtos para o transporte de carga, com os vagões do tipo hopper, gôndola, tanque, carga geral, sider e plataforma, entre outros, ultrapassando a marca de 7 mil unidades fabricadas neste segmento.

Figura 2 - Linha Ferroviária da Randon Implementos



Fonte: Adaptado de Randon (2016).

O presente trabalho será focado na LUM, a qual responde pelos chassis dos segmentos: Graneleiro, Semirreboque Container, Sider, Carga Seca, Frigorífico e Furgão. Para obtenção e análise de dados o estudo contará com o apoio da área de Engenharia de Processos, Planejamento e Controle da Produção (PCP) e Marketing na sinalização de demandas de mercado até 2017.

1.5 ABORDAGEM E DELIMITAÇÃO DO TRABALHO

Conforme identificado por Yin (2015) o presente trabalho caracteriza-se por um estudo de caso, pois é composto por uma pesquisa bibliográfica para acrescentar informações sobre o problema e posteriormente, a investigação do objeto de estudo.

“A essência de um estudo de caso, a tendência central entre todos os tipos de estudo de caso, é que ele tenta iluminar uma decisão ou um conjunto de decisões: por que elas são tomadas, como elas são implementadas e com que resultado.” (SCHRAMM, 1971 apud YIN, 2015, p. 16).

Em relação ao tipo de pesquisa, essa pode ser classificada como uma pesquisa de natureza exploratória, visto que tem o objetivo de entender quais os tipos de perda são significativos para a linha de montagem. Além disso, pode ser classificada como uma pesquisa

de natureza qualitativa, pois busca entender o processo por meio da avaliação do fluxo de valor. O método aplicado é de estudo de caso único, visto que envolve entendimento e proposição de ações sobre uma empresa em estudo.

Conforme a Associação Brasileira de Engenharia de Produção (ABEPRO), o presente trabalho enquadra-se na área de Engenharia de Operações e Processos da Produção, subárea de Projeto de Fábrica e de Instalações Industriais: organização industrial, *layout*/arranjo físico.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Nesta seção são abordados os principais conceitos utilizados como base para realização da proposta contida neste trabalho. É apresentado uma síntese do conhecimento sobre o tema de alguns autores, com foco nos conceitos do *Lean Manufacturing*, mecanismos da função produção e uma explanação sobre simulação.

2.1 PRODUÇÃO E PRODUTIVIDADE

Para Martins e Laugeni (2012) a função da produção, entendida como o conjunto de atividades que levam à transformação de um bem tangível em outro com maior utilidade, acompanha o homem desde sua origem. Quando polia a pedra a fim de transformá-la em utensílio mais eficaz, o homem pré-histórico estava executando uma atividade de produção. É na produção que acontecem os principais processos de agregação de valor e também onde estão as principais fontes de perdas. Portanto, deve-se pensar a produção além de suas responsabilidades e tarefas tradicionais na empresa (SLACK; BRANDON-JONES e JOHNSTON, 2015).

Na década de 1910, Henry Ford revolucionou os métodos e processos produtivos até então existentes criando a linha de montagem seriada. A partir daí surge o conceito de produção em massa, caracterizada por grandes volumes de produtos extremamente padronizados. Essa busca da melhoria da produtividade por meio de novas técnicas definiu o que se denominou engenharia industrial. Novos conceitos foram introduzidos, tais como: linha de montagem, posto de trabalho, estoques intermediários, monotonia do trabalho, arranjo físico, balanceamento de linha, produtos em processo, motivação, sindicatos, manutenção preventiva, controle estatístico da qualidade, fluxogramas de processos, entre outros (MARTINS; LAUGENI, 2012).

Segundo Martins e Laugeni (2015), a produção em massa aumentou de maneira fantástica a produtividade e a qualidade, e foram obtidos produtos bem mais uniformes, em razão da padronização e da aplicação de técnicas de controle estatístico da qualidade. A título de ilustração, em 2010 foram produzidos 3,4 milhões de veículos, o que representa mais de 10.000 veículos por dia.

O conceito de produção em massa e as técnicas produtivas dele decorrentes predominaram nas fábricas até meados da década de 1960, quando surgiram novas técnicas produtivas, caracterizando a denominada produção enxuta.

Com a evolução da função produção surgem também medidas de desempenho para controle e redução de custos produtivos, dentre elas destaca-se a produtividade. Para Moreira (2013), a produtividade é definida como a relação entre o que foi produzido e os insumos utilizados para essa produção (ou prestação de serviço, conforme o caso). Para Silva e Venanzi (2013) o conceito de produtividade restrito ao processo de produção aparentemente é mais adequado à avaliação da eficiência de desempenho de empresas que atuam em mercados cativos, ou seja, em mercados de compras e vendas relativamente fechados à concorrência e com maior grau de controle por parte da empresa. Esse conceito também tende a enfatizar a importância dos recursos de produção tangíveis (máquinas, instalações, quantidade de matérias-primas e de trabalho, etc.) no processo produtivo da empresa. Além disso, a partir desse conceito, as relações entre produtividade e lucratividade – o *modus operandi* da empresa – dificilmente podem ser estabelecidas de forma direta.

Ainda para Silva e Venanzi (2013) o conceito de produtividade se refere à capacidade da empresa em gerar produtos no seu processo produtivo, indo além dos aspectos restritos ao processo de produção, pois a agregação de valor também depende fundamentalmente das demais etapas do processo produtivo: a compra de bens e serviços intermediários e a venda dos bens e serviços que a empresa produz.

2.2 SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO

Para Monden (2015), o Sistema Toyota de Produção (STP) foi desenvolvido e promovido pela Toyota Motor Corporation e passou a ser adotado por muitas companhias japonesas como consequência da crise do petróleo de 1973. O principal objetivo do sistema é eliminar, através de atividades de aprimoramento, vários tipos de desperdício que se encontram ocultos dentro de uma companhia.

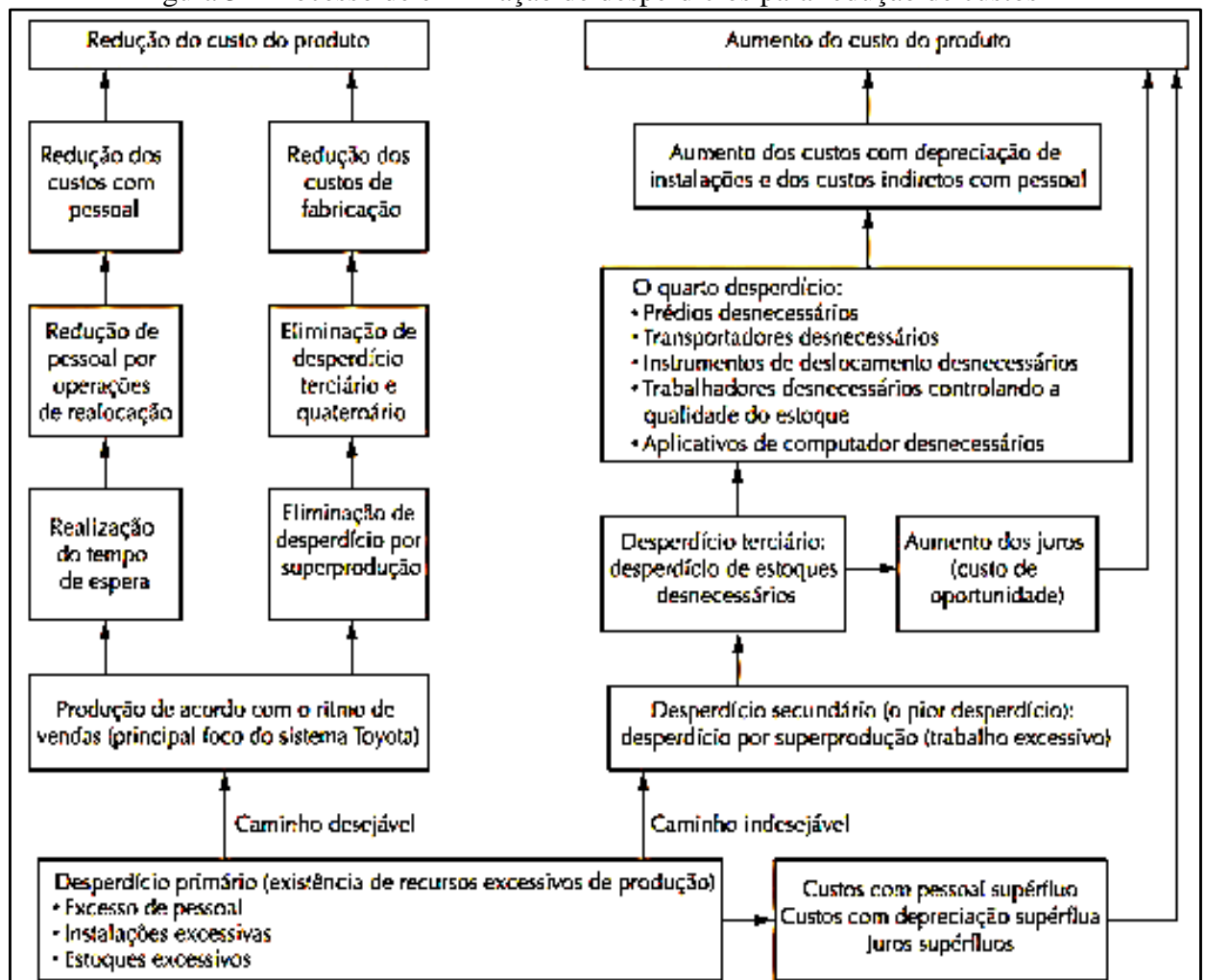
Igualmente para Hino (2009), o STP criado por Taiichi Ohno, reduz custos de maneira ampla, pela eliminação de desperdício. A filosofia fundamental do sistema é questionar como a eficácia global pode ser aumentada, ao invés de buscar eficácias parciais. Os dois pilares do sistema chamam-se *just-in-time* (no tempo certo) e *jidoka* (autonomação).

Segundo Monden (2015) mesmo durante períodos de crescimento lento, a Toyota conseguiu se manter lucrativa ao diminuir custos por meio de um sistema de produção que eliminava completamente o excesso de estoque e de pessoal. Provavelmente não seria um exagero afirmar que este é um outro sistema revolucionário de gestão da produção. Ele segue o sistema Taylor (gestão científica) e o sistema Ford (linha de montagem em massa).

Conforme Hino (2009) o STP é um sistema de produção que trabalha para criar somente o que é necessário, quando necessário e na quantidade necessária. O objetivo principal do STP é a redução de custos, ou o aumento da produtividade. A redução de custos e o aumento da produtividade são obtidos através da eliminação de diversos desperdícios, tal como o excesso de estoque e o excesso de pessoal (MONDEN, 2015).

Para Monden (2015) o principal objetivo do STP é o lucro através da redução de custos. Para redução de custos o sistema ataca os desperdícios. A Figura 3 mostra os processos para a eliminação do desperdício e para se alcançar uma redução de custos e ilustra que o desperdício nos locais da manufatura decorre principalmente da existência de um excesso em recursos de produção, que englobam o excesso de pessoal, o excesso de instalações e o excesso de estoques. Quando esses elementos existem em quantidades maiores que o necessário, eles só aumentam o desembolso monetário (os custos) e não adicionam valor algum.

Figura 3 - Processo de eliminação de desperdícios para redução de custos



Fonte: Monden (2015).

Monden (2015) destaca que embora a redução dos custos seja o objetivo mais importante do sistema, ele precisa primeiramente cumprir com três outras submetas: controle da qualidade, que permite que o sistema se adapte a flutuações diárias e mensais na demanda por quantidade e variedade; garantia da qualidade, assegurando que cada processo venha a fornecer somente boas unidades para os processos subsequentes; e respeito à condição humana, ou moral, que deve ser cultivado enquanto o sistema utiliza recursos humanos para alcançar seus objetivos em termos de custos.

Monden (2015) ressalta que essas três metas não podem existir independentemente ou serem alcançadas de forma independente sem influenciar umas às outras ou ao objetivo principal de redução de custos. Destaca que um aspecto especial do STP é que o objetivo principal não pode ser alcançado sem a realização das submetas, e vice-versa.

Dennis (2008) destaca que o STP ataca *muda* (desperdício) de forma implacável, através do envolvimento de membros de equipe em atividades de melhoria padronizadas e compartilhadas. Um ciclo virtuoso se instala: quanto mais os membros de equipe se envolvem, mais sucesso eles têm. Quanto mais sucesso eles têm, maiores são as recompensas intrínsecas e extrínsecas, o que, por sua vez, estimula maior envolvimento. Os benefícios se refletem diretamente nos números finais.

Monden (2015) conclui que o objetivo final do STP é aumentar a eficiência (ou produtividade) da companhia em termos de retorno sobre o investimento (ROI – *Return On Investment*) ou retorno sobre os ativos (ROA – *Return On Assets*). Essa medida é uma meta corporativa, e, por isso, será o parâmetro de avaliação para a alta gerência da companhia.

2.2.1 O mecanismo da função produção

Segundo Antunes et al. (2008) o mecanismo da função produção (MFP) é um método de análise para a compreensão e construção genéricas de sistemas produtivos proposto originalmente por Shigeo Shingo. O ponto de partida para a apresentação do mecanismo da função produção é a diferenciação conceitual entre as funções processo e operação. Na produção, seja ela industrial ou de serviços, existem basicamente duas visões que permitem a análise dos fenômenos:

- a) observar o fluxo do objeto de trabalho (material, serviços e idéias) no tempo e no espaço;
- b) observar o fluxo do sujeito de trabalho (homens [trabalho vivo] e máquinas e equipamentos [trabalho morto]) no tempo e no espaço.

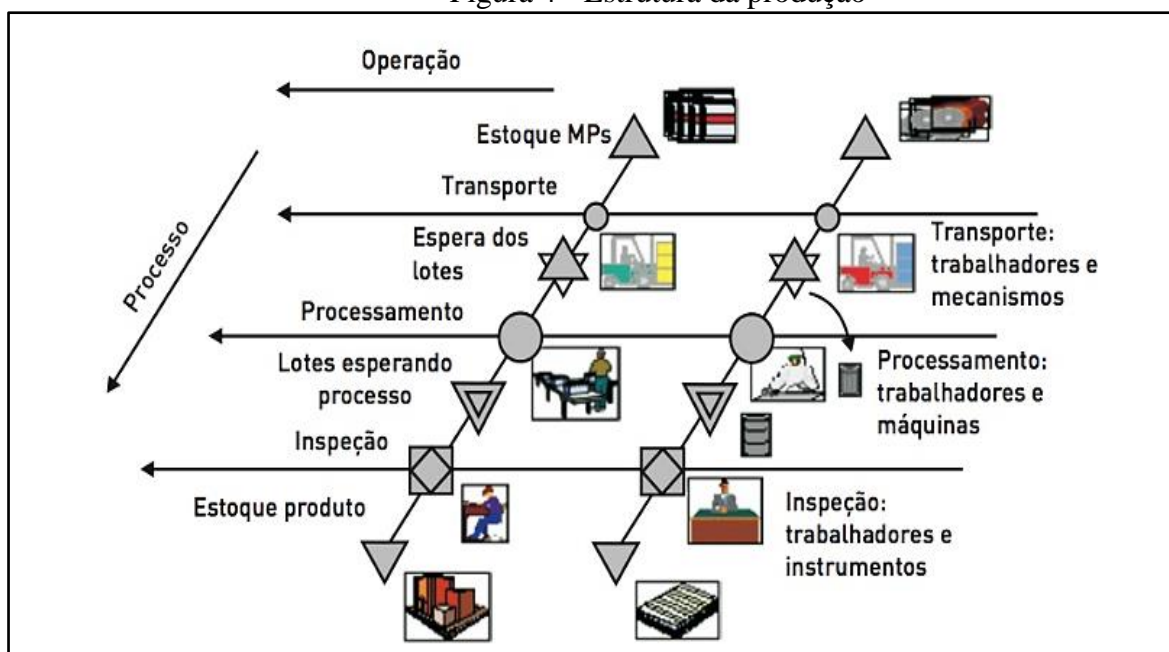
É a partir destes dois olhares, distintos e inter-relacionados, que surgem os conceitos da função processo e da função operação.

A função processo refere-se ao fluxo de materiais ou produtos, em diferentes estágios de produção, nos quais se pode observar a transformação gradativa das matérias-primas em produtos acabados. Ou ainda, os processos podem ser simplesmente definidos como sendo o fluxo de materiais para os produtos, que se modifica de acordo com o curso simultâneo do tempo e do espaço (SHINGO, 1996a).

Ainda segundo Antunes et al. (2008) a função operação refere-se à análise dos diferentes estágios, nos quais os trabalhadores e/ou máquinas encontram-se relacionados ao longo de uma jornada de trabalho. De forma mais genérica, a função operação trata do fluxo do sujeito do trabalho no tempo e no espaço. Para Shingo (1996b), a função operação representa operadores e máquinas que se modificam de acordo com o curso simultâneo do tempo e do espaço.

A Figura 4 ilustra a ideia original de Shingo (1996a) onde um processo é um fluxo integrado de materiais do início ao final da produção, em alguns pontos deste fluxo irão aparecer pessoas e máquinas, em outros pontos a análise da função processo irá indicar, meramente, que existe um material ou um lote de material parado. Do ponto de vista da função operação, a análise recai sobre as pessoas e os equipamentos que trabalham na estrutura de produção. Sendo assim, os pontos de vista de análise são distintos e autônomos, embora inter-relacionados.

Figura 4 - Estrutura da produção



Fonte: Adaptado de Shingo (1996a).

Antunes et al. (2008) destaca que estes conceitos diferem da visão hegemônica existente nos EUA do início do século XX, segundo a qual o processo era constituído por um conjunto de operações.

Shingo (1996a) propõe visualizar os sistemas produtivos a partir da noção de uma rede que envolve no eixo X os processos e no eixo Y as operações, ou seja, os sistemas produtivos são visualizados a partir de uma combinação do acompanhamento dos fluxos de materiais, no tempo e no espaço, e do acompanhamento do fluxo de pessoas e equipamentos no tempo e no espaço.

2.2.1.1 Função processo

Para Shingo (1996a) a partir de quatro categorias de análise observamos todos os elementos que constituem a função processo:

- a) processamento ou fabricação – significa as transformações do objeto de trabalho no tempo e no espaço, por exemplo, usinagem, pintura, mudanças de qualidade do produto, montagens. O processamento pode ser otimizado de duas maneiras: Uma melhorando o próprio produto através da engenharia de valor ou análise de valor e a outra melhorando os processos produtivos do ponto de vista da engenharia de produção (SHINGO, 1996a);
- b) inspeção – significa a comparação do objeto de trabalho (por exemplo: no que tange a dimensões, composição química) contra determinado padrão previamente definido. Como melhoria da inspeção surge a inspeção por amostragem (SHINGO, 1996a);
- c) transporte – trata da mudança de posição ou de localização do objeto de trabalho. Mesmo que o transporte antes manual, agora seja mecanizado, o seu custo foi apenas convertido de manual para mecânico. Para realmente melhorar nesse aspecto é necessário buscar a eliminação do mesmo através de melhorias de *layout* (SHINGO, 1996a);
- d) estocagem ou espera – períodos de tempo onde não está ocorrendo qualquer tipo de processamento, transporte ou inspeção sobre o objeto de trabalho. A redução do estoque entre processos só poderá ser alcançada pelo nivelamento das quantidades programadas, pela sincronização da produção e depois de otimizados o transporte, a inspeção e outras causas de instabilidade. Com estas ações busca-se a redução do tempo de atravessamento dos produtos (SHINGO, 1996a).

2.2.1.2 Função operação

Segundo Antunes et al. (2008) os elementos constitutivos básicos da função operação (fluxo dos homens e máquinas no tempo e no espaço), podem ser reduzidos às categorias de análises descritas a seguir:

a) preparação, operação de ajustes depois da operação – operações ligadas ao tempo de preparação (*setup*): refere-se basicamente à mudança de ferramentas e dispositivos. Sendo assim, a ideia consiste em estudar as atividades operativas que ocorrem, desde que a última peça boa do lote precedente é produzida, até a fabricação da primeira peça boa do lote que segue;

b) operação principal – atividades diretamente ligadas a fabricação/processamento em si, inspeção, transporte e espera: a operação pode ser dividida em duas subcategorias: operações essenciais e operações auxiliares.

Ainda segundo Antunes et al. (2008), as operações essenciais constituem-se na execução dos processos de produção em si. São os pontos da rede onde as operações e os processos encontram-se num dado tempo e espaço. Nestes pontos encontram-se os homens, as máquinas e dispositivos (sujeito do trabalho), e os materiais (objeto de trabalho). Pode ser dividida em:

- a) operação essencial de processamento – constitui-se na fabricação e montagem de produtos;
- b) operação essencial de inspeção – constitui-se na observação no local de trabalho (por exemplo, no chão-de-fábrica) da qualidade dos produtos;
- c) operação essencial de transporte – constitui-se na mudança de posição dos produtos dentro do local de trabalho;
- d) operação essencial de estocagem – refere-se a estocagem de produtos em prateleira, armários, pastas, documentos, etc;
- e) operações auxiliares - constituem-se na execução de atividades que se encontram imediatamente antes e imediatamente depois da realização das atividades ligadas as operações essenciais.

Antunes et al. (2008) enfatiza que as melhorias mais relevantes para a estrutura de produção proposta por Shigeo Shingo é pragmática e direta: as melhorias a serem priorizadas devem ter seu foco diretamente na função processo. Assim, Shingo (1996a) diz que: é a função processo, em verdade, que permite atingir as principais metas de produção, enquanto as operações desempenham um papel suplementar.

De acordo com Shingo (1996a), sem a compreensão do significado do mecanismo da função produção, e sem a percepção da necessidade de priorizar as melhorias a partir da óptica da função processo, não seria possível compreender em profundidade o significado dos sistemas de produção, em geral, e do STP, em particular.

2.2.2 Sete perdas do STP

Ohno (1988 apud ANTUNES, 2008, p. 194) declara que “Para implantar o Sistema Toyota de Produção em nosso próprio negócio, deve haver uma total compreensão do significado das perdas. Enquanto todas as fontes das perdas não sejam detectadas e eliminadas, o sucesso irá, sempre, tornar-se apenas um sonho”.

O estudo das perdas nos sistemas produtivos e sua eliminação como método único de redução dos custos foram detalhados e agrupados em sete tipos de perdas (SHINGO, 1996a):

a) superprodução (quantitativa e por antecipação): quando é produzido mais do que o necessário, visando reduzir os custos de preparação, ou mesmo antes do prazo, gerando um inventário a ser mantido e administrado o que acarreta em custos financeiros;

b) espera: quando se geram estoques em processo WIP (*Work-in-process*) tem-se a perda por espera. Essa categoria de perda é considerada espera de processo sempre que sua origem seja devido ao desbalanceamento no processo, seja por ocasião de um buffer entre processos ou mesmo um estoque de segurança. Ao analisar-se a produção em batelada, ou lotes inteiros entre as etapas de produção, gera-se o que é designado espera de lote;

c) transporte: a movimentação de materiais é um custo que não agrega valor ao produto, portanto, é uma perda que deve ser combatida;

d) processamento em si: freqüentemente são estudados e questionados os métodos tradicionais; logo, novos e mais efetivos métodos podem ser criados;

e) estoque: a estocagem de produtos deve ser encarada como um fenômeno não-lucrativo e gerador de custos, oriundo de ineficiências tanto do processo quanto das operações. Representa um capital de giro parado, que não está no caixa da empresa, acarretando ainda custos de guarda para sua manutenção;

f) desperdício nos movimentos: diz respeito às perdas que tem origem nas ineficiências das operações, reduzindo a produtividade. O posto de trabalho deve ser projetado de forma que a movimentação durante a operação seja minimizada e continuamente melhorada;

g) desperdício na elaboração de produtos defeituosos: trata da produção não conforme, representando a mais aparente das perdas aqui apresentadas. O desperdício de matéria prima,

os custos de fabricação perdidos e a perda do prazo de entrega são os problemas ocasionados pela não-qualidade na elaboração dos produtos.

Liker (2007) atribue mais uma perda ao conjunto, a oitava perda trata da não utilização da criatividade dos funcionários. Perda de tempo, idéias, habilidades, melhorias e oportunidades de aprendizagem por não envolver ou não escutar seus funcionários.

Antunes et al. (2008) relata que o objetivo sugerido conceitualmente por Ohno no âmbito do STP consiste em aumentar contínua e sistematicamente a parcela de trabalho que adiciona valor (trabalho efetivo + trabalho adicional), de forma que, idealmente, 100% das ações dos trabalhadores devam estar relacionados à adição de valor.

Liker (2007) relata que Ohno considerava que a perda mais importante era a da superprodução, já que causa a maioria dos outros tipos de perda. Produzir mais cedo ou em quantidade maior do que o desejado pelo cliente em qualquer operação no processo de fabricação leva necessariamente à formação de estoque em algum ponto posterior no processo.

Ainda para Liker (2007) deve-se observar que a principal razão por que os sete primeiros tipos de perda são tão críticos, de acordo com Ohno, é seu impacto no que estamos chamando de oitava perda. A superprodução, o estoque, etc, ocultam problemas, e assim, os funcionários da equipe não são obrigados a pensar. A redução de perdas expõe os problemas e força a equipe a usar sua criatividade para resolvê-los.

2.3 LINHA DE MONTAGEM

Segundo Martins e Laugeni (2015) a linha de montagem foi criada na década de 1910 por Henry Ford valendo-se dos conceitos de racionalização do trabalho desenvolvidos quase simultaneamente por Frederick Taylor. Houve uma revolução nos métodos e processos produtivos até então existentes e o surgimento do conceito de produção em massa, caracterizado por grandes volumes de produtos extremamente padronizados, isto é, baixíssima variação nos tipos de produtos finais.

Para Silva e Venanzi (2013) a Linha de Montagem, revolucionária à época, introduzia o conceito de que os produtos deveriam mover-se ao longo do processo de fabricação, enquanto os trabalhadores permaneciam fixos em seus postos, realizando as já conhecidas operações específicas. Essa forma de produzir foi introduzida no mundo industrial inicialmente nos processos de montadoras de automóveis, em função de seu criador pertencer à área (SILVA; VENANZI, 2013). Posteriormente, foi copiada por outros ramos da atividade industrial, notadamente os de eletrodomésticos, roupas e sapatos.

Silva e Venanzi (2013) destacam que a produção em massa aumentou, de maneira fantástica, a produtividade e a qualidade, permitindo-se obter produtos bem mais uniformes em razão da padronização e da aplicação de técnicas de controle estatístico da qualidade.

O advento da Segunda Guerra Mundial solidificou o conceito de Linha de Montagem e o estendeu a itens da indústria bélica, principalmente a aviões. Após o final da guerra, e apoiada em um conjunto diversificado de fatores, começa a surgir no cenário econômico uma nova potência industrial ao lado dos Estados Unidos e das potências europeias já conhecidas: o Japão (SILVA; VENANZI, 2013).

2.3.1 Projeto da linha de montagem

Baudin (2002) define que as dimensões do produto definem os limites mínimos da estação de montagem. No entanto, o projetista do processo de montagem pode decidir o quanto maior que o produto a estação deve ser, bem como, a altura da superfície de trabalho. Estas opções, por sua vez, possuem grande impacto no fluxo de materiais e na ergonomia.

Para Slack, Brandon-jones e Johnston (2015) em grande parte, os objetivos de qualquer arranjo físico dependerão dos objetivos estratégicos de uma operação, mas existem alguns objetivos gerais que são relevantes a todas as operações.

Todos os arranjos físicos devem ser inerentemente seguros; não constituem perigo a funcionários ou clientes. O arranjo físico deve (geralmente) minimizar a extensão do fluxo no decorrer da operação e, preferivelmente, tornar o fluxo claro. Os funcionários devem estar localizados afastados do barulho ou de partes desagradáveis da operação e todos os equipamentos devem ser acessíveis. Os arranjos físicos devem atingir um uso apropriado de espaço e permitir a flexibilidade em prazo mais longo (SLACK; BRANDON-JONES e JOHNSTON, 2015).

2.3.2 Dimensionamento das estações de montagem

Para Slack, Brandon-jones e Johnston (2015) o arranjo físico de uma operação ou processo é como seus recursos de transformação estão posicionados entre si e como suas várias tarefas são alocadas a esses recursos de transformação. Essas duas decisões ditarão o padrão do fluxo dos recursos transformados à medida que atravessam a operação ou processo. Os arranjos físicos mais práticos são derivados apenas de quatro tipos básicos. São eles: arranjo físico de posição fixa; arranjo físico funcional; arranjo físico celular e arranjo físico por produto.

Conforme Slack, Brandon-jones e Johnston (2015) no arranjo físico de posição fixa, os materiais ou pessoas que são transformados não se movimentam, mas os recursos transformadores movem-se ao redor deles. Raramente são usadas técnicas nesse tipo de arranjo físico, mas algumas, como análise de localização de recursos, trazem uma abordagem sistemática para minimizar os custos e a inconveniência do fluxo para uma localização de posição fixa.

Para Slack, Brandon-jones e Johnston (2015) no arranjo físico funcional, todos os recursos de transformação similares são agrupados na operação. A tarefa do projeto detalhado visa, geralmente (embora nem sempre), minimizar as distâncias percorridas pelos recursos transformadores ao longo da operação. Tanto métodos manuais como baseados em computador podem ser usados na elaboração do projeto detalhado.

Slack, Brandon-jones e Johnston (2015) destacam que no arranjo físico celular, os recursos necessários para uma classe específica de produtos estão agrupados de alguma forma. A tarefa de detalhar o projeto é agrupar os tipos de produtos ou clientes de tal forma que possam ser projetadas células convenientes a suas necessidades. Técnicas como a análise de fluxo de produção podem ser usadas para alocar os produtos às células.

No arranjo físico por (linha de) produto, os recursos transformadores estão localizados em sequência, especificamente por conveniência dos produtos ou tipos de produtos. O projeto detalhado do arranjo físico por produto inclui um número de decisões, como o tempo do ciclo a que o projeto precisa conformar-se, o número de estágios da operação, a forma como as tarefas são alocadas aos estágios na linha e os arranjos dos estágios na linha. A alocação de tarefas nos estágios é denominada balanceamento de linha, que pode ser desempenhado tanto manualmente ou por meio de algoritmos computadorizados (SLACK; BRANDON-JONES e JOHNSTON, 2015).

2.4 ADMINISTRAÇÃO DA ATIVIDADE PRODUTIVA

Para Slack, Brandon-jones e Johnston (2015) a administração da produção é a atividade de gerenciamento dos recursos que serão destinados à criação e ao fornecimento de produtos e serviços. É uma das funções centrais de qualquer empresa, embora possa não ser chamada administração da produção em algumas indústrias. Administração da produção preocupa-se em gerenciar processos. Todos os processos possuem clientes e fornecedores internos. Como todas as funções administrativas também possuem processos, a administração da produção é relevante para todos os gerentes.

Para Costa Junior (2008), a demanda de mercado interfere diretamente na administração da manufatura, cabendo a empresa através da otimização de recursos internos, estruturação de mão de obra, equipamentos em produção, horas disponíveis e da utilização de técnicas enxutas, adaptar sua estrutura para atender o cliente da forma mais otimizada possível.

Segundo Slack, Brandon-jones e Johnston (2015) a função produção é central para a organização porque produz os bens e serviços que são a razão de sua existência, mas não é a única função. Entretanto, é uma das três funções centrais de qualquer organização. São elas:

- a) a função marketing: responsável por comunicar os produtos e serviços da organização (ou, mais genericamente, as ofertas) a seus mercados para gerar pedidos de serviços e produtos dos clientes;
- b) a função desenvolvimento de produto/serviço: responsável por desenvolver novos produtos e serviços ou modificá-los para gerar futuras solicitações dos clientes;
- c) a função produção: responsável por satisfazer às solicitações dos clientes por meio da produção e entrega de produtos e serviços.

Também há as funções de apoio que dão condições para que as funções centrais operem efetivamente. Essas incluem, por exemplo, a função contabilidade e finanças, a função recursos humanos e a função sistemas de informação (SLACK; BRANDON-JONES e JOHNSTON, 2015).

2.4.1 Estudo de tempos e movimentos

Para Martins e Laugeni (2012) o estudo de tempos é um dos métodos mais empregados na indústria para medir o trabalho. Considerando o fato de o mundo ter sofrido consideráveis modificações desde a época em que Frederick Winslow Taylor estruturou a Administração Científica e o estudo de tempos cronometrados, objetivando medir a eficiência individual, essa metodologia continua sendo muito utilizada para que sejam estabelecidos padrões para a produção e para os custos industriais (MARTINS; LAUGENI, 2012).

Segundo Martins e Laugeni (2012) a eficiência e os tempos padrões de produção são influenciados pelo tipo do fluxo de material dentro da empresa, processo escolhido, tecnologia utilizada e características do trabalho que está sendo analisado. Os tempos de produção de linhas automatizadas variam muito pouco, e quanto maior a intervenção humana na produção, maior é a dificuldade de se medir corretamente os tempos, uma vez que cada operador tem habilidades, força e vontades diferentes.

Ainda segundo Martins e Laugeni (2012) a determinação de Tempos Padrões de produção são dados importantes para, entre outros:

- a) estabelecer padrões para os programas de produção para permitir o planejamento da fábrica, utilizando com eficácia os recursos disponíveis e, também, para avaliar o desempenho de produção em relação ao padrão existente;
- b) fornecer os dados para a determinação dos custos padrões, para levantamento de custos de fabricação, determinação de orçamentos e estimativa do custo de um produto novo;
- c) fornecer dados para o estudo de balanceamento de estruturas de produção, comparar roteiros de fabricação e analisar o planejamento de capacidade.

2.4.2 Takt time

Para Antunes et al. (2008) o *takt-time* é definido a partir da demanda do mercado e do tempo disponível para produção. Trata-se do ritmo de produção necessário, em um determinado período, para atender a uma demanda específica desse período. Em alemão, o termo *takt* serve para designar a batuta do maestro, ou seja, é o marcador do compasso da orquestra.

Matematicamente, define-se o *takt-time* como a razão entre o tempo disponível para a produção e o número de unidades a serem produzidas. Para Antunes et al. (2008) o *takt-time* é o tempo alocado para a produção de uma peça ou produto em uma célula ou linha. A idéia de alocação de um tempo para produção pressupõe, naturalmente, que alguém aloca, ou seja, o *takt-time* não é dado, mas sim determinado.

Costa Junior (2008) destaca algumas vantagens da aplicação do conceito do *takt time*:

- a) serve de base para implementação de outras ferramentas do STP;
- b) ajuda na obtenção de alta produtividade, através de foco no trabalho;
- c) oportuniza o balanceamento de linha;
- d) possibilita o gerenciamento dos níveis de estoques;
- e) promove a redução de custos pela diminuição dos desperdícios;
- f) auxilia no gerenciamento e planejamento da produção.

Em uma linha de produção, a cada intervalo *takt*, uma unidade deve ser terminada. Por exemplo, para uma linha de montagem de automóveis com demanda diária de 300 unidades e tempo disponível (programado) para produção de dez horas (600 minutos), o *takt-time* será de dois minutos. Ou seja, a cada dois minutos deve sair um carro pronto no final da linha de manufatura (ANTUNES et al., 2008).

Exemplificado na Equação 1:

$$takt\ time = \frac{\text{tempo disponível para produção}}{\text{número de unidades a serem produzidas}} \quad (1)$$

$$takt\ time = \frac{10h \times 60\ min}{300\ unidades}$$

$$takt\ time = \frac{600\ min}{300\ unidades}$$

$$takt\ time = \frac{2\ min}{unidade}$$

Para Liker e Meyer (2007) o *takt-time* não é uma ferramenta, é um conceito usado para projetar o trabalho e mede o ritmo da demanda do cliente. Em termos de cálculo, é o tempo disponível para produzir peças em um intervalo específico de tempo dividido pelo número de peças demandadas naquele intervalo. O número obtido diz, por exemplo, que uma peça precisa ser produzida a cada determinado tempo para satisfazer a demanda do cliente.

Antunes et al. (2008) conclui que o funcionamento da fábrica orquestrado pelo *takt-time* depende, operacionalmente da presença de dois elementos: um sistema para comunicação e controle e um marcador para o ritmo definido pelo *takt-time*. Ainda para Antunes (2008) o conceito de *takt-time* está diretamente relacionado à função processo, já que trata do fluxo dos materiais ao longo do tempo e espaço.

2.4.3 Tempo de ciclo de operação

Para Antunes et al. (2008) a duração de um ciclo é dada pelo período transcorrido entre a repetição de um mesmo evento que caracteriza o início ou fim desse ciclo. Em um sistema de produção, o tempo de ciclo (TC) é determinado pelas condições operativas da célula ou linha. Considerando-se uma célula ou linha de produção com n postos de trabalho, o TC é definido em função de dois elementos:

- a) tempos unitários de processamento em cada máquina/posto (tempo padrão);
- b) número de trabalhadores na célula ou linha.

Antunes et al. (2008) ressalta que sob o prisma do mecanismo da função de produção, o TC está associado à função operação. É uma característica de cada operação da rede de processos e operações. Quando é analisada uma operação isolada, o TC é igual ao tempo padrão.

É o tempo que consta nos roteiros de produção dos sistemas de PCP – programação e controle da produção.

Cada máquina ou equipamento possui um TC característico para cada operação (processamento) executada. Ampliando-se a unidade de análise dos sistemas de produção (células, linhas ou mesmo a fábrica inteira), a discussão muda de perspectiva. Nesse caso, deixa-se de ter uma única máquina, a partir da qual se pode, com facilidade, definir o TC. Torna-se necessário contemplar as relações sistêmicas de dependência entre os equipamentos e operações (ANTUNES, 2008).

Antunes et al. (2008) conclui que o TC da linha ou célula é o tempo de execução da operação, ou das operações, na máquina ou posto mais lento; em outras palavras, é o ritmo máximo possível, mantidas as condições atuais. O TC da linha ou célula é definido pela configuração física, pelas características de operação da linha ou célula e também em função do número de trabalhadores na célula ou linha. Uma vez que a demanda do cliente gera um *takt time* superior ao tempo de ciclo de uma célula ou linha, a mesma não será atendida em função do limite de capacidade das mesmas (ANTUNES et al., 2008).

2.4.4 Balanceamento de operações

Para Tubino (2009) o sequenciamento em linhas de montagem tem por objetivo fazer com que os diferentes centros de trabalho encarregados da montagem das partes componentes do produto acabado tenham o mesmo ritmo, e que esse ritmo seja associado à demanda proveniente do plano mestre de produção.

Os montadores, colocados em postos de trabalhos, seguem um conjunto de operações padrão necessário para montar o produto, chamado de rotina de operações padrão, limitado a um TC, de forma que a cada TC um produto acabado seja montado. Ao final do tempo disponível de trabalho, seguindo o ritmo do TC, uma quantidade de produtos acabados será finalizada para atender a demanda (TUBINO, 2009).

Davis, Aquilano e Chase (2001), concluem que balancear os fluxos produtivos se torna uma tarefa altamente complexa quando falamos de tarefas impostas por projeto ou processo, pois passamos a incluir relações de precedência, as quais atuam como restrições no sequenciamento das operações e devem respeitar uma ordem lógica de processamento.

2.5 SIMULAÇÃO

Conforme Hillier e Lieberman (2013) a simulação é uma das técnicas de pesquisa operacional mais utilizada. Essa técnica envolve o uso de um computador para imitar (simular) a operação de um processo inteiro ou sistema. Registrar o desempenho da operação simulada do sistema para uma série de projetos ou procedimentos operacionais alternativos habilita então a avaliação e a comparação dessas alternativas antes de escolher uma delas.

Banks (1998) destaca as principais áreas de aplicação em segmentos da economia:

- a) manufatura e movimentação de materiais;
- b) serviços públicos;
- c) sistema de saúde;
- d) setor militar;
- e) recursos naturais;
- f) desempenho de sistemas computacionais;
- g) transporte;
- h) sistemas de comunicação.

Hillier e Lieberman (2013) complementam que um modelo de simulação resume o sistema construindo-o, componente por componente, e evento por evento. Em seguida, o modelo executa o sistema simulado para obter observações estatísticas do desempenho do sistema resultante de diversos eventos gerados aleatoriamente.

Conforme Hillier e Lieberman (2013) para preparar a simulação de um sistema complexo, um modelo de simulação detalhado precisa ser formulado para descrever a operação do sistema e como ele deve ser simulado. Um modelo de simulação tem diversos blocos construtivos básicos:

- a) uma definição do estado do sistema (por exemplo, o número de clientes em um sistema de filas);
- b) identificar os possíveis estados do sistema que podem ocorrer;
- c) identificar os possíveis eventos (por exemplo, chegadas e término de atendimento em um sistema de filas) que mudariam o estado do sistema;
- d) uma provisão para um relógio simulado, localizado no mesmo endereço do programa de simulação, que registrará a passagem do tempo (simulado);
- e) um método para gerar eventos aleatoriamente de diversos tipos;
- f) uma fórmula para identificar as transições de estado que são geradas pelos diversos tipos de eventos.

Banks (1998) cita algumas vantagens e desvantagens em relação a utilização da simulação. Dentre as principais vantagens o autor expõe:

- a) escolha certa: a simulação permite o teste de cada aspecto da mudança, antes da aquisição de recursos físicos;
- b) encurtando ou expandindo o tempo: pelo controle da aceleração de um determinado evento, é possível analisá-lo de forma ágil;
- c) compreender o porquê: por meio da simulação é possível realizar uma análise microscópica e determinar a causa raiz da situação;
- d) explorar possibilidades: é uma das principais características do uso de simulação, uma vez que o modelo está validado, podem-se modificar procedimentos operacionais ou adotar novas políticas, sem haver despesas com experimentos no sistema real;
- e) identificar gargalos: por meio da simulação fabril, é possível descobrir a causa de atrasos em processo, informações ou materiais;
- f) investir sabiamente: o custo típico de um estudo de simulação é substancialmente inferior a 1% do total montante investido no projeto.

Ainda para Banks (1998) existem algumas desvantagens:

- a) construção de modelos exige treinamento específico: leva-se tempo e muita experiência para atingir um nível ótimo de elaboração de modelos;
- b) resultados de difícil compreensão: devido aos resultados de saída serem variáveis randômicas, torna-se complexa a atividade de verificar as interrelações;
- c) modelagem e análise podem levar tempo e serem caras: ao tentar economizar os recursos para a realização da modelagem ou da análise, os resultados advindos podem se tornar insuficientes;
- d) usar simulação de modo indevido quando soluções analíticas são preferíveis.

Para minimizar os efeitos das desvantagens, o autor recomenda o uso de simuladores customizados para as necessidades das operações em estudo, análise de dados de saída, aprimoração da capacidade de *hardware* e limitar os modelos de formulários fechados que não analisam problemas complexos.

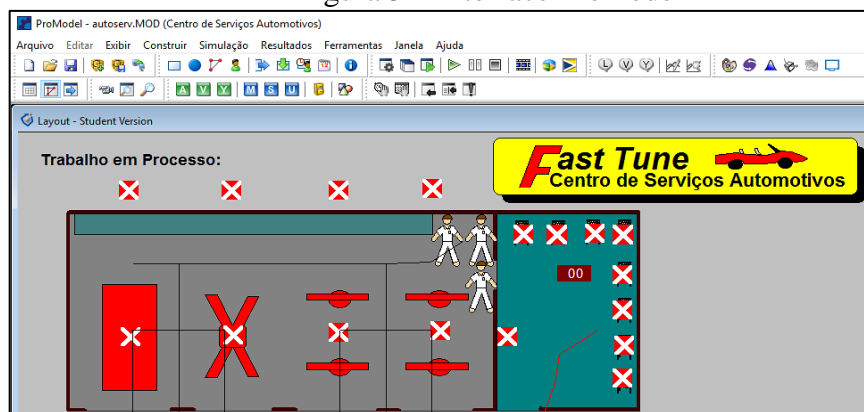
Hillier e Lieberman (2013) concluem que ao lidar com sistemas relativamente complexos, a simulação tende a ser um procedimento relativamente caro. Portanto, a simulação não deveria ser usada quando existir um procedimento menos oneroso capaz de fornecer as mesmas (ou melhores) informações.

2.5.1 Promodel

O ProModel é um software de simulação de eventos discretos da empresa Belge Consultoria que ajuda a tomar decisões rapidamente. Ele é usado para planejar, projetar e melhorar novos ou atuais processos de manufatura, logística, serviços e outros sistemas estratégicos, táticos ou operacionais.

O ProModel permite reproduzir a complexidade de processos reais, incorporando a variabilidade e interdependências que possibilita realizar análises e mudanças e, assim, otimizar sistemas e melhorar indicadores. A tecnologia de simulação ProModel é utilizada para reduzir custos, aumentar capacidade, acelerar ciclos de produção e aumentar serviços a clientes. A Figura 5 mostra a interface do software com o usuário.

Figura 5 – Interface Promodel



Fonte: O autor (2016).

2.6 PERÍODO DE PAYBACK

Para Assaf Neto e Lima (2014), o período de *payback*, consiste na determinação do tempo necessário para que o investimento inicial seja recuperado pelas entradas de caixa promovidas pelo investimento. Divide-se em:

- payback* efetivo: o *payback* efetivo é talvez o mais simples de se calcular, e também de fácil compreensão. Os fluxos de caixa operacionais devem trazer de volta ao caixa da empresa cada uma das entradas previstas para cada ano;
- payback* médio: o tempo de retorno médio é baseado na relação existente entre o valor do investimento e o valor médio dos fluxos esperados de caixa. O *payback* médio supõe que os benefícios de caixa se verificarão em valores médios, e não no efetivo valor de entrada de caixa previsto para cada ano, ou seja, não se está levando em consideração o valor do dinheiro no tempo;

- c) *payback* descontado: o período de *payback* descontado traz todos os fluxos de caixa ao mesmo momento de tempo (a valor presente), incorporando o conceito do valor do dinheiro no tempo. Para o seu cálculo, deve-se primeiro trazer cada uma das entradas de caixa a valor presente, descontando esses fluxos a uma taxa de juros que represente a rentabilidade mínima (custo de oportunidade) exigida pela empresa na aceitação do projeto.

2.6.1 Taxa mínima de atratividade

Assaf Neto e Lima (2014) expõem que o valor de mercado da empresa é considerado o critério mais indicado para a tomada de decisões financeiras. Nessa idéia principal, os benefícios operacionais produzidos pela empresa são expressos com base em fluxos de caixa e descontados a valor presente mediante uma taxa mínima de atratividade. Essa taxa de desconto embute fundamentalmente a remuneração mínima exigida pelos proprietários de capital (acionistas e credores) diante do risco assumido.

Ainda para Assaf Neto e Lima (2014), para maiores riscos, investidores racionais esperam auferir maiores retornos e vice-versa. Essa premissa básica deve ser levada em consideração pelo administrador financeiro ao avaliar o impacto das decisões financeiras sobre o valor da empresa. E o objetivo da administração financeira vincula-se, em conclusão, ao bem-estar econômico de seus proprietários, associado a um nível adequado de risco, de forma a promover a maximização do valor de mercado da ação da empresa.

2.6.2 Valor presente líquido

Para Casarotto Filho e Kopittke (2010), este método traz o fluxo de caixa, previsto ao longo do tempo, para o presente, utilizando o desconto da TMA. Ou seja: a diferença entre o valor investido e o valor dos benefícios esperados, descontados para a data inicial, usando-se como a taxa de desconto a taxa mínima de atratividade (TMA).

2.6.3 Taxa interna de retorno

Para Assaf Neto e Lima (2014) a TIR é a taxa de juro que iguala, em determinado momento, a entrada de caixa com as saídas periódicas de caixa (pagamentos da dívida atualizados ao mesmo momento). É a taxa de desconto que faz com que o Valor Presente Líquido de uma oportunidade de investimento iguale-se a zero.

3 PROPOSTA DE TRABALHO

Neste capítulo foi apresentado o processo produtivo da empresa em estudo, em específico da LUM, bem como os aspectos positivos e negativos do processo atual. Ao final foram abordadas as propostas de melhorias definidas no capítulo 1 baseadas nos conceitos teóricos abordados no capítulo 2.

3.1 DESCRIÇÃO DO AMBIENTE ATUAL

O Setor de Plataformas da Randon Implementos é constituído por seis linhas de montagem e soldagem de diversos tipos de chassis, 3 máquinas de corte a plasma e uma célula de corte e dobra de abas. O presente trabalho foi realizado na LUM devido a algumas características que esta linha de produção tem, as quais que fazem com que ela absorva um mix de produção variado que o mercado demanda atualmente. Algumas características em relação a essa linha com base de dados referente aos meses de janeiro a julho de 2016 com taxa de dez produtos por dia, podem ser observadas na Tabela 1.

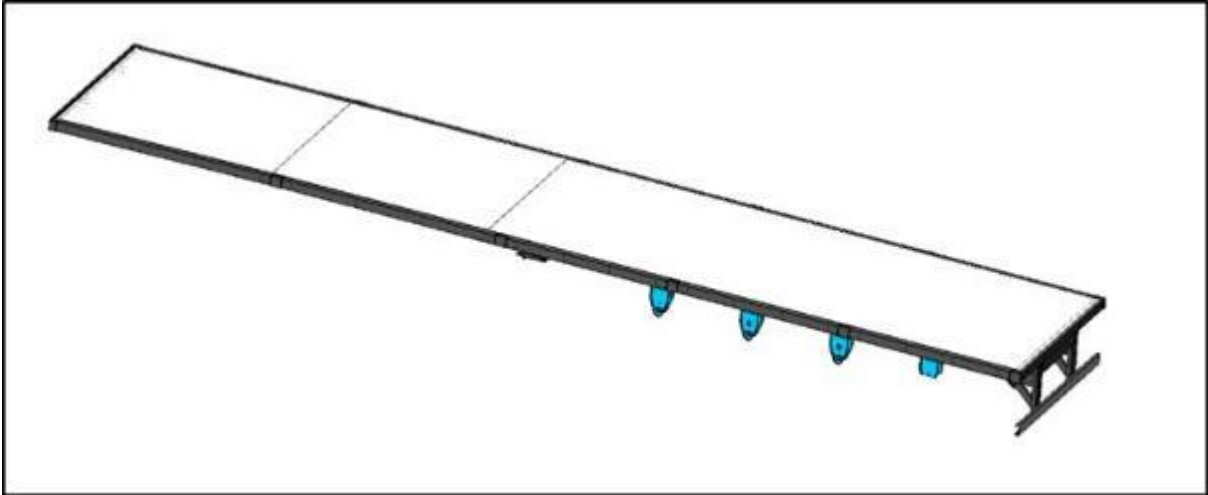
Tabela 1 – Informações gerais LUM

Informações gerais	
Pontes Rolantes	7
<i>Transfers</i> para movimentação de produtos	4
Dispositivo automatizado para montagem de estruturas	1
Dispositivo automatizado para montagem e soldagem de vigas	1
Célula de montagem e soldagem de assoalhos	1
Número de operadores	45
Número de postos de trabalho	11

Fonte: Randon (2016).

A LUM tem como principal função na cadeia produtiva da Randon Implementos a montagem e soldagem de chassis. Na sequência do processo os mesmos passarão por processo de pintura na Pintura *e-coat*, acoplamento de suspensão na Linha de montagem de suspensões, montagem de caixa de carga e sistemas elétricos e pneumáticos na linha de Montagem final. Seus principais tipos de produtos são: Graneiros, Furgões, Containers, Siders, Vinhaças, Rebaixadas e Plataformas. A Figura 6 mostra um exemplo de chassi de plataforma com suspensão mecânica, assoalho de chapa xadrez e parachoque parafusado.

Figura 6 - Chassi Plataforma



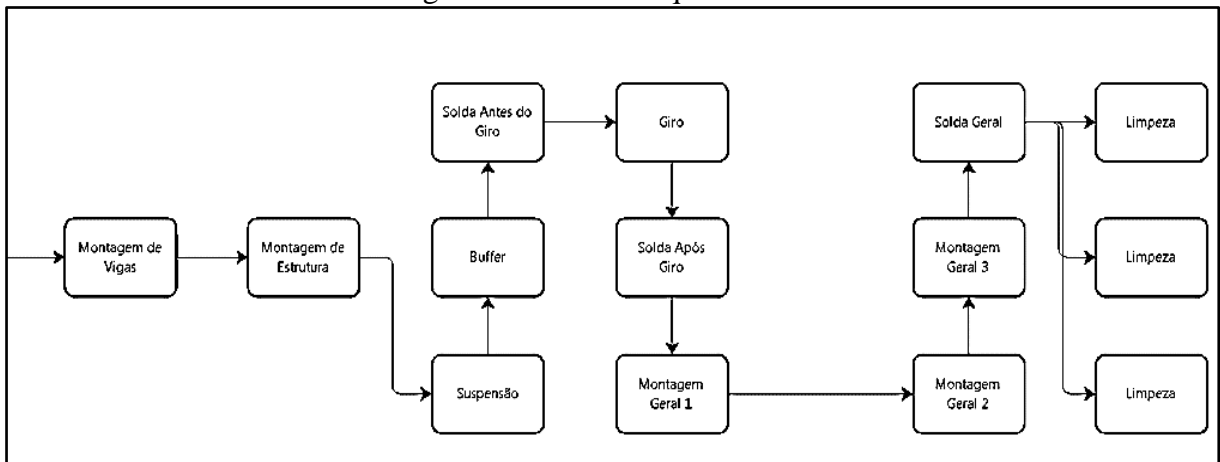
Fonte: Randon (2016).

Nas próximas seções são detalhadas as operações executadas dentro da LUM.

3.1.2 O Processo Produtivo

O processo produtivo da LUM é dividido em 11 etapas de agregação de valor, conforme destacado no modelo esquemático da Figura 7.

Figura 7 - Modelo esquemático da LUM

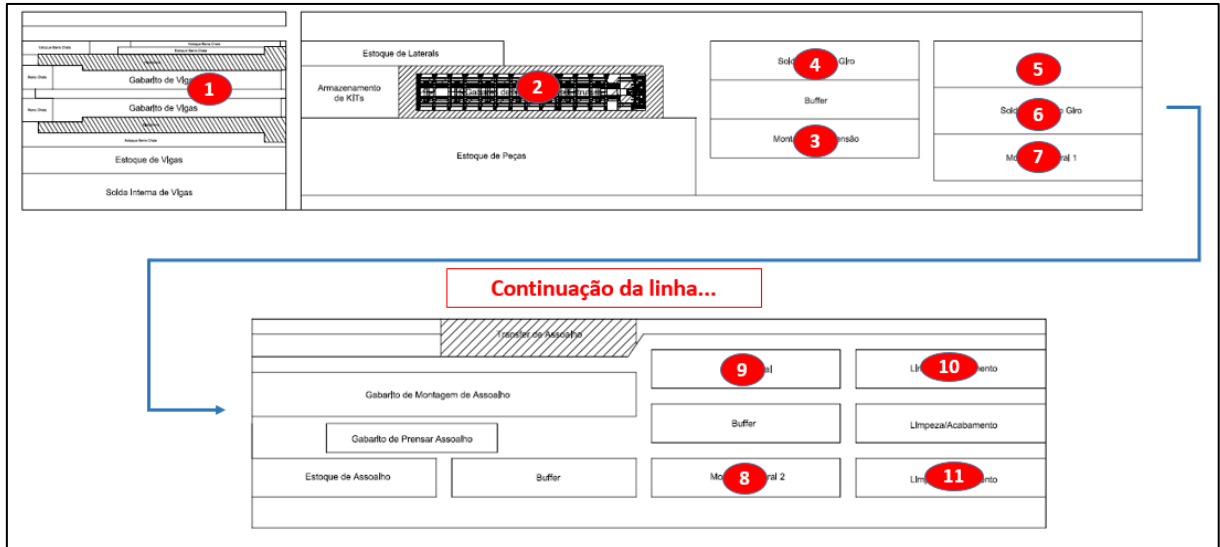


Fonte: adaptado de Randon (2016).

A Figura 8 mostra o *layout* geral da LUM e o seu fluxo produtivo. A partir do terceiro posto de trabalho foi feita a intervenção proposta neste trabalho. Esse posto é fixo pois trata-se do dispositivo de montagem de estruturas de chassi. A partir deste posto a linha ocupa uma área de 100 metros de comprimento por 15 metros de largura. Destaca-se na figura o posto de

trabalho 11, no qual constam três boxes de operação pelo motivo de que para alguns produtos o TC ultrapassa o tempo *takt*. Conceitos abordados nos capítulos 2.5.2 e 2.5.3 deste trabalho.

Figura 8 - *Layout* geral LUM

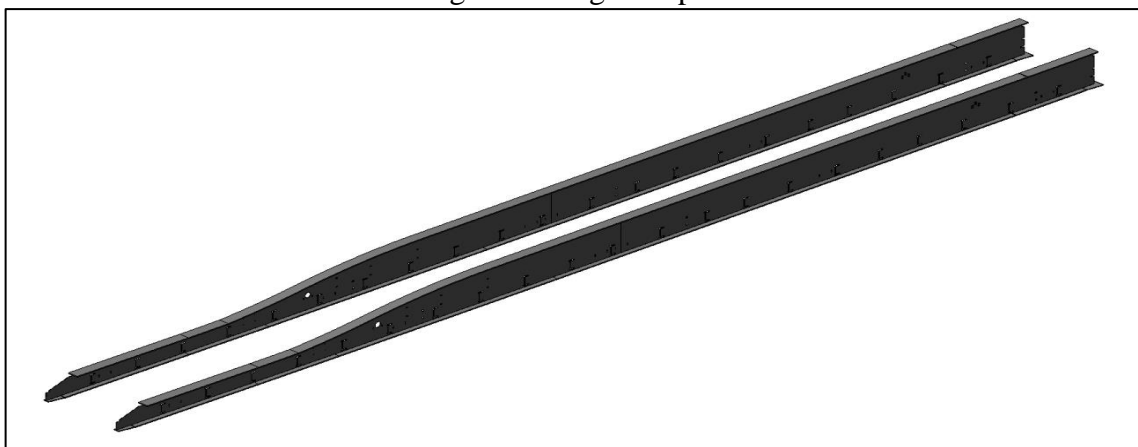


Fonte: adaptado de Randon (2016).

3.1.2.1 Posto de trabalho 01: Montagem e soldagem de vigas

O processo de fabricação se inicia pela montagem das vigas que são as duas principais peças estruturais do chassi. A Figura 9 mostra um par de vigas de plataforma soldado que juntas darão sustentação para a estrutura do produto. A viga é formada pela união de uma alma central e dois conjuntos de abas dando um formato de 'I' para as mesmas.

Figura 9 - Vigas de plataforma



Fonte: adaptado de Randon (2016).

Este processo é realizado utilizando dispositivo automatizado denominado gabarito de montagem e soldagem de vigas, o mesmo é configurável para se adaptar ao modelo de viga

necessário, conta com sistema hidráulico para aperto e encaixe dos materiais e máquina de solda automática com seguidor de juntas. A Figura 10 ilustra o posto de trabalho 01 e seus recursos necessários para operação.

Figura 10 - Posto de montagem e soldagem de vigas



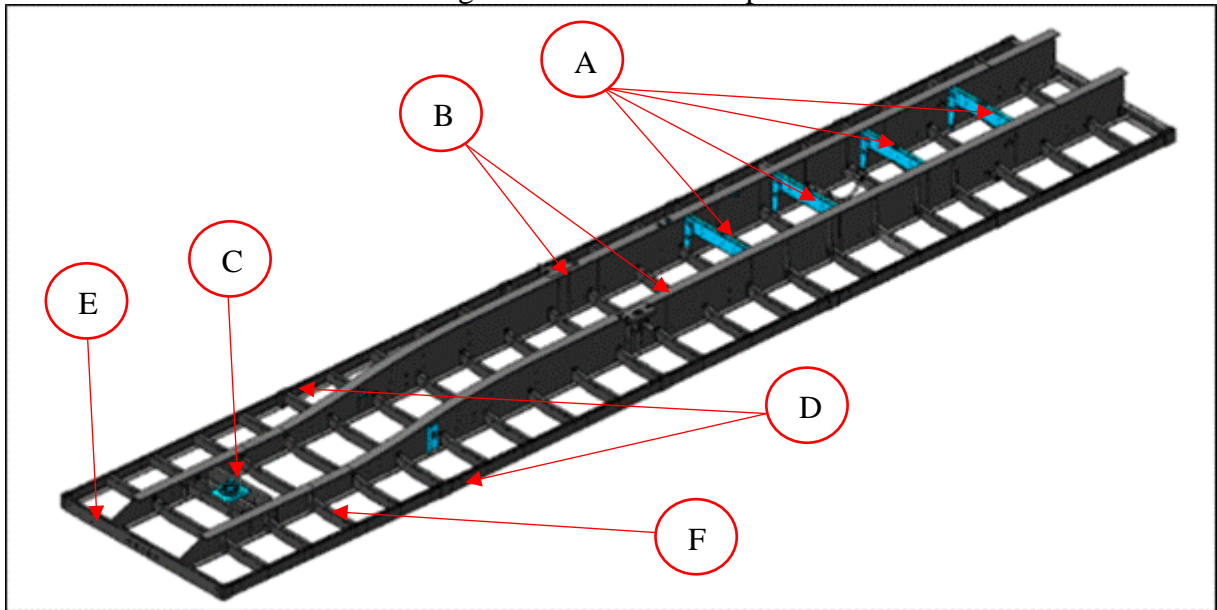
Fonte: adaptado de Randon (2016).

Nos Anexos: 1,2, 3, 4 e 5 constam a Ficha de trabalho padrão e as operações detalhadas de cada operador nesta etapa do processo. Formulários similares são aplicados para cada posto de trabalho sequente desta linha.

3.1.2.2 Posto de trabalho 02: Montagem de estruturas

Nesta etapa do processo de fabricação é onde mais se agrega montagens ao produto e inicia com o posicionamento das vigas (B) no dispositivo de montagem (nesta etapa o produto toma forma virado para facilitar sua montagem) e segue com posicionamento e montagem de perfis dianteiros e traseiros (E), perfis laterais (D), travessas do acoplamento (C) e suspensão (A), travessas passantes e reforços (F). A Figura 11 ilustra os componentes de uma estrutura acima citados.

Figura 11 - Estrutura de plataforma



Fonte: adaptado de Randon (2016).

Este processo é realizado utilizando dispositivo automatizado ilustrado na Figura 12 denominado gabarito de montagem de estruturas, o mesmo também é configurável eletricamente para se adaptar ao modelo de chassi necessário, conta com sistema pneumático para aperto e posicionamento dos materiais conforme receita. Esta receita é programada no *software* gerenciador do dispositivo através das cotas e posições fornecidas nos desenhos dos projetos de cada produto.

Figura 12 - Posto de montagem de estruturas



Fonte: adaptado de Randon (2016).

3.1.2.3 Posto de trabalho 03: Montagem de suspensão

Nesta etapa do processo de fabricação onde se monta os suportes da suspensão com dispositivo que simula as posições dos eixos e molas, também nesta etapa monta-se no chassi a chapa de atrito, a travessa e o suporte do aparelho de levantamento e as colunas do parachoque.

A Figura 13 ilustra um chassi de graneleiro e o dispositivo de montagem de suspensão utilizado nesta etapa de montagem.

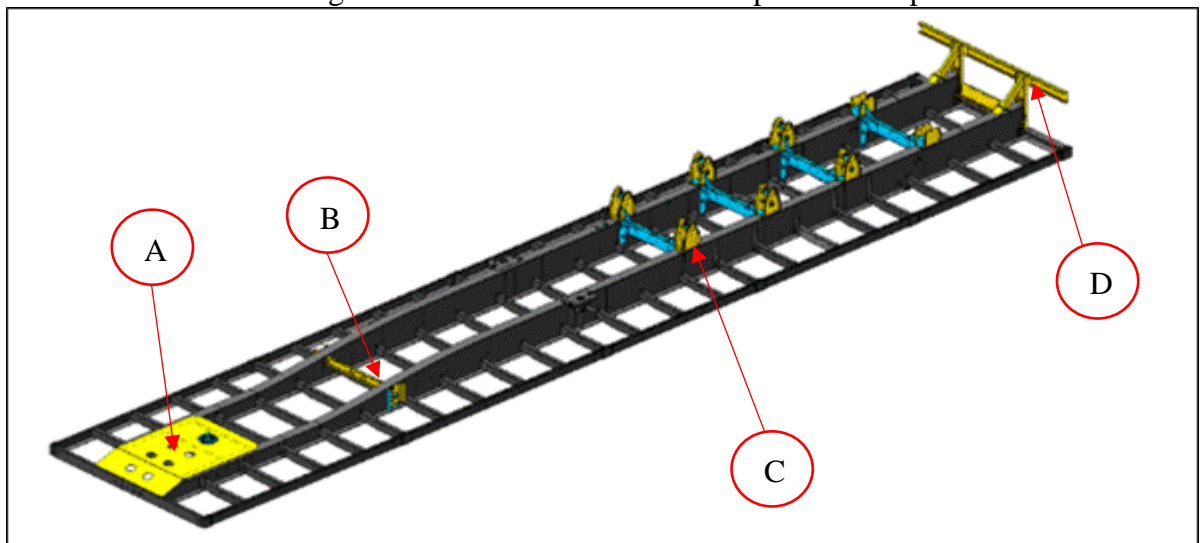
Figura 13 - Posto de montagem suspensão



Fonte: adaptado de Randon (2016).

A Figura 14 destaca os principais materiais montados neste posto, como: chapa de atrito (A), suporte do aparelho levantamento (B), suportes suspensão (C) e parachoque (D).

Figura 14 - Materiais montados no posto de suspensão



Fonte: adaptado de Randon (2016).

3.1.2.4 Posto de trabalho 04: Solda antes do giro

Nesta etapa do processo de fabricação é onde mais se agrega soldas ao produto e inicia com o posicionamento do produto através de *transfer* no posto de solda e posterior soldagem nos locais indicados pela engenharia. A Figura 15 ilustra o posto de trabalho e a execução das soldas.

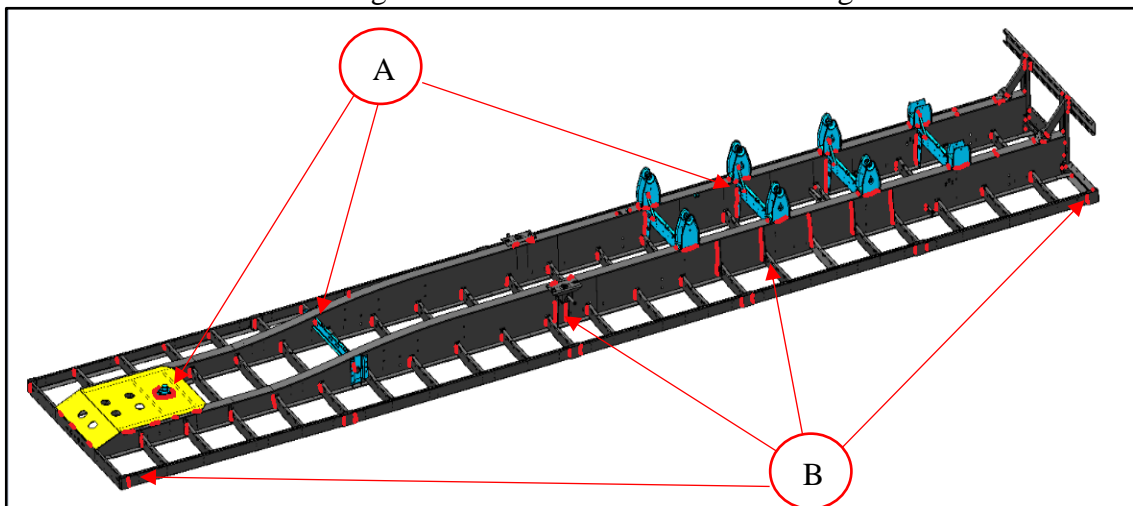
Figura 15 - Posto de solda antes do giro



Fonte: adaptado de Randon (2016).

A Figura 16 ilustra um exemplo de pontos de solda, onde as soldas de segurança, realizadas em pontos que exigem esforço do produto, estão destacadas como (A) e as soldas gerais, complementares, como (B).

Figura 16 - Soldas realizadas antes do giro



Fonte: adaptado de Randon (2016).

3.1.2.5 Posto de trabalho 05: Giro do produto

Nesta etapa do processo de fabricação é realizado um giro de 180° no produto com uso de dispositivo automatizado denominado gabarito de giro. Este processo inicia com o movimento do produto através de *transfer* motorizado, depois o produto é girado e colocado em sua posição definitiva com dispositivo de giro. A Figura 17 ilustra um chassi de graneleiro sendo girado.

Figura 17 - Giro do produto



Fonte: adaptado de Randon (2016).

3.1.2.6 Posto de trabalho 06: Solda pós giro

Esta etapa do processo de fabricação é complementar ao posto de trabalho 04: solda antes do giro, pois nele são realizadas as soldas que ficariam de difícil acesso no processo citado anteriormente e com o giro do produto tornan-se simples de serem realizadas. Este processo inicia com o movimento do produto através de *transfer* motorizado e logo depois o produto é girado e colocado em sua posição para solda pós giro. A Figura 18 ilustra o box de solda pós giro.

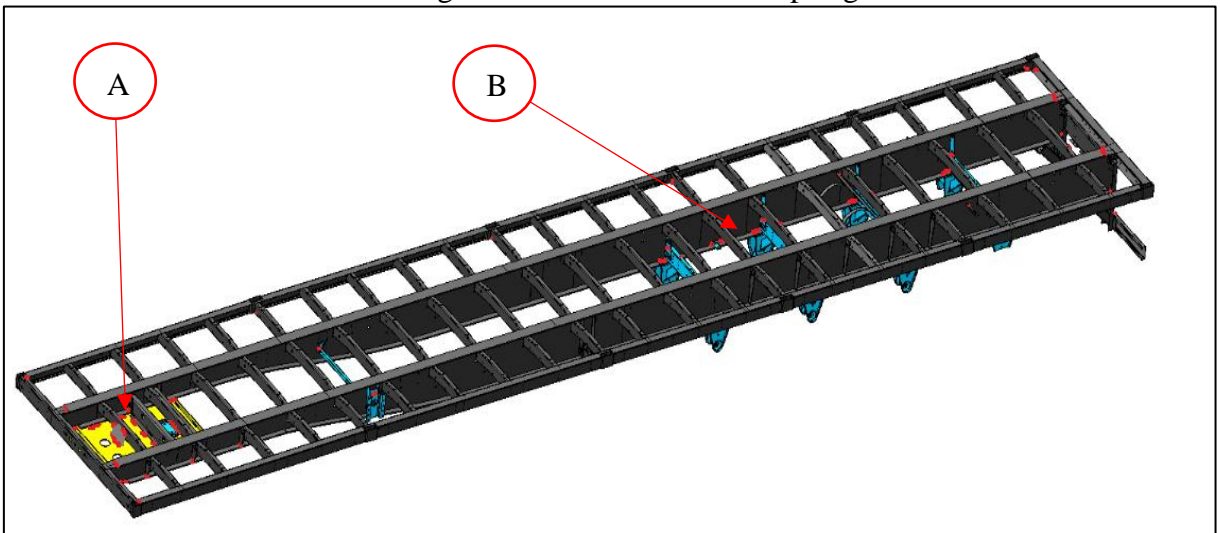
Figura 18 - Posto de solda pós giro



Fonte: adaptado de Randon (2016).

Alguns pontos que são soldados nesta etapa são: solda superior a chapa de atrito (A) e solda interna da viga sobre a suspensão (B) e estão exemplificados na Figura 19.

Figura 19 - Soldas realizadas pós giro



Fonte: adaptado de Randon (2016).

3.1.2.7 Posto de trabalho 07, 08 e 09: Pré-montagem de assoalhos e montagem geral 1 e 2

Nesta etapa do processo de fabricação são realizadas as pré-montagens de assoalhos e as montagens gerais como por exemplo: engates de containers e assoalho de chapa nos produtos que solicitam estes materiais. A Figura 20 ilustra o posto de trabalho.

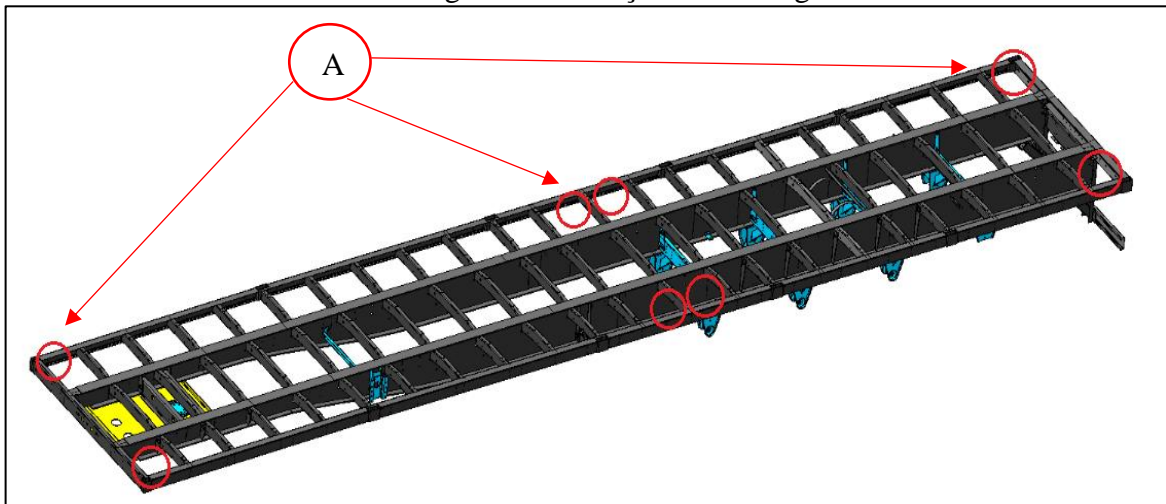
Figura 20 - Posto de montagens gerais



Fonte: adaptado de Randon (2016).

Este processo inicia com o movimento do produto através de ponte rolante até o box de montagem geral 1 onde são feitas as montagens anteriores a colocação do assoalho ao produto. Também nesta etapa, é montado o assoalho nos produtos que não solicitam engates de contêiner (A). A Figura 21 ilustra as posições de montagem de engates de contêiner.

Figura 21 - Posição da montagem



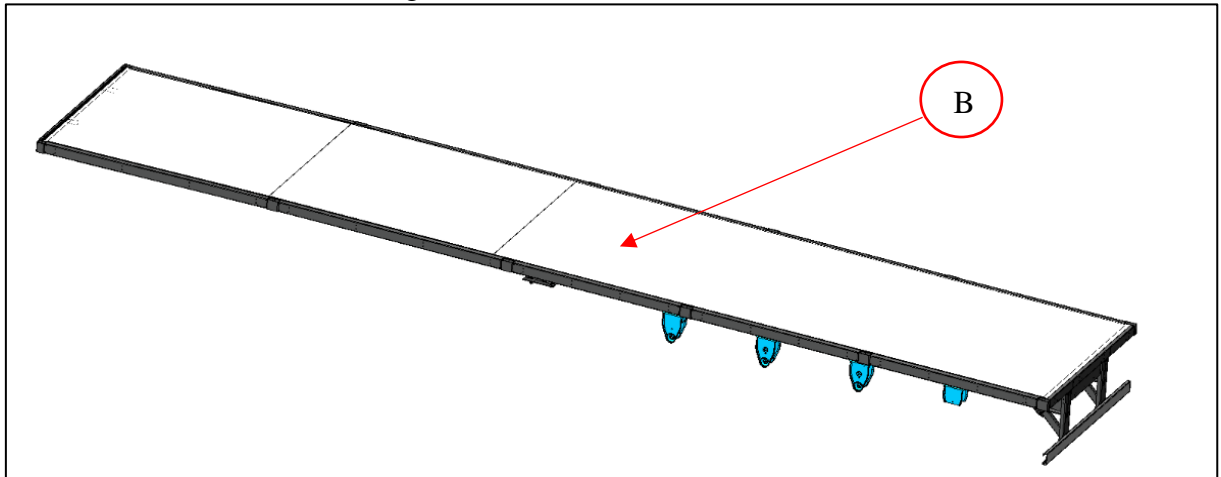
Fonte: adaptado de Randon (2016).

Após a realização das montagens ilustradas na Figura 21 e descritas no box de montagem geral 1, é colocado o assoalho na montagem geral 2. Os assoalhos (B) ilustrados na Figura 22 são chapas retangulares de dimensões 2410 milímetros x 1200 milímetros e de

espessuras de 3 e 4,75 milímetros. São de acabamento liso ou xadrez, sendo que este último contempla 90% da demanda do mercado.

Após realizadas estas montagens, o produto passa para a etapa posterior através de transfer motorizado.

Figura 22 - Produto com assoalho montado



Fonte: adaptado de Randon (2016).

3.1.2.8 Posto de trabalho 10: Soldagem geral

Nesta etapa do processo de fabricação ilustrada na Figura 23 é onde o assoalho é soldado no produto. Também são realizadas as soldas gerais dos engates de contêiner que foram montados nos postos montagem geral 1 e 2.

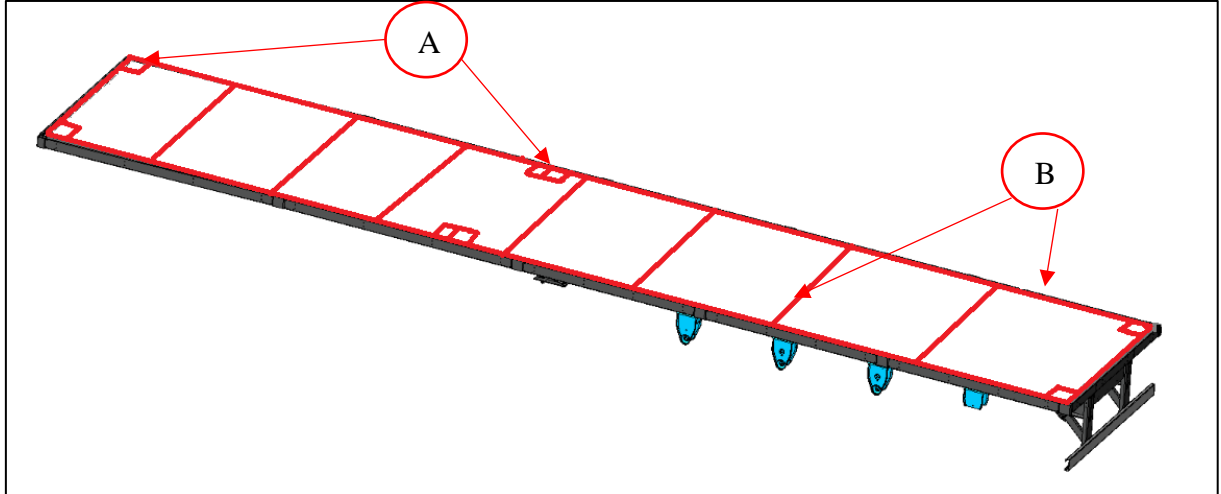
Figura 23 - Posto de solda geral



Fonte: adaptado de Randon (2016).

Os pontos de solda dos engates de containers (A) e assoalho de chapa (B) nos produtos que solicitam estes materiais estão destacados na Figura 24.

Figura 24 - Pontos de solda geral



Fonte: adaptado de Randon (2016).

3.1.2.9 Posto de trabalho 11: Porta

Nesta etapa do processo de fabricação é realizada a limpeza, acabamento, inspeção, arqueamento e liberação do produto para a próxima etapa da cadeia produtiva nesse caso a pintura *e-coat*. A Figura 25 ilustra o posto de trabalho.

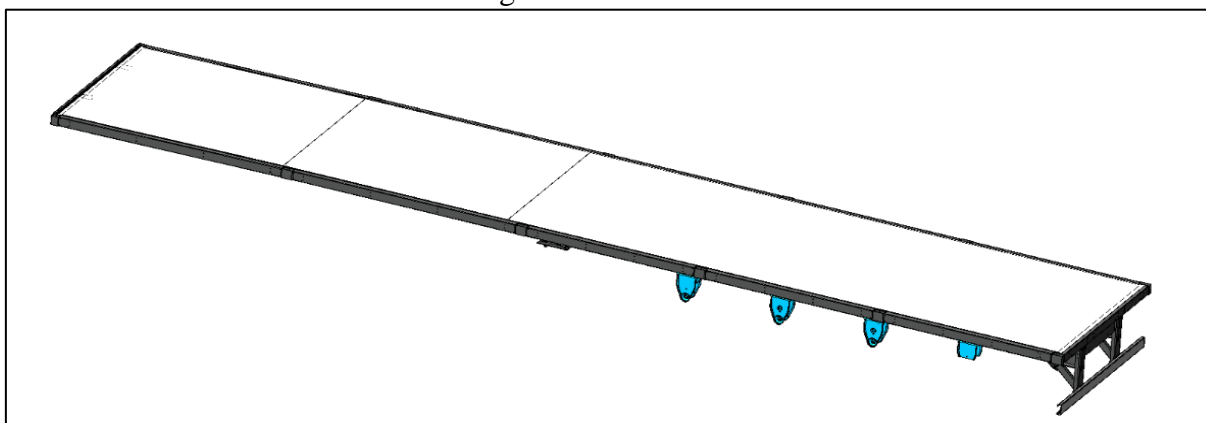
Figura 25 - Posto de trabalho porta



Fonte: adaptado de Randon (2016).

O produto chega até este posto movimentado por ponte rolante, assim como a retirada para a próxima etapa do processo de fabricação. A Figura 26 ilustra um produto pronto.

Figura 26 - Produto acabado



Fonte: adaptado de Randon (2016).

Estas movimentações de chegada e saída deste posto acarretam numa somatória de perdas produtivas, o que se repete ao longo do fluxo, provocadas pelo tempo de ciclo necessário para realizar os movimentos e a espera dos operadores durante a realização dos mesmos por questões de segurança.

3.1.3 Aspectos positivos do ambiente atual

O atual *layout* em que se encontra a LUM antes da proposta deste trabalho foi idealizado e implementado no ano de 2012 para se conseguir o máximo de eficiência produtiva, para tanto viu-se a necessidade de quebrar operações e trazer para a linha o conceito de fluxo unitário, não praticado antes. Para sua viabilidade a linha passou a operar em 11 postos de trabalho e passou a ser monitorada através do apontamento pelos operadores nos quadros de cada posto das principais causas de paradas no fluxo produtivo. Deu-se o nome de controle de paradas, conforme apresentado na Figura 27.

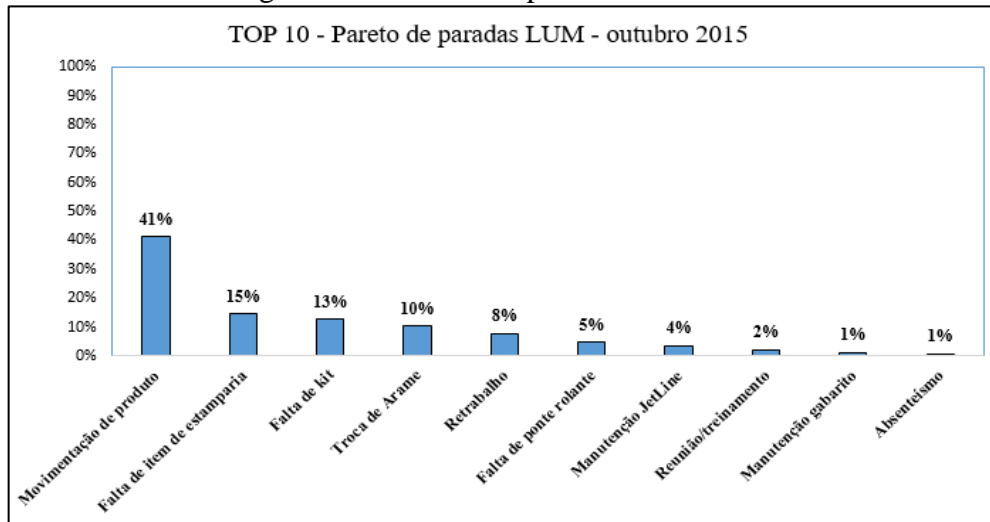
Figura 27 - Tipologia de paradas

SRP - ACOMPANHAMENTO DE PARADAS - DEZEMBRO 2015		
1.1 - Manutenção ponte rolante	2.8 - Falta de ponte rolante	5.2 - Falta de emp./trator/caminhão
1.2 - Manutenção JetiLine	2.9 - Reunião/Treinamento	5.3 - Falta de item da expedição da estamparia
1.3 - Manutenção gabarito	2.10 - Movimentação de produto	6.1 - Erro de projeto
1.4 - Manutenção máquina de solda	2.11 - Troca de arame	6.2 - Divergência de documentos
1.5 - Manutenção robô	2.12 - Troca de consumíveis	6.3 - Protótipo
1.6 - Manutenção	2.13 - Ajuste de laser	6.4 - Processo
2.1 - Transferência de posto	3.1 - Revisão	6.5 - Setup
2.2 - Absenteísmo	3.2 - Dimensional de item adquirido	7.1 - Máquina interdita
2.3 - Retrabalho	4.1 - Dimensional de item da estamparia	8.1 - Manutenção gabarito
2.4 - Parada box posterior	4.2 - Falta de item da estamparia	9.1 - Problema de rede
2.5 - Parada box anterior	4.3 - Dimensional de manuf. Pré-mont.	10.1 - Paralisação sindical
2.6 - Falta programação de item	4.4 - Falta de manufaturado pré-mont.	11.1 - Dificuldade na liberação de produtos
2.7 - Falta programação CLP/Robô	5.1 - Falta de item adquirido	11.2 - Falta de kit

Fonte: adaptado de Randon (2016).

Com a análise mensal dos dados, pelos envolvidos no processo conseguiu-se ter ações mais eficazes na contenção das principais causas de perdas produtivas, viabilizando inclusive a proposta contida neste trabalho. Abaixo na Figura 28 um exemplo de dados resultantes do apontamento diário, onde 41% do tempo de perdas produtivas está atrelado a movimentação.

Figura 28 - Gráfico de perdas outubro 2015 LUM

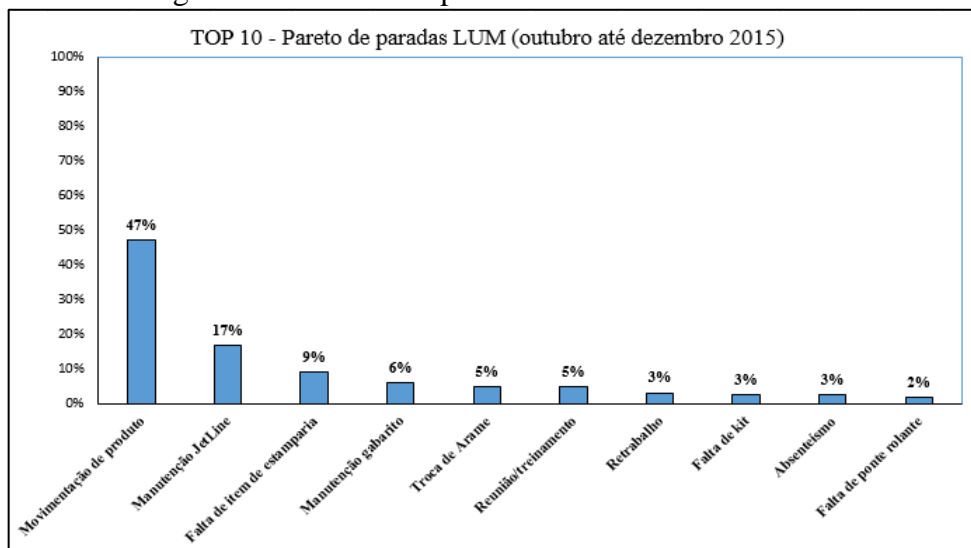


Fonte: adaptado de Randon (2016).

3.1.4 Problemas e restrições do ambiente atual

O acompanhamento das perdas produtivas através de sistema possibilitou a gestão da empresa a percepção das perdas recorrentes no processo, como pode-se observar na Figura 29 que ilustra as 10 principais perdas produtivas acumuladas de outubro a dezembro de 2015.

Figura 29 - Gráfico de perdas outubro a dezembro 2015 LUM



Fonte: adaptado de Randon (2016).

Ao analisar os gráficos de paradas da LUM foram elencadas as seguintes oportunidades:

- a) diminuição do número de postos de operação que estão atualmente em 11;
- b) redução do atual *lead time* de 12,5 h;
- c) diminuição do número de operadores que atualmente está em 45;
- d) aumento da atual taxa de eficiência que se encontra em 52%;
- e) redução na taxa hora da linha que está em R\$219,00 (2015) e R\$201,39 (2016).

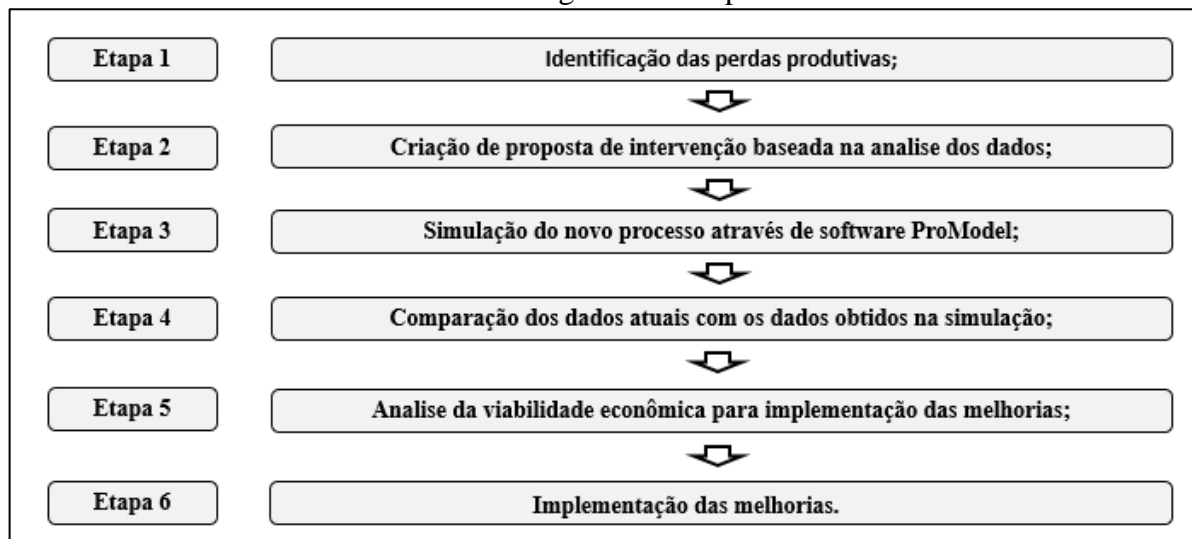
A Figura 7 deste trabalho representa o fluxo de produção atual, onde as formas representam os postos de trabalho e as setas representam as movimentações necessárias para completar o fluxo de produção, podendo-se comparar com as perdas reveladas nas Figuras 28 e 29 da página 52.

Analisando a Figura 8 página 41, observa-se a possibilidade de aplicação dos conceitos citados na etapa 2.2 deste trabalho com a redução da principal perda revelada historicamente no modelo de trabalho atual: movimentação de produto, que está ocorrendo devido ao tempo de ciclo necessário para realizar a movimentação de cada produto de um box de trabalho para outro.

3.2 PROPOSTA DE INTERVENÇÃO

Com o objetivo de elaborar uma proposta de melhoria em uma linha de montagem denominada LUM baseada nos conceitos do *Lean Manufacturing*, o presente trabalho seguiu as seguintes etapas descritas na Figura 30.

Figura 30 - Etapas



Fonte: O autor (2016).

As próximas seções detalham o conteúdo planejado para cada etapa.

3.2.1 Etapa 1 – identificação das perdas produtivas

Nesta etapa, usa-se como base o acompanhamento e identificação das perdas produtivas através do atual sistema de controle de paradas. A análise dos dados de perdas coletados possibilita identificar as principais perdas e viabilizar a terceira etapa. Alguns exemplos de ferramentas de análise utilizadas são: gráfico de pareto de paradas, como exemplo ilustrado na seção 3.2.3 e 3.1.4 deste trabalho, cálculo de eficiência através das horas padrões apontadas divididas pelas horas de ponto geradas num centro de custo, cálculo de *lead time* através do tempo de atravessamento do produto na linha e *WIP* através de inventário.

A linha também possui outras fontes de perdas conforme citado na etapa 3.1.4 deste trabalho, a Figura 9 mostra algumas opções de pulmão no fluxo que em função do arranjo físico e o recurso de movimentação por ponte rolante, traz a possibilidade ou tendência de retirar o produto do fluxo por alguma falha do processo produtivo ou logístico.

Também existem variações de tempos de ciclos em função da personalização de cada produto somado ao tempo de ciclo para movimentação em linha, ambas as situações agravam as paradas de linha.

3.2.2 Etapa 2 – criação de proposta de intervenção baseada na análise dos dados

Com análise dos tópicos levantados na etapa 1 foi realizada etapa de *brainstorming* com funcionários direta ou indiretamente envolvidos no processo, definição do que agrega e não agrega valor e construção de uma proposta para levantar uma possível solução que abrangesse a resolução ou minimização dos problemas levantados.

3.2.3 Etapa 3 - simulação do novo processo através de software ProModel

Nesta etapa, planejou-se a simulação do processo de montagem do modelo proposto na etapa 2 para um mix proposto que represente percentualmente a projeção de vendas da área comercial pelo período de dois anos, compreendendo a projeção de vendas de 2017 e 2018. Esta simulação foi realizada com a utilização de software Promodel.

3.2.4 Etapa 4 - comparação dos dados atuais com os dados obtidos na simulação

Nesta etapa, planejou-se a avaliação dos dados trazidos pelas simulações do processo anterior e do modelo proposto. Os principais dados avaliados são: eficiência, *lead time*, número de operadores, taxa hora e número de postos de trabalho.

3.2.5 Etapa 5 - análise da viabilidade econômica para implementação das melhorias

Nesta etapa, planejou-se analisar a viabilidade técnica e econômica da implementação de um novo sistema de movimentação. A viabilidade econômica foi verificada através do método *payback* descontado.

3.2.6 Etapa 6 - implementação das melhorias

Após a aprovação da proposta, esta etapa priorizou todas as ações necessárias para implementar as melhorias.

4 APLICAÇÃO DA PROPOSTA DE TRABALHO

4.1 IDENTIFICAÇÃO DAS PERDAS PRODUTIVAS

Esta seção aborda o desenvolvimento da proposta de trabalho descrita na Seção 3.2. São apresentadas as etapas planejadas e as ações que visam atingir os resultados sugeridos.

Uma forma de identificação de perdas é a metodologia citada na etapa 3.1.3 deste trabalho. Essa coleta de dados também ajudou a balizar a decisão de mudança de processo/*layout* na linha de montagem. Esta análise mostrou uma perda de 13284 minutos durante os meses de outubro à dezembro de 2015 na LUM, das quais 47% estão atreladas principalmente a movimentação de produtos. Os dados começaram a ser coletados em 2015 devido ao *lead time* do projeto. A Tabela 2 mostra as 10 principais perdas neste período e sua representatividade.

Tabela 2 – Perdas de outubro à dezembro de 2015 LUM

Tipo de perda	Representatividade	Minutos
Movimentação de produto	47%	6274
Manutenção JetLine	17%	2235
Falta de item de estamperia	9%	1235
Manutenção gabarito	6%	810
Troca de Arame	5%	665
Reunião/treinamento	5%	655
Retrabalho	3%	430
Falta de kit	3%	373
Absenteísmo	3%	357
Falta de ponte rolante	2%	250
Total		13284

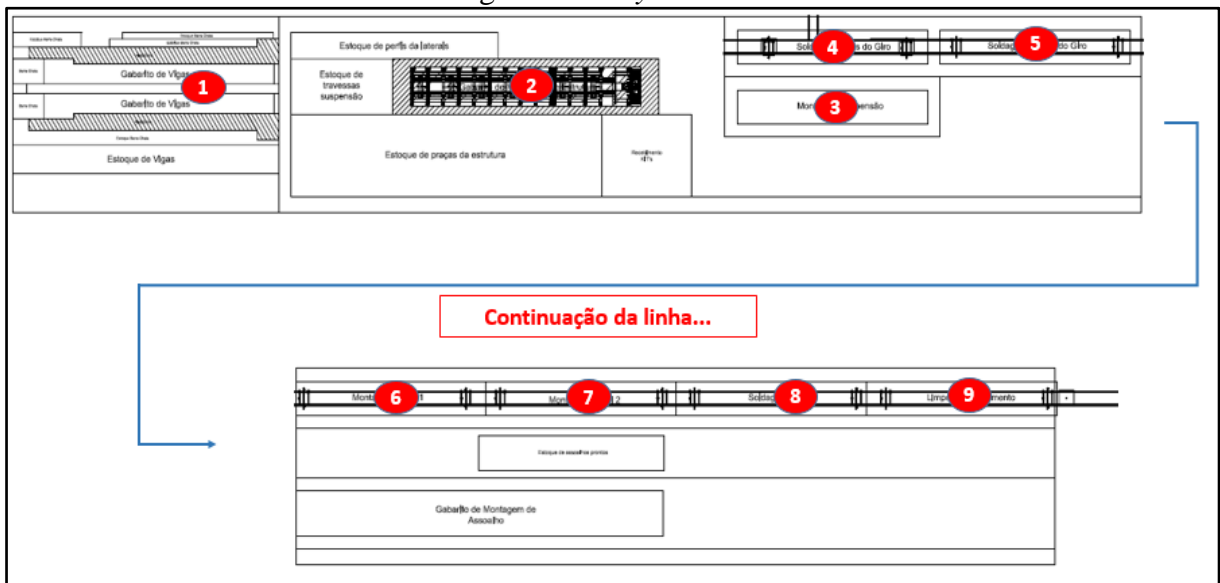
Fonte: adaptado de Randon (2016).

A Figura 8 deste trabalho mostra o *layout* onde foram realizados o estudo e a coleta de dados. Este *layout* permite a formação de estoque de produtos nos boxes durante o fluxo produtivo pois conta com *buffers*.

4.2 CRIAÇÃO DE PROPOSTA DE INTERVENÇÃO BASEADA NA ANÁLISE DOS DADOS

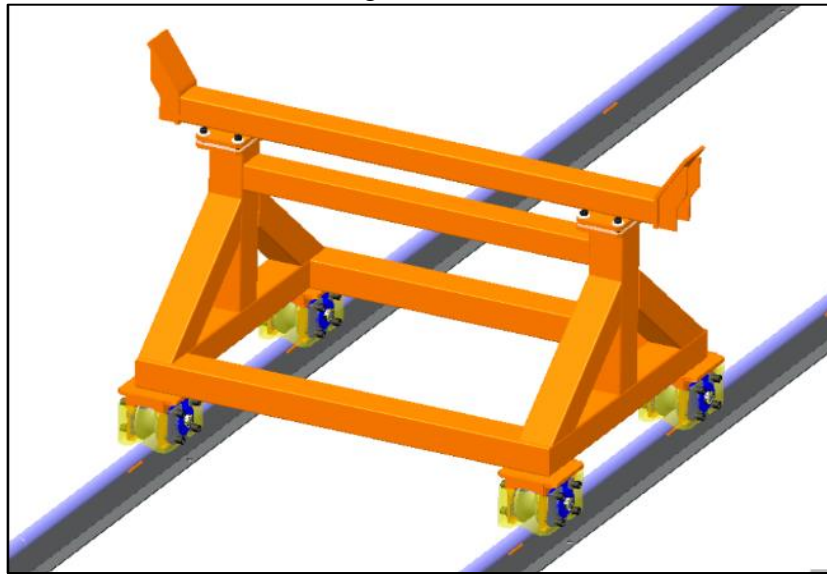
Como forma de redução de *lead time* e retirada dos estoques na linha de produção, a mesma deveria sofrer uma mudança significativa de processo/*layout*. A Figura 31 mostra a proposta de mudança de processo/*layout* para a mesma, nela destacam-se a nova forma de movimentação de produtos sobre trilhos e a eliminação de dois postos trabalho, que teriam suas tarefas absorvidas por outros e ajudariam na redução do *lead time* do produto. Esta nova forma de movimentação seria possível pela criação de cavaletes, Figura 32, com rodas usinadas que tornam possível a movimentação de um produto de até 3 toneladas por uma pessoa. Essa nova forma de movimentação, sem o uso de pontes rolantes, combateria a principal fonte de perdas ilustrada na Tabela 2.

Figura 31 - *Layout* sobre trilhos



Fonte: adaptado de Randon (2017).

Figura 32 - Cavalete



Fonte: Randon (2017).

4.3 SIMULAÇÃO DO NOVO PROCESSO ATRAVÉS DE SOFTWARE PROMODEL

Nesta etapa, realizou-se a simulação do modelo proposto para um mix que represente percentualmente a projeção de vendas da área comercial. A simulação foi planejada principalmente para verificar a viabilidade deste investimento além das vantagens que a mesma trás descritas na seção 2.6 deste trabalho. A Figura 33 ilustra o mix utilizado na simulação.

Figura 33 - Mix proposto

Mix de produção	
Produto	Volume
Sider	2
Plataforma	3
Auto direcional	1
Furgão	3
Vinhaça	1
Container	3

Fonte: adaptado de Randon (2017).

A Tabela 3 mostra os dados utilizados para simular o novo processo. Traz como entrada os 6 tipos de produtos, quantidades, horas padrão de GPL - Gestão do Posto de Linha (estimadas para balanceamento da linha) e de roteiros.

Tabela 3 – Dados entrada simulação

Característica de fluxo	Produto	Demanda média (un)	Horas padrão GPL	Horas padrão Roteiro
Médio	Sider	2	39,42	28,4563
	Plataforma	3	59,58	63,00
	Graneleiro Autodirecional	1	21,17	22,63
	Furgão	3	59,58	72,4666
Lento	Vinhaça	1	23,78	34,51
	Engate Container	3	75,80	38,82
		Total (h)	279,32	259,87
		Balanceamento (h)	53,2	49,5

Fonte: Randon (2017).

A Tabela 4 mostra dados das horas disponíveis para trabalho. A LUM conta com 508 minutos disponíveis por turno de trabalho. Esses minutos são base para cálculo do *takt time*.

Tabela 4 – Horas disponíveis

HORAS DISPONÍVEIS				
Turno	07:12	17:00	09:48	588
Almoço	12:40	13:40	01:00	60
Paradas	07:12	07:22	00:10	10
Paradas	16:50	17:00	00:10	10
TOTAL				508

Fonte: adaptado de Randon (2017).

A Tabela 5 mostra o tempo de ciclo de cada produto em cada box produtivo utilizado na simulação. Com este tempo é possível chegar ao número de operadores necessários para ser eficiente, balancear a linha e atingir o *takt time* proposto conforme teoria citada na Equação 1 do trabalho e ilustrado abaixo:

$$takt\ time = \frac{508\ min}{13\ unidades}$$

$$takt\ time = \frac{39,07\ min}{unidade}$$

Tabela 5 – Tempo ciclo de produtos

	TCO Vigas1 + Vigas2 [min]	TCO Estrutura [min]	TCO Suspensão [min]	TCO A. Giro [min]
Operadores	4	6	3	8
Sider	40,0	29,5	30,0	28,5
Plataforma + Furgão	37,0	33,5	30,0	28,5
Granelero Auto direcional	37,0	36,5	31,5	35,5
Vinhaça	37,0	36,5	31,5	28,5
Engate Container	37,0	36,5	31,5	40,5

	TCO P. Giro [min]	TCO Mont. Geral [min]	TCO Solda Geral [min]	TCO Porta [min]
Operadores	3	4	5	7
Sider	33,5	36,0	26,0	26,0
Plataforma + Furgão	32,5	36,0	26,0	25,0
Granelero Auto direcional	32,5	36,0	26,0	25,0
Vinhaça	32,5	51,0	40,0	35,0
Engate Container	35,5	51,0	40,0	35,0
Total operadores				40

Fonte: Randon (2017).

A simulação do novo processo foi realizada com software Promodel. Foram utilizados 12 locais, 5 entidades e foi rodada para contemplar 20 dias de produção de acordo com a Figura 34 que traduz estes 20 dias de 508 minutos cada, numa simulação de 169,33 horas.

Figura 34 - Configuração de Simulação

Fonte: O autor (2017).

Com o término da simulação foram apurados os resultados encontrados na Figura 35, uma média de 13 produtos por dia, um TCO de 39,2 minutos e um *lead time* de 4 horas e 20 minutos.

Figura 35 - Dados gerais simulação



Fonte: O autor (2017).

Também como saída da simulação pode-se verificar na Figura 36 a taxa de ocupação de cada posto de trabalho. O posto de Estrutura mostra uma taxa de ocupação de 90%. Com relação ao posto de vigas, deve-se considerar que foi dividido em duas etapas para maior detalhamento na simulação. Com a junção dos dados destas duas etapas de montagem de vigas, o percentual em operação deste posto fica semelhante ao de estruturas, porém nenhum dos dois será detalhado pelo fato de não sofrerem alterações.

Figura 36 - Dados de ocupação simulação

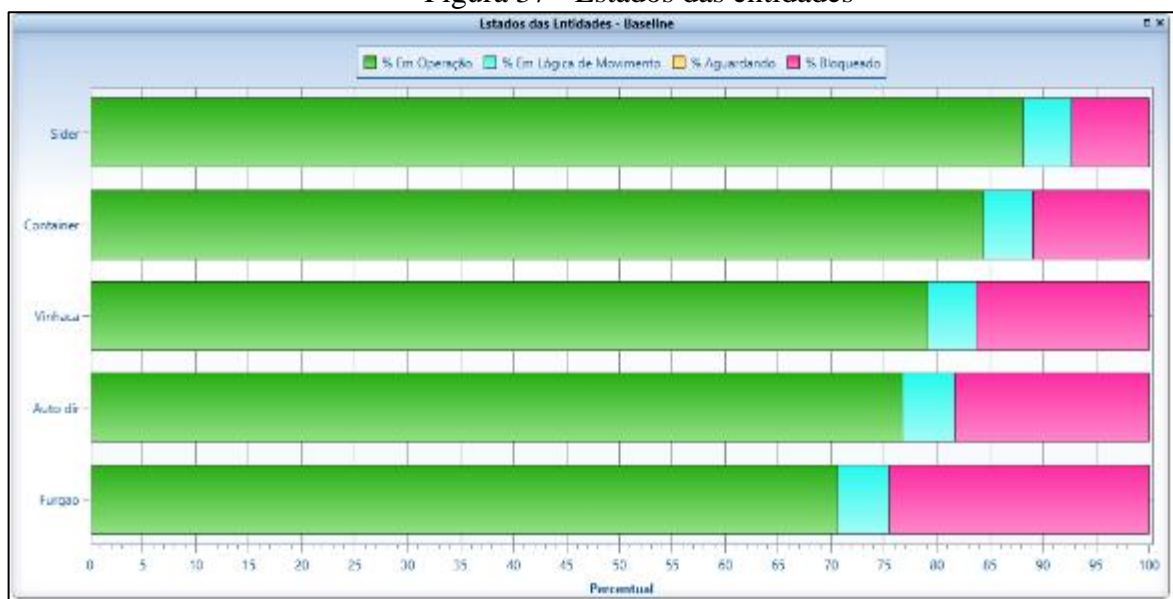


Fonte: O autor (2017).

Outro dado de saída da simulação é o registro de estados das entidades atingido no tempo equivalente a 20 dias de teste. A Figura 37 mostra o resultado desta simulação com os registros de: percentual de operação, percentual de espera, percentual bloqueado e percentual em movimento de cada produto. Relacionando os percentuais de tempos de operação da figura com os tempos de ciclo da Tabela 5, percebe-se a ligação direta que os tempos de ciclo de cada

produto em cada etapa tem com o percentual de operação. Na Figura 37 destacam-se negativamente os produtos Furgão e Auto-direcional por terem um índice de 24% e 18% de bloqueio respectivamente. Esse bloqueio se dá pelo fato destes dois produtos terem características que os tornam menos complexos de serem produzidos na linha de montagem. Essas características, por exemplo, montagens que não levam engate de container, tornam suas operações mais rápidas de serem executadas, liberando-os para a próxima etapa antecipadamente, o que gera tempo de espera ou bloqueio. Esse fenômeno ocorre com menor intensidade nos demais produtos.

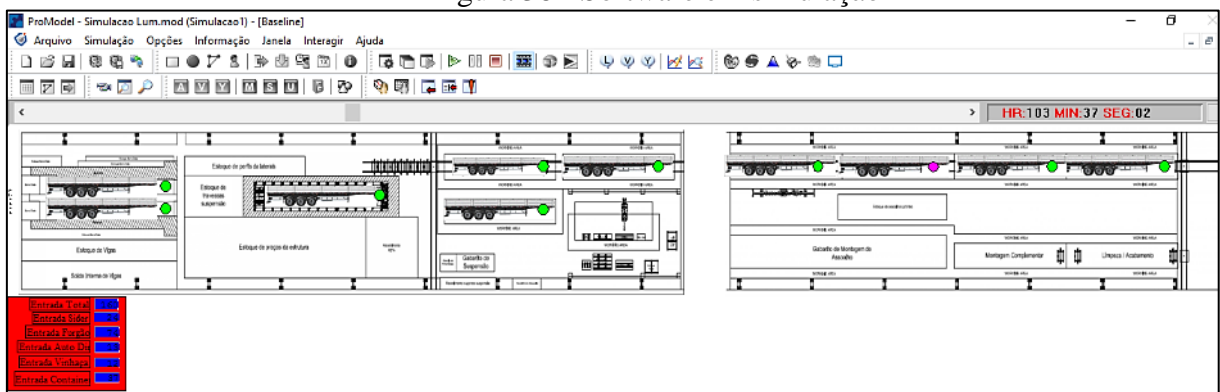
Figura 37 - Estados das entidades



Fonte: O autor (2017).

A Figura 38 mostra o software em operação. O mesmo é alimentado com o mix proposto anteriormente e cada etapa respeita os tempos de ciclo citados na Tabela 5.

Figura 38 - Software em simulação



Fonte: O autor (2017).

4.4 COMPARAÇÃO DOS DADOS ATUAIS COM OS DADOS OBTIDOS NA SIMULAÇÃO

Após análise da simulação foram destacadas as seguintes comparações:

a) postos de operação:

Os postos de operação que formavam a LUM eram 11, com a proposta de adequação para movimentação sob trilhos a linha passaria a operar com 9 boxes sendo que se propõe reduzir um box *buffer* localizado entre o box de estrutura e suspensão e também se propõe eliminar um box que era usado somente para girar o produto, sendo que esta operação seria absorvida pelo box de solda pós-giro;

b) *lead time*:

O *lead time* atual da linha é 12,5 horas, com a proposta de eliminação destes boxes acima citados, a simulação estima um *lead-time* de 4 horas e 20 min;

c) número de operadores:

Atualmente a linha conta com 45 operadores, com os ganhos estimados relativos a movimentação por trilhos, a simulação trouxe a possibilidade de se trabalhar com 40 operadores;

d) taxa de eficiência:

A atual taxa de eficiência da linha se encontra em 52%. Com a redução do número de operadores, a simulação estima um valor de eficiência de 62%;

e) taxa hora:

A taxa hora atual da LUM (2016) encontra-se em R\$201,39. Esse dado pode ser visto com mais detalhes no Anexo 6, trata-se de uma planilha utilizada para controle de indicadores internos pela controladoria da empresa. A simulação não estimou esse resultado.

4.5 ANÁLISE DA VIABILIDADE ECONÔMICA PARA IMPLEMENTAÇÃO DAS MELHORIAS

4.5.1 Investimento

O investimento realizado no projeto deu-se de acordo com os dados contidos na Tabela 6. Os investimentos listados na mesma referem-se à aquisição de matéria prima, mão de obra de terceiros e componentes elétrico/mecânicos. Os recursos internos utilizados neste projeto

não estão relacionados nesta tabela, pois foi uma orientação da gestão não considerar visto que os mesmos fazem parte do custo fixo da empresa.

Tabela 6 - Investimento

Investimentos	
Item	Valor
Chapa base para o trilho (240m)	R\$ 1.153,01
Cantoneira (240m - 40 peças de 6m)	R\$ 2.020,32
Barra redonda diâmetro 1 e 1/2" (240m - 40 barras)	R\$ 6.865,92
Parabolt 1/2" (400 unidades)	R\$ 1.088,00
Matéria prima Cavaletes (tubos, chapas, pinos e eixos)	R\$ 19.200,00
Cavaletes rodízio (Matéria prima e usinagem)	R\$ 19.200,00
Demais itens comprados (Parafusos, mancais, celeron, etc)	R\$ 26.400,00
Mão de obra de montagem e soldagem (trilhos, cavaletes e outros)	R\$ 22.880,00
Sistema de aterramento	R\$ 60.000,00
Transfer para início e fim da linha	R\$ 6.500,00
Rampa do corredor central	R\$ 3.065,00
Total	R\$ 168.372,25

Fonte: Randon (2017).

4.5.2 Cálculo de retorno do investimento

Uma proposta de investimento, para ser atrativa para o grupo Randon, deve render, no mínimo, a TMA que a empresa utiliza que é de 15% a.a. e ter um payback num período menor que um ano. Esse projeto atendeu as duas especificações mínimas.

A viabilidade desse projeto se deu em função do aumento da produtividade da linha, o que por sua vez interferiu na necessidade da mão de obra direta, o que influenciou positivamente na taxa hora da linha de produção. Este *saving* no indicador taxa hora foi utilizado pela Randon para cálculo do retorno sobre o investimento.

Nos Anexos 6 e 7 encontram-se as planilhas de controladoria dos anos 2016 e 2017, respectivamente, onde constam as taxas horas mensais da LUM. A taxa hora é calculada somando os Gastos Gerais de Fabricação Diretos com os Indiretos e dividindo este valor pelas horas padrões geradas na linha de produção no mesmo período. No ano 2015, por exemplo, a taxa hora da LUM ficou em R\$219,00. A Tabela 7 mostra os dados gerais deste período.

Tabela 7 – Taxa hora LUM 2015

Lum 2015	
	Acumulado
Eficiência	52,0%
Horas Padrão	72519,2
Horas Trabalhadas	122585,8
Taxa hora	R\$ 219,00

Fonte: Randon (2017).

No ano de 2016 a taxa hora ficou em R\$201,39. A Tabela 8 trás um resumo dos principais dados do Anexo 6 mostrando a Taxa hora da LUM do ano de 2016 detalhada por mês.

Tabela 8 - Dados gerais LUM 2016

Ano	Mês	Horas Padrões_SAP	Horas trabalhadas	Eficiência Tempo Seco	Meta	GGF Total_SAP	GGF_Direto [OM]	GGF_Rateios	Taxa Horária	Custo Hora
2016	jan-16	4.913	17.084	28,47%	59%	R\$ 1.061.196,64	R\$ 661.517,99	R\$ 399.678,65	R\$ 216,00	R\$ 136,01
2016	fev-16	7.708	12.236	62,90%	59%	R\$ 1.403.268,90	R\$ 773.082,76	R\$ 630.186,14	R\$ 182,05	R\$ 100,45
2016	mar-16	7.912	13.359	59,21%	59%	R\$ 1.614.414,42	R\$ 792.533,66	R\$ 821.880,76	R\$ 204,05	R\$ 100,19
2016	abr-16	6.036	9.778	61,73%	59%	R\$ 1.291.568,53	R\$ 902.845,16	R\$ 388.723,37	R\$ 213,96	R\$ 149,57
2016	mai-16	3.367	5.144	65,44%	59%	R\$ 1.074.522,60	R\$ 848.617,54	R\$ 225.905,06	R\$ 319,10	R\$ 252,09
2016	jun-16	2.772	4.368	63,45%	59%	R\$ 776.216,86	R\$ 545.557,22	R\$ 230.659,64	R\$ 280,07	R\$ 196,84
2016	jul-16	4.100	6.747	60,77%	59%	R\$ 839.893,75	R\$ 571.517,86	R\$ 268.375,89	R\$ 204,83	R\$ 139,38
2016	ago-16	5.068	8.532	59,40%	59%	R\$ 396.328,30	R\$ 207.852,41	R\$ 188.475,89	R\$ 78,19	R\$ 41,01
2016	set-16	4.736	8.084	58,58%	59%	R\$ 1.162.659,61	R\$ 889.170,00	R\$ 273.489,61	R\$ 245,52	R\$ 187,76
2016	out-16	7.546	8.629	87,45%	59%	R\$ 1.242.081,18	R\$ 784.188,96	R\$ 457.892,22	R\$ 164,60	R\$ 103,92
2016	nov-16	6.202	10.723	57,84%	59%	R\$ 905.816,66	R\$ 592.243,14	R\$ 313.573,52	R\$ 146,06	R\$ 95,49
2016	dez-16	3.348	5.874	55,89%	59%	R\$ 543.408,43	R\$ 311.329,13	R\$ 232.079,30	R\$ 162,30	R\$ 94,84
Totais		63.709	110.559	60,09%	59%	R\$ 12.311.375,88	R\$ 7.880.455,83	R\$ 4.430.920,05	R\$ 201,39	R\$ 133,13

Fonte: Randon (2017).

Na pagina 66, a Tabela 9 mostra o resumo dos dados gerais de controladoria da LUM. Dados coletados até o mês de maio de 2017. Para realizar projeção da conta do total de horas geradas no ano e viabilizar os cálculos financeiros juntamente com a Controladoria da empresa foram realizadas as seguintes ações:

- Para projetar horas padrões SAP e horas trabalhadas no mês de junho, foram avaliados os 5 primeiros meses e realizado a média dos mesmos;
- Para projetar horas padrões SAP e horas trabalhadas a partir de junho, foram acrescentados 10% sob valor de junho e mantidas constantes nos próximos seis meses;
- Para projetar os Gastos Gerais de Fabricação Totais no mês de junho foi utilizado a media dos meses anteriores, exceto o mês de janeiro pelo fato da controladoria considerar um mês atípico;

- d) Para projetar os Gastos Gerais de Fabricação Totais a partir de junho, foram acrescentados 10% sob valor de junho e mantidos constantes nos próximos seis meses;
- e) Para projetar a taxa hora a partir de junho foram divididos os Gastos Gerais de Fabricação Totais de cada mês pelas Horas Padrões SAP do mesmo mês.

Tabela 9 - Dados gerais LUM 2017

Ano	Mês	Horas Padrões_SAP	Horas trabalhadas	Eficiência Tempo Seco	Meta	GGFv Total_SAP	GGF_Direto [OM]	GGF_Rateios	Taxa Horária	Custo Hora
2017	jan-17	3.246	10.109	29,91%	59%	R\$ 819.120,96	R\$ 505.492,81	R\$ 313.628,15	R\$ 252,32	R\$ 167,16
2017	fev-17	5.505	10.510	51,32%	59%	R\$ 942.801,20	R\$ 642.066,54	R\$ 300.734,66	R\$ 171,26	R\$ 119,04
2017	mar-17	6.995	14.481	48,31%	59%	R\$ 1.284.259,60	R\$ 828.764,11	R\$ 455.495,49	R\$ 183,59	R\$ 118,48
2017	abr-17	5.465	11.525	44,26%	59%	R\$ 1.190.709,77	R\$ 777.756,82	R\$ 412.952,95	R\$ 217,90	R\$ 152,48
2017	mai-17	6.038	10.961	55,09%	59%	R\$ 1.202.177,47	R\$ 785.139,19	R\$ 417.038,28	R\$ 199,10	R\$ 130,03
2017	jun-17	6.480	10.800	60,00%	59%				R\$ 171,26	R\$ 137,44
2017	jul-17	7.128	11.880	60,00%	59%				R\$ 188,38	R\$ 151,18
2017	ago-17	7.128	11.880	60,00%	59%				R\$ 188,38	R\$ 151,18
2017	set-17	7.128	11.880	60,00%	59%				R\$ 188,38	R\$ 151,18
2017	out-17	7.128	11.880	60,00%	59%				R\$ 188,38	R\$ 151,18
2017	nov-17	7.128	11.880	60,00%	59%				R\$ 188,38	R\$ 151,18
2017	dez-17	7.128	11.880	60,00%	59%				R\$ 188,38	R\$ 151,18
Totais		76.497	139.666	54%	59%				R\$ 193,81	R\$ 144,31

Fonte: Randon (2017).

Nota: Os dados a partir de junho de 2017 são mensurados conforme planejamento estratégico e controladoria da empresa.

Para o cálculo do período de retorno do investimento, foi utilizado a redução na taxa hora da linha de produção. Esse *saving* é multiplicado pelo valor de horas padrões geradas durante o ano chegando ao retorno do investimento. De acordo com as comparações das taxas hora 2016 e 2017 esse cálculo resultou em $R\$201,39 - R\$193,81 = R\$7,58$. Este *saving* de $R\$7,58$ por hora será multiplicado pelo valor total de Horas padrão de 2017 conforme Tabela 9 = 76.497 horas, resultando em $R\$597.847,26$ de redução por ano.

Esse *saving* da taxa hora é considerado como ganho no payback, pois é utilizado para aumento da margem de contribuição, ou seja, não é repassado para o cliente. A Tabela 10 detalha os dados de payback e demonstra o preenchimento aos pré-requisitos de investimento da empresa, com TIR maior que a TMA e Payback inferior há um ano.

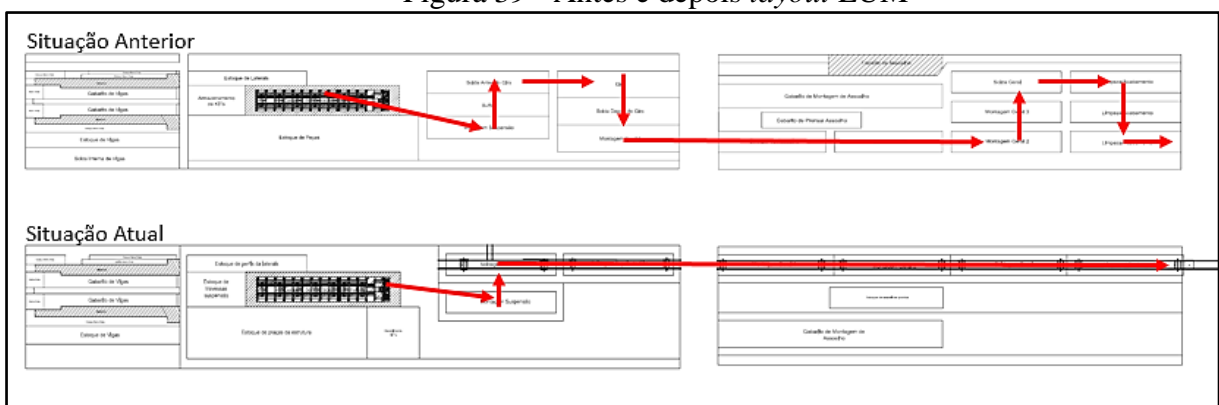
Tabela 10 - Cálculo *payback* descontado

TMA	15%	Investimento Inicial	R\$ 168.372,25	Receita Anual Prevista	R\$ 597.847,26	Lucro Anual Previsto	R\$ 597.847,26
TIR	355%	Período (n)					
	0	1	2	3	4	5	
	Ano 0	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5	
Investimento	-R\$ 168.372,25						
Diferença Líquida (Atual x Proposto)		R\$ 597.847,26	R\$ 597.847,26	R\$ 597.847,26	R\$ 597.847,26	R\$ 597.847,26	
Valor Presente Líquido(VPL)		R\$ 519.867,18	R\$ 452.058,42	R\$ 393.094,28	R\$ 341.821,11	R\$ 297.235,75	
Saldo Investimento	-R\$ 168.372,25	R\$ 351.494,93	R\$ 803.553,35	R\$ 1.196.647,63	R\$ 1.538.468,74	R\$ 1.835.704,49	
Payback normal	0,282	anos		Payback descontado	0,324	anos	

Fonte: O autor (2017).

4.6 IMPLEMENTAÇÃO DAS MELHORIAS

Na sequência, destaque para as melhorias implementadas e novo layout de trabalho da LUM. Essa mudança foi feita no período de férias coletivas da empresa de 19/12/2016 à 09/01/2017 com uma equipe multisetorial que executou esse trabalho no período. Para que a mesma ocorresse foi necessário o esvaziamento da linha nos dias que antecederam as férias e essa medida foi possível devido a criação de um buffer produtivo equivalente há 5 dias de produção através do aumento da taxa produtiva da linha no mês de dezembro de 2016 e fabricação de alguns produtos intercambiáveis na Linha Dois. A Figura 39 ilustra a mudança ocorrida.

Figura 39 - Antes e depois *layout* LUM

Fonte: Adaptado de Randon (2017).

A Figura 40 mostra o antes (à esquerda) e depois (à direita) do box de montagem de suspensão.

Figura 40 - Antes e depois box Suspensão



Fonte: O autor (2017).

A Figura 41 mostra o antes (à esquerda) e depois (à direita) do box de Solda antes do giro da LUM. A partir deste box o produto entra em fluxo unitário e movimentação sobre trilhos.

Figura 41 - Antes e depois box Solda Antes do Giro



Fonte: O autor (2017).

A Figura 42 mostra o antes (à esquerda) e depois (à direita) do box de Solda pós giro da LUM. Com a linha em fluxo unitário, a operação de giro foi incorporada às operações de solda que já eram realizadas nesta etapa.

Figura 42 - Antes e depois box solda pós giro



Fonte: O autor (2017).

A Figura 43 mostra o antes (à esquerda) e depois (à direita) do box de Montagem geral da LUM. Nesta etapa houve a quebra de operação para garantir o fluxo unitário versus *takt time* da linha. Com isso a linha conta com boxes de montagem geral 1 e montagem geral 2.

Figura 43 - Antes e depois box de montagem geral



Fonte: O autor (2017).

A Figura 44 mostra o antes (à esquerda) e depois (à direita) do box de Solda geral da LUM. Este box manteve suas operações, porém agora conta também com movimentação sobre trilhos.

Figura 44 - Antes e depois box de solda geral LUM



Fonte: O autor (2017).

A Figura 45 mostra o antes (à esquerda) e depois (à direita) do box porta da LUM. Este box manteve suas operações, porém agora recebe e libera o produto para a etapa de pintura com movimentação sobre trilhos.

Figura 45 - Antes e depois box porta



Fonte: O autor (2017).

4.7 RESULTADOS OBTIDOS

O trabalho divide-se em três etapas principais. Etapa anterior, etapa proposta e simulada e etapa pós execução das melhorias sugeridas. Na Tabela 11 pode-se perceber os dados coletados em cada uma destas etapas.

Tabela 11 - Comparação resultados

Item	Anterior	Simulado	Real
Postos de trabalho	11	9	9
Lead time	12,5h	4h e 20 min	6h e 45 min
Operadores	45	40	42
Eficiência	52%	62%	54%
Taxa hora	R\$ 201,39	-	R\$ 193,81

Fonte: O autor (2017).

Abaixo os detalhes de cada item:

- a) postos de trabalho: para este item o realizado seguiu o simulado, os postos de operação que formavam a LUM eram 11, com a simulação para movimentação sob trilhos a linha passou a operar com 9 boxes;
- b) *lead time*: com a eliminação dos boxes acima citados, a simulação trouxe um *lead time* de 4 horas e 20 min, em tempo real coletado via média entre apontamento de início e fim esse tempo ficou em 6h e 45 min. Esta distorção em relação ao tempo simulado está atribuída principalmente as interferências como falta de materiais e produtos que não são apontados em tempo real devido a problemas de sistema que a simulação não considera;
- c) operadores: com os ganhos relativos a movimentação por trilhos, a simulação trouxe a possibilidade de se trabalhar com 40 operadores. Atualmente a linha opera com 42 devido as perdas, citadas no tópico anterior, ainda existentes e até que ocorra a total estabilização do sistema;
- d) eficiência: com a redução do número de operadores, a simulação trouxe um valor de eficiência de 62%. A eficiência prevista para a LUM está em 54%. Nesse ponto foram detectadas falhas nos roteiros de produtos *siders*, os quais foram corrigidos no mês de junho/2017 passando a refletir positivamente na eficiência da linha a partir de julho/2017;
- e) taxa hora: com todas as melhorias acima citadas, a taxa hora da LUM caiu de R\$201,39 para R\$193,81 em 2017.

5 CONCLUSÃO

Com um cenário político econômico negativo torna-se necessário buscar melhores resultados e só então pode-se perceber quão rica é a literatura sobre produção com eficiência e baixo custo que estão ao alcance. Com este trabalho aplicado na Randon Implementos percebeu-se que aplicando e seguindo os métodos rigorosamente os resultados positivos aparecem.

Para o desenvolvimento do mesmo, foi necessário um estudo aprofundado sobre as principais ferramentas do Sistema Toyota de Produção, afim de tomar as decisões necessárias tendo uma base teórica fundamentada. Para que o mesmo ocorresse, foi necessário conhecer e identificar as perdas existentes na produção e aplicar os conceitos do *lean manufacturing* encontrados na literatura.

Com a realização deste trabalho a organização obteve ganhos em qualidade, segurança, organização e clima organizacional. Dentre os que foram medidos, destacam-se: diminuição do número de postos de operação de 11 para 9, impactando diretamente na redução do lead time dos produtos de 12 horas e 30 minutos para 6 horas e 45 minutos, diminuição do número de operadores de 45 para 42 através da redução de perdas por movimentação e consequente aumento de eficiência de 52% para 54% e redução da taxa hora da LUM de R\$201,39 em média de 2016 para R\$193,81 em 2017.

Conclui-se com este trabalho que os objetivos propostos foram atingidos pois quando utilizamos rigorosamente as metodologias disponíveis os resultados realmente são concretos. Os números acima citados são importantes para a empresa pois impactam diretamente nos resultados financeiros, tornando-a mais competitiva e realmente encontrando o caminho para se tornar uma empresa enxuta.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANTUNES, Junico; ALVAREZ, Roberto; KLIPPEL, Marcelo; BORTOLOTTI, Pedro; PELLEGRIN, Ivan. **Sistemas de Produção: Conceitos e práticas para projeto e gestão da produção enxuta**. Porto Alegre: Bookman, 2008. 326 p.

ASSAF NETO, Alexandre; LIMA, Fabiano Guasti. **Fundamentos de administração financeira**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2014. 380 p. Disponível em: <<https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788522488018/cfi/392!/4/4@0.00:82.9>>. Acesso em: 03 dez. 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO – **ABEPRO**. Áreas e subáreas da engenharia de produção. Disponível em: <<http://www.abepro.org.br/interna.asp?p=399&m=424&ss=1&c=362>>. Acesso em: 28 ago. 2016.

BANKS, Jerry. **Handbook of Simulation: Principles, Methodology, Advances, Applications, and Practice**. Atlanta: Jhon Wiley & Sons, Inc., 1998. 864 p. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?id=dMZ1Zj3TBgAC&printsec=frontcover&dq=Handbook+of+simulation&hl=pt-BR&sa=X&redir_esc=y#v=onepage&q=Handbook+of+simulation&f=false>. Acesso em: 04 out. 2016.

BAUDIN, Michel. **Lean Assembly: The Nuts and Bolts of Making Assembly Operations Flow**. 1. ed. Nova Iorque: Productivity Press, 2002. 274 p.

Belge Consultoria. São Paulo, 2016. Disponível em: <http://www.belge.com.br/index_port.php>. Acesso 03 dez. 2016.

BORNIA, Antonio Cezar. **Análise Gerencial de Custos: Aplicação em Empresas Modernas**. 3. ed. São Paulo: Editora Atlas Sa, 2010. 215 p. Disponível em: <<https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788522485048/cfi/188!/4/2@100:0.00>>. Acesso em: 21 ago. 2016.

CASAROTTO FILHO, N.; KOPITTKKE, B.H. **Análise de Investimentos**. 11.ed. São Paulo: Editora Atlas, 2010.

CHOOMLUCKSANA, Juthamas; ONGSARANAKORN, Monsiri; SUKSABAI, Phrompong. **Improving the Productivity of Sheet Metal Stamping Subassembly Area Using the Application of Lean Manufacturing Principles**. Procedia Manufacturing, [s.l.], v. 2, p.102-107, 2015. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.promfg.2015.07.090>.

COSTA JUNIOR, Eudes Luiz. **Gestão em Processos Produtivos**. Curitiba: Ibplex, 2008. 156 p.

DENNIS, Pascal. **Produção Lean Simplificada: Um guia para entender o sistema de produção mais poderoso do mundo**. 2. ed. Porto Alegre: Bookman® Companhia Editora, 2008. 191 p. Tradução: Rosalia Angelita Neumann Garcia. Disponível em: <<https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788577802913/cfi/185!/4/4@0.00:0.00>>. Acesso em: 21 ago. 2016.

DAVIS, Mark M.; AQUILANO, Nicholas J.; CHASE, Richard B.. **Fundamentos da Administração da Produção**. 3. ed. São Paulo: Bookman, 2001. 598 p.

DOMINGO, Rosario et al. Materials flow improvement in a lean assembly line: a case study. **Assembly Automation**, [s.l.], v. 27, n. 2, p.141-147, 24 abr. 2007. Emerald.
<http://dx.doi.org/10.1108/01445150710733379>.

HILLIER, Frederick S.; LIEBERMAN, Gerald J.. **Introdução a pesquisa operacional**. 9. ed. Porto Alegre: Bookman, 2013. 1005 p. Tradução: Ariovaldo Griesi.

HINO, Satoshi. **O pensamento Toyota: Princípios de gestão para um crescimento duradouro**. Porto Alegre: Bookman, 2009. 344 p. Apresentação: Jeffrey Liker. Disponível em:
<<https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788577805860/cfi/343!/4/4@0.00:39.2>>. Acesso em: 21 set. 2016.

LIKER, Jeffrey K. **O Modelo Toyota: 14 princípios de gestão do maior fabricante do mundo**. Porto Alegre: Bookman, 2007. 307 p. Tradução: Lene Belon Ribeiro. Disponível em:
<<https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788577801374/cfi/21!/4/4@0.00:45.8>>. Acesso em: 19 set. 2016.

LIKER, Jeffrey K; MEYER, David. **O Modelo Toyota - Manual de Aplicação: Um guia pratico para implementação dos 4 ps da toyota**. Porto Alegre: Bookman, 2007. 420 p. Tradução: Lene Belon Ribeiro. Disponível em:
<<https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788577800308/cfi/0!/4/2@100:0.00>>. Acesso em: 21 ago. 2016.

MARTINS, Petrônio G.; LAUGENI, Fernando P. **Administração da produção**. São Paulo: Saraiva, 2012.

MARTINS, Petrônio G.; LAUGENI, Fernando P. **Administração da produção**. 3. ed. São Paulo: Saraiva, 2015. 560 p. Disponível em:
<<https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788502618374/cfi/575!/4/4@0.00:0.00>>. Acesso em: 19 set. 2016.

MONDEN, Yasuhiro. **Sistema Toyota de Produção: Uma abordagem integrada ao Just-in-time**. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2015. 495 p. Tradução: Ronald Saraiva de Menezes. Disponível em:
<<https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788582602164/cfi/39!/4/4@0.00:0.00>>. Acesso em: 21 set. 2016.

MOREIRA, Daniel. **Administração da produção e operações**. São Paulo: Saraiva, 2013. 147 p. Disponível em:
<<https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788502180420/cfi/152!/4/4@0.00:81.6>>. Acesso em: 21 set. 2016.

RANDON S.A. **Site da empresa**. Disponível em < <http://www.randon.com.br/pt> >. Acesso em: 28 ago. 2016

SHIMOKAWA, Koichi; FUJIMOTO, Takahiro. **O Nascimento do Lean**. Porto Alegre: Bookman, 2011. 296 p. Tradução: Félix José Nonnenmacher. Disponível em:

<<https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788577807598/cfi/2!/4/4@0.00:41.6>>.
Acesso em: 16 ago. 2016.

SHINGO, Shigeo, **O Sistema Toyota de Produção** – Do ponto de vista da engenharia de produção. Bookman: Porto Alegre, 1996a.

SHINGO, Shigeo. **Sistemas de produção com estoque zero: sistema Shingo para melhorias contínuas**. Porto Alegre: Bookman, 1996b.

SILVA, Orlando Roque da; VENANZI, Délvio. **Gerenciamento da produção e operações**. Rio de Janeiro: Ltc, 2013. 278 p. Disponível em:
<<https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/978-85-216-2460-8/cfi/299!/4/4@0.00:11.6>>. Acesso em: 16 set. 2016.

SLACK, Nigel; BRANDON-JONES, Alistair; JOHNSTON, Robert. **Administração da produção**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2015. 671 p. Tradução: Ailton Bomfim Brandão.
Disponível em:
<<https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788597003352/cfi/6/88!/4/668/2@0:54.1>>. Acesso em: 19 set. 2016.

SPEAR, S.; BOWEN, H. K. **Decoding the DNA of the Toyota Production System**. Harvard Business Review, sep./oct., 1999.

TUBINO, Dalvio Ferrari. **Planejamento e controle da produção: Teoria e prática**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2009. 191 p.

YIN, Robert K. **Estudo de caso: Planejamento e Métodos**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2015. 270 p. Tradução: Cristhian Matheus Herrera. Disponível em:
<<https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788582602324/cfi/0>>. Acesso em: 28 ago. 2016.

GLOSSÁRIO

E-coat - processo de pintura por eletrodeposição, realizado por imersão, à base de água, para aplicação sobre peças metálicas, tendo por finalidade principal prover à superfície pintada proteção anticorrosiva.

Transfers - Nomenclatura interna utilizada para generalizar dispositivo de transferência de produtos.

Blank- Chapa plana.

Brainstorming - Palavra que tem origem no inglês, formada pela junção de *brain*, que traduz-se como “cérebro” e *storm*, que pode ser traduzida como “tempestade”, assim brainstorming pode ser traduzida para o português literalmente como tempestade cerebral, mas sua tradução mais usual é mesmo tempestade de ideias.

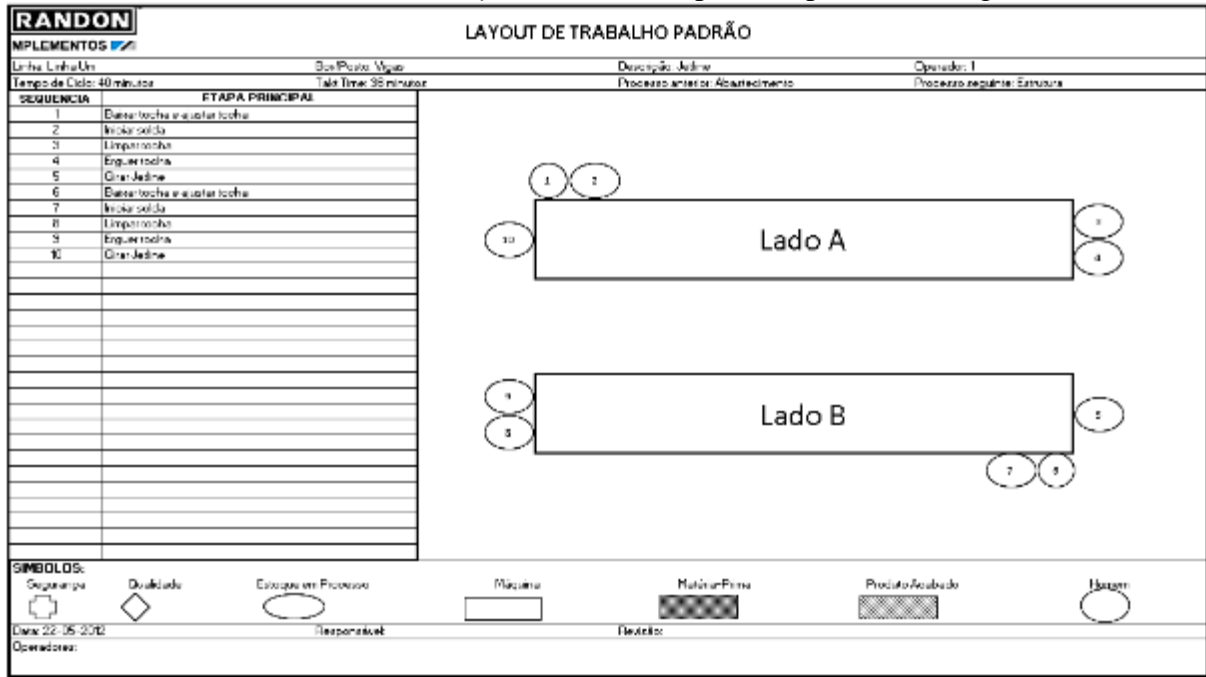
Software - conjunto de componentes lógicos de um computador ou sistema de processamento de dados; programa, rotina ou conjunto de instruções que controlam o funcionamento de um computador; suporte lógico.

Lead time – Tempo de atravessamento, período entre o início de uma atividade, produtiva ou não, e o seu término.

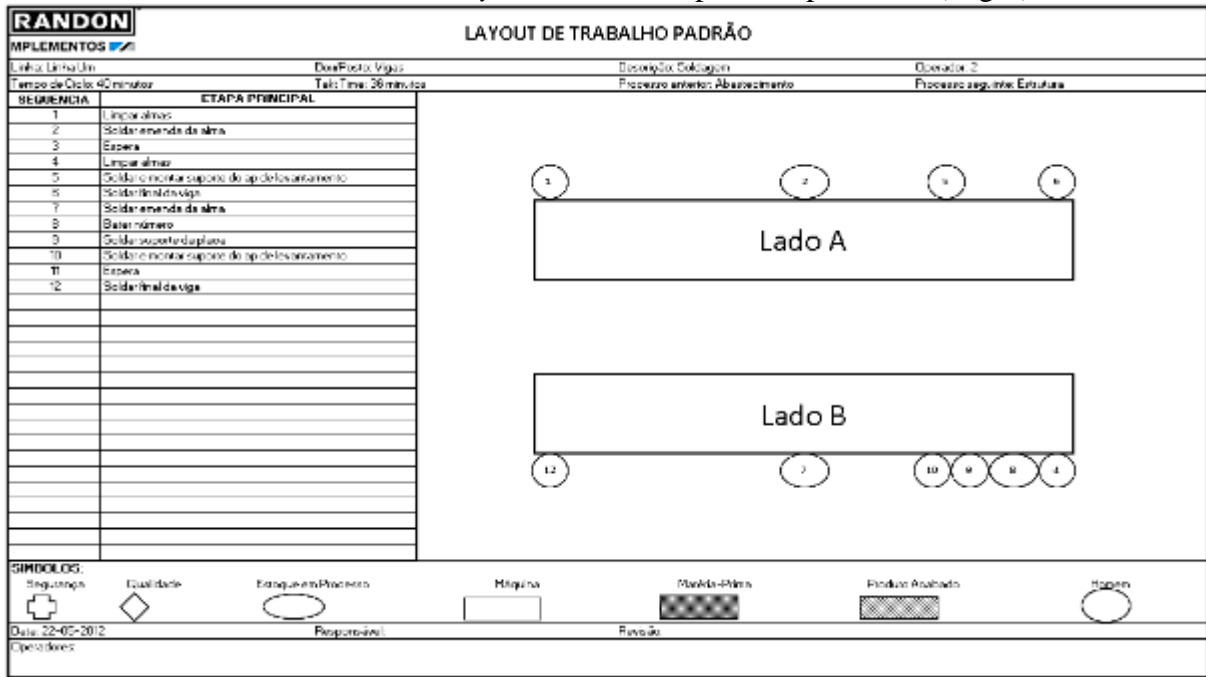
Payback - Consiste na determinação do tempo necessário para que o investimento inicial seja recuperado pelas entradas de caixa promovidas pelo investimento.

Saving – Indicador utilizado mais na área de compras. Representa o quanto foi feito de economia e quanto de custo foi evitado.

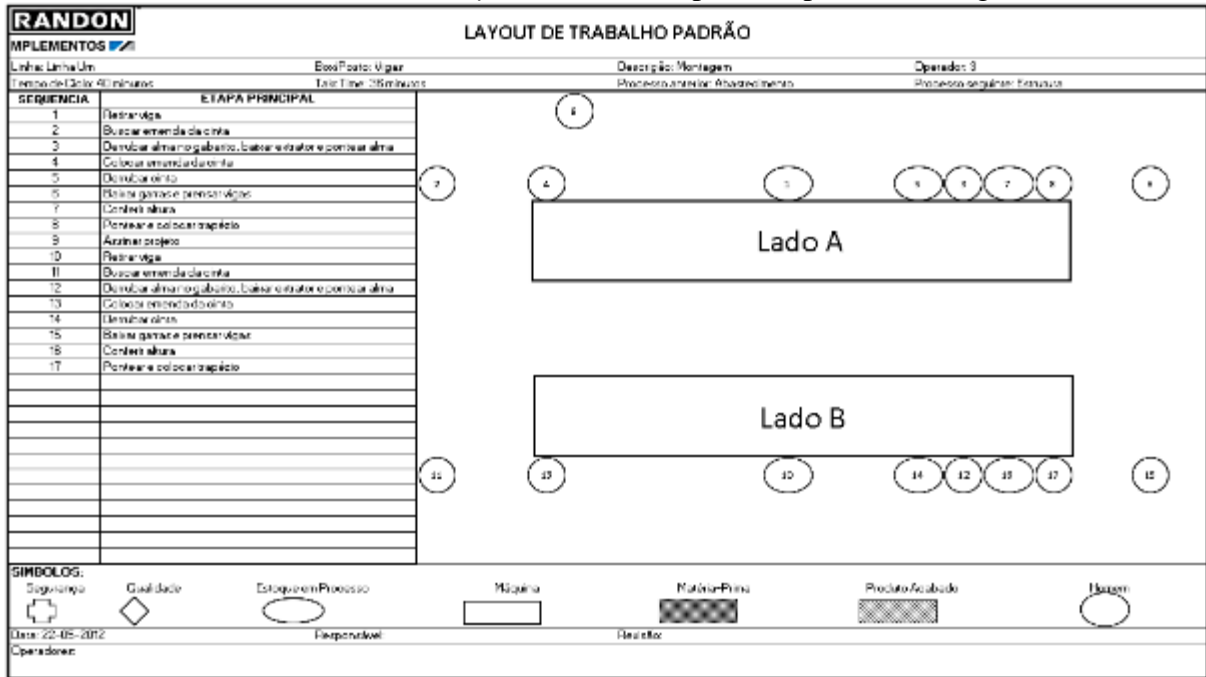
ANEXO 2 – Layout de trabalho padrão operador 1 (Vigas)



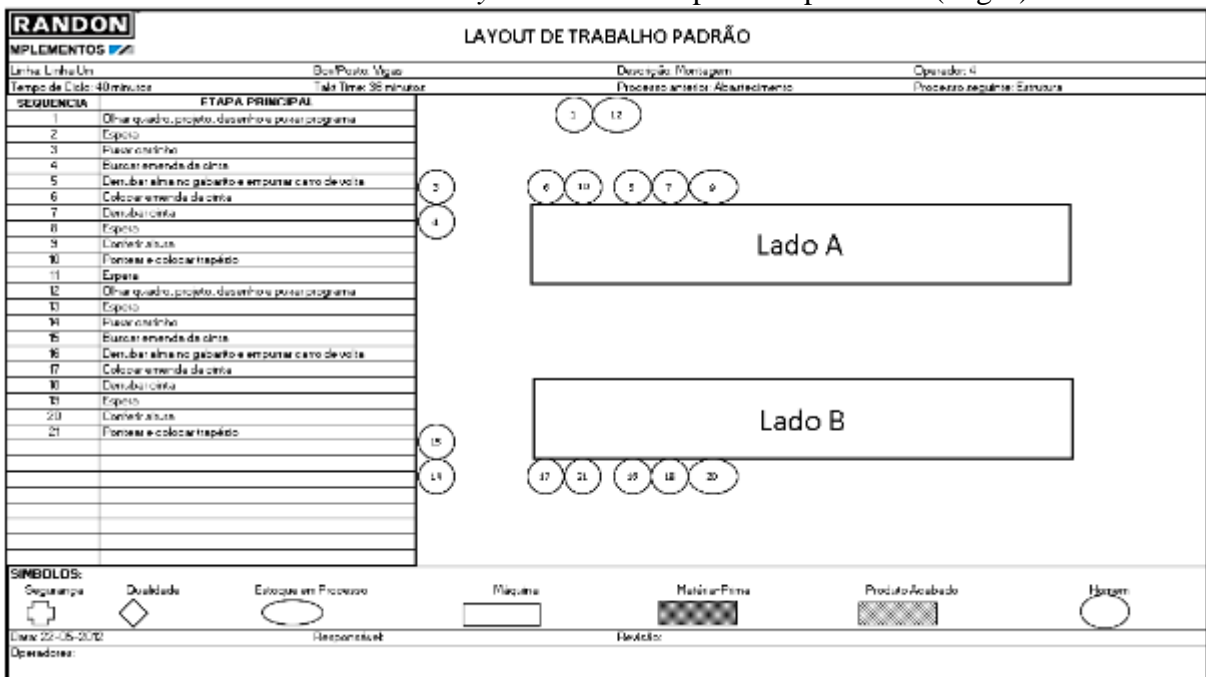
ANEXO 3 – Layout de trabalho padrão operador 2 (Vigas)



ANEXO 4 - Layout de trabalho padrão operador 3 (Vigas)



ANEXO 5 - Layout de trabalho padrão operador 4 (Vigas)



ANEXO 6 – Planilha Controladoria LUM 2016

Ano	Mês	Divisão	Sub-Divisão	Unidade	Sector	Sub-Sector	Centro de Custo	Sigla	Denominação CC	Horas Padrões_SAP	Horas Padrões_Ociosidade	Horas Padrões_Retrabalho	Horas Padrões_Tempo Seco	Índice de Conversão	Horas Padrões_Cheio
2016	jan-16	MONTADORAS	IMPLEMENTOS	RANDON CXS	SPL – SETOR DE PLATAFORMAS	DPM – DPTO DE MANUFATURA	1000340290	LUM	LUM-LIN MONT. UM	4.913	24	25	4.864	0,8100	6.004
2016	fev-16	MONTADORAS	IMPLEMENTOS	RANDON CXS	SPL – SETOR DE PLATAFORMAS	DPM – DPTO DE MANUFATURA	1000340290	LUM	LUM-LIN MONT. UM	7.708	0	12	7.696	0,8100	9.502
2016	mar-16	MONTADORAS	IMPLEMENTOS	RANDON CXS	SPL – SETOR DE PLATAFORMAS	DPM – DPTO DE MANUFATURA	1000340290	LUM	LUM-LIN MONT. UM	7.912	0	2	7.910	0,8100	9.766
2016	abr-16	MONTADORAS	IMPLEMENTOS	RANDON CXS	SPL – SETOR DE PLATAFORMAS	DPM – DPTO DE MANUFATURA	1000340290	LUM	LUM-LIN MONT. UM	6.036	0	0	6.036	0,8100	7.452
2016	mai-16	MONTADORAS	IMPLEMENTOS	RANDON CXS	SPL – SETOR DE PLATAFORMAS	DPM – DPTO DE MANUFATURA	1000340290	LUM	LUM-LIN MONT. UM	3.367	0	1	3.366	0,8100	4.156
2016	jun-16	MONTADORAS	IMPLEMENTOS	RANDON CXS	SPL – SETOR DE PLATAFORMAS	DPM – DPTO DE MANUFATURA	1000340290	LUM	LUM-LIN MONT. UM	2.772	0	0	2.772	0,8100	3.422
2016	jul-16	MONTADORAS	IMPLEMENTOS	RANDON CXS	SPL – SETOR DE PLATAFORMAS	DPM – DPTO DE MANUFATURA	1000340290	LUM	LUM-LIN MONT. UM	4.100	0	0	4.100	0,8100	5.062
2016	ago-16	MONTADORAS	IMPLEMENTOS	RANDON CXS	SPL – SETOR DE PLATAFORMAS	DPM – DPTO DE MANUFATURA	1000340290	LUM	LUM-LIN MONT. UM	5.068	0	0	5.068	0,8100	6.257
2016	set-16	MONTADORAS	IMPLEMENTOS	RANDON CXS	SPL – SETOR DE PLATAFORMAS	DPM – DPTO DE MANUFATURA	1000340290	LUM	LUM-LIN MONT. UM	4.736	0	0	4.736	0,8100	5.846
2016	out-16	MONTADORAS	IMPLEMENTOS	RANDON CXS	SPL – SETOR DE PLATAFORMAS	DPM – DPTO DE MANUFATURA	1000340290	LUM	LUM-LIN MONT. UM	7.546	0	0	7.546	0,8100	9.316
2016	nov-16	MONTADORAS	IMPLEMENTOS	RANDON CXS	SPL – SETOR DE PLATAFORMAS	DPM – DPTO DE MANUFATURA	1000340290	LUM	LUM-LIN MONT. UM	6.202	0	0	6.202	0,8100	7.657
2016	dez-16	MONTADORAS	IMPLEMENTOS	RANDON CXS	SPL – SETOR DE PLATAFORMAS	DPM – DPTO DE MANUFATURA	1000340290	LUM	LUM-LIN MONT. UM	3.348	65	0	3.283	0,8100	4.053
Nº de novos funcionários	Horas Extras	Horas trabalhadas Bruto	Horas trabalhadas _Func. Novos -88 h	Horas trabalhadas _Emprestimos entre CCs	Horas trabalhadas _Decisão da Gestão	Horas trabalhadas	Eficiência Tempo Cheio	EFICIÊNCIA NCIA Tempo Seco	MT	Meta_	GGF Total_SAP	GGF_Direto [OM]	GGF_Rateios	Taxa Horária	Custo Hora
		16.887		197	0	17.084	35%	28,47%	1,00	57%	1.061.197	661.518	399.678,65	216,00	136,01
		11.739		497	0	12.236	78%	62,90%	1,00	57%	1.403.269	773.083	630.186,14	182,05	100,45
		13.706		35	-382	13.359	73%	59,21%	1,00	57%	1.614.414	792.534	821.880,76	204,05	100,19
		13.055		-3.188	-88	9.778	76%	61,73%	1,00	57%	1.291.569	902.845	388.723,37	213,96	149,57
		11.637		-3.480	-3.013	5.144	81%	65,44%	1,00	57%	1.074.523	848.618	225.905,06	319,10	252,09
		8.589		-1.360	-2.861	4.368	78%	63,45%	1,00	57%	776.217	545.557	230.659,64	280,07	196,84
		8.597		-1.850	0	6.747	75%	60,77%	1,00	57%	839.894	571.518	268.375,89	204,83	139,38
		6.942		1.590	0	8.532	73%	59,40%	1,00	57%	396.328	207.852	188.475,89	78,19	41,01
		5.824		2.260	0	8.084	72%	58,58%	1,00	57%	1.162.660	889.170	273.489,61	245,52	187,76
		8.629		0	0	8.629	108%	87,45%	1,00	57%	1.242.081	784.189	457.892,22	164,60	103,92
		9.596		1.321	-194	10.723	71%	57,84%	1,00	57%	905.817	592.243	313.573,52	146,06	95,49
		5.819		935	-880	5.874	69%	55,89%	1,00	57%	543.408	311.329	232.079,30	162,30	94,84

ANEXO 7 – Planilha Controladoria LUM 2017

Ano	Mês	Divisão	Unidade	Sector	Sub-Sector	Centro de Custo - Tipo de Atividade	Centro de Custo	Sigla	Denominação CC	Horas Padrões_SAP	Horas Padrões_Ociosidade	Horas Padrões_Retrabalho	Horas Padrões_Tempo Seco	Índice de Conversão	Horas Padrões_Tempo Cheio
2017	jan-17	MONTADORAS	RANDON CAXIAS DO SUL	SPL – SETOR DE PLATAFORMAS	SPL – SETOR DE PLATAFORMAS	1000340290_MOB	1000340290	LUM	LUM-LIN MONT. UM	3.246	222	0	3.024	0,8200	3.688
2017	fev-17	MONTADORAS	RANDON CAXIAS DO SUL	SPL – SETOR DE PLATAFORMAS	SPL – SETOR DE PLATAFORMAS	1000340290_MOB	1000340290	LUM	LUM-LIN MONT. UM	5.505	111	0	5.394	0,8200	6.578
2017	mar-17	MONTADORAS	RANDON CAXIAS DO SUL	SPL – SETOR DE PLATAFORMAS	SPL – SETOR DE PLATAFORMAS	1000340290_MOB	1000340290	LUM	LUM-LIN MONT. UM	6.995	0	0	6.995	0,8200	8.531
2017	abr-17	MONTADORAS	RANDON CAXIAS DO SUL	SPL – SETOR DE PLATAFORMAS	SPL – SETOR DE PLATAFORMAS	1000340290_MOB	1000340290	LUM	LUM-LIN MONT. UM	5.465	364	0	5.101	0,8200	6.221
2017	mai-17	MONTADORAS	RANDON CAXIAS DO SUL	SPL – SETOR DE PLATAFORMAS	SPL – SETOR DE PLATAFORMAS	1000340290_MOB	1000340290	LUM	LUM-LIN MONT. UM	6.038	0	0	6.038	0,8200	7.364
Nº de novos funcionários	Horas extras	Horas trabalhadas Bruto	Horas trabalhadas Func. Novos -88 h	Horas trabalhadas Empréstimos entre CCs	Horas trabalhadas Decisão da Gestão	Horas trabalhadas	Eficiência Tempo Cheio	EFICIÊNCIA Tempo Seco	MT	Meta	GGF Total_SAP	GGF Direto [OM]	GGF_Rateios	Taxa hora	Custo hora
0	0	10.409	0	0	-299	10.409	35%	29,05%	1,00	59%	819.120,96	505.492,81	313.628,15	252,32	167
0	0	11.812	0	0	-1.302	11.812	56%	45,66%	1,00	59%	942.801,20	642.066,54	300.734,66	171,26	119
0	0	14.481	0	0	0	14.481	59%	48,31%	1,00	59%	1.284.259,60	828.764,11	455.495,49	183,59	118
0	0	10.788	0	855	-118	11.643	53%	43,81%	1,00	59%	1.190.709,77	777.756,82	412.952,95	217,90	152
0	0	10.961	0	0	0	10.961	67%	55,09%	1,00	59%	1.202.177,47	785.139,19	417.038,28	199,10	130