



BALANCEAMENTO DE OPERAÇÕES EM UMA LINHA DE MONTAGEM FLEXÍVEL DE VEÍCULOS COMERCIAIS

Stéphani Aparecida Pinto Torres

stephani.torres@aedb.br

AEDB

Anderson Fernandes de Barros

anderson.barros@aedb.br

UFRJ

Resumo: Devido às demandas que o mercado impõe, as empresas industriais têm como uma de suas grandes dificuldades ajustar os processos produtivos. Para tal cenário, o presente artigo discute a questão do balanceamento de linha de produção e de tempos e movimentos, realizado em uma empresa do ramo automobilístico, integrante do Consórcio Modular, localizada no interior do estado do Rio de Janeiro. A metodologia utilizada foi a pesquisa exploratória através do Estudo de Caso. Com o objetivo de reduzir o tempo de ciclo e aumentar o indicador de eficiência da linha de produção, foram aplicadas metodologias e ferramentas do Toyota Production System (TPS). Metodologias como Kaizen, Folha de Elemento Padrão e Gráficos de Balanceamento de Operações, exemplificando o Yamazumi. Todos tendo aplicabilidade nas operações desenvolvidas nos postos da linha de montagem.

Palavras Chave: Balanceamento - Gestão da produção - Tempo de ciclo - Linha de produção -

1 INTRODUÇÃO

O setor automobilístico tem sido o principal objetivo de estudo na Engenharia de Produção. A crescente competitividade permite com que as empresas busquem novas formas de se manter no mercado atuante, baixando os custos, agregando valor ao produto ou inovar em seus processos produtivos. Uma das estratégias utilizadas é o Consórcio Modular, sistema de produção que, segundo Bueno (2003), consiste em uma associação entre empresa e fornecedores. Ainda acrescenta que, esse tipo de sistema produtivo tem como objetivo diminuir as incertezas que a competitividade industrial gera, em eras onde a concorrência internacional e nacional é intensificada, partindo em um experimento de rearranjo de seu negócio e de revisão de riscos.

Por essa competitividade ser vivida no dia a dia de uma indústria automobilística, uma das formas de a empresa se manter atuante é agregando valor e inovando seu processo. Visando esses dois pontos, podemos aplicar diversas metodologia que nos levam a uma linha produtiva onde é possível aplicar o Lean Manufacturing. Segundo Bastos (2012), o Lean Manufacturing tem como foco a eliminação de desperdícios, apresenta conceitos que podem e devem ser empregados nos estudos de eliminação da diversidade. Entre os conceitos que podem ser executados, destacam-se Estudo de Tempos e Métodos, SMED, 5S, Kanban, Mapeamento de Fluxo de Valor, Pokayoke e Kaizen.

Dentre os conceitos citados acima, o devido artigos irá ter seu foco principal o Estudo de Tempos e Métodos, Mapeamento de Fluxo de Valor e Kaizen em uma linha de montagem presente no interior do estado do Rio de Janeiro, atuante no segmento de veículos comerciais. Essa linha de montagem está presente no sistema de Consórcio Modular, onde o Estudo de Caso presente nesse artigo se baseia em uma das empresas integrantes do Consórcio Modular. Essa empresa é responsável unicamente por uma linha de montagem, onde realiza a montagem de diversos reforços, roteirização do chicote elétrico, montagem da árvore de transmissão, dentre outras operações. Para atender a demanda do cliente, a linha de montagem deve ser adequada diante do tempo das operações pré-definido.

Portanto, o objetivo do artigo é realizar um estudo envolvendo os conceitos citados anteriormente (Estudo de Tempos e Métodos, Mapeamento de Fluxo de Valor e Kaizen) em dois postos de montagem, com o foco de balancear as operações e adequar a rotina de trabalho dos operadores ali presentes, definindo um tempo limite para a execução das operações e mantendo o tempo total de cada operador para realizar as atividades, abaixo desse tempo limite pré-definido. Justifica-se esse estudo que a aplicabilidade dos devidos conceitos em conjunto, gera qualidade ao produto, sinergia entre as atividades desenvolvidas, reduz o tempo de ciclo e aumentar os indicadores de eficiência da linha de produção.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEORICA

2.1 TAYLORISMO E FORDISMO

Na procura de maiores lucros em relação aos investimentos feitos, levou-se ao extremo o domínio do trabalho exercido. Além disso, expandiu-se a produção, passando-se a produzir artigos em série, o que barateava o custo por unidade produzida. Apareceram as linhas de montagem, esteiras rolantes por onde percorriam as partes do produto a ser montado, de modo a estimular a produção. (VICENTINO, 1997)

Levando em consideração as teorias do fordismo e taylorismo e trazendo ambas para o dia a dia de trabalho em uma indústria, temos muito presente todos os aspectos que Henry Ford e Frederick Taylor evidenciaram em 1914. Os primeiros registros sobre o balanceamento de linha e aumento de produtividade é evidenciado na indústria automobilística Ford, com sua linha de produção que o equipamento percorria toda a extensão do processo produtivo. Mais tarde integrando-se ao taylorismo, conforme é discutido a seguir:

Implantada primeiramente na indústria automobilística Ford, as esteiras levavam o chassi do carro a percorrer toda a fábrica. Do lado delas ficavam os operários, que montavam o carro com peças que chegavam a suas mãos em outras esteiras rolantes. Esse método de racionalização da produção em massa foi chamado de fordismo, também ligado ao princípio de que a empresa deveria dedicar-se a apenas um produto, além de dominar as fontes de matéria-prima. O fordismo integrou-se a teorias do engenheiro norte-americano Frederick Winslow Taylor, o taylorismo, que visava buscar o aumento da produtividade, controlando os movimentos das máquinas e dos homens no processo de produção. (VICENTINO, 1997, p.267)

Frederick W. Taylor, também conhecido como “Pai da Administração Científica”, registrou no fim do século passado que, para determinar um tempo padrão era preciso subdividir a operação em elementos de trabalho, relatar, medi-los com um cronômetro e incluir permissões que levem em conta esperas e deslocamento. A divisão de operações permitiu retirar movimentos inúteis e ainda simplificar ou unir movimentos úteis, possibilitando assim economia de tempos e esforços do colaborador. (FELIPPE; CUSTODIO; DOLZAN, 2012)

2.2 SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO E LINHA DE PRODUÇÃO FLEXÍVEL

Para Liker (2005), o *Toyota Production System* ou representado pela sigla *TPS* apresentou que o **principal foco da operação era a flexibilidade**. Ou seja, quando se lida com linhas de produção flexíveis, há o alcance de maior qualidade, maior resposta ao cliente, maior produtividade e melhor utilização dos equipamentos e espaço.

Por sua vez, um sistema de indústria flexível é definido por possibilitar uma maior versatilidade no planejamento da produção referente a variedade de produtos fabricados e rápida adaptação em caso de imprevistos. A linha de produção flexível tem colaboradores com multiquificações, com máquinas adequadas para o alto volume e o mix de produção variado.

O TPS está baseado nos conceitos da cultura de melhoria contínua e na contenção dos custos. O passo importante para a aplicação do TPS é a identificação e corte das atividades que não agregam valor ao processo. (JUSTA; BARREIROS, 2009)

Uma das técnicas de gestão que estão inclusas no TPS é o trabalho em equipe. De fato, as pessoas devem perceber que elas pertencem a um time. Por isso, é necessário elaborar tarefas desafiadoras e dar independência para que elas possam sentir que tem autocontrole das tarefas que executam.

2.3 KAIZEN

O Kaizen, significa a busca da melhoria contínua em todas as particularidades, avaliando a produtividade, a qualidade sem gasto ou com mínimo investimento. O colaborador pensa em desenvolver seu trabalho enriquecendo-o sempre, limitando custos para a empresa e alimentando o conceito de mudanças positivas e continuadas. A atividade em equipe prevalece sobre o individual. O ser humano é visto como o bem mais importante das organizações, e deve ser incentivado a direcionar seu trabalho para as metas da empresa, atendendo suas necessidades humanas e se realizando por meio do trabalho. (MORAES; SILVA; TURRIONI, 2003)

De forma geral, *upgrades* realizados nos processos que envolvem aprimorar continuamente as rotinas do colaborador e da empresa é chamado de Kaizen (melhorias contínuas). Neste subsistema de gestão, o foco principal é eliminar as causas que ocasionam os resultados indesejáveis no processo, a partir da inclusão de novas idéias e conceitos. (MORAES; SILVA; TURRIONI, 2003)

O Kaizen dentro de uma indústria tem como objetivo otimizar os processos, agregar valor as operações e atingir a qualidade do produto, eliminando possíveis desperdícios. Vale ressaltar o trabalho em equipe, onde um grupo de pessoas pensam em conjunto buscando atingir possíveis melhorias.

É importante citar os principais princípios do Kaizen mediante uma linha de produção, que são:

- Ter objetivos claros;
- Processo em equipe;
- Apresentar foco cerrado no tempo (uma semana);
- Os membros da equipe Kaizen devem ser criativos antes de gastar dinheiro;
- Rápido e improvisado e não devagar e elegante;
- Recursos necessários e resultados devem ser obtidos de imediato.

2.4 BALANCEAMENTO DA LINHA DE PRODUÇÃO

O balanceamento da linha de produção equivale na atribuição de tarefas às estações de trabalho que formam a linha, de forma que todas as estações demandem o mesmo tempo para a realização das atividades. Isso diminui o tempo ocioso de mão-de-obra e de equipamentos. Como se pode observar na Figura 1, em uma linha de produção, o trabalho flui de uma estação para outra. (AGUIAR; PEINADO; GRAEML, 2007)

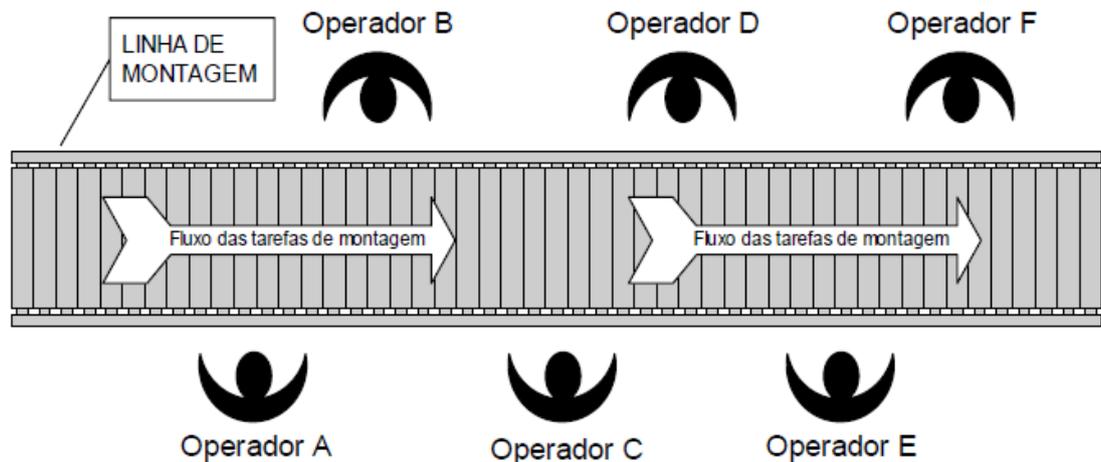


Figura 1: Fluxo de operações em uma linha de produção
Fonte: AGUIAR; PEINADO; GRAEML, 2007

O tempo de andamento da tarefa destinada a cada um dos operadores em seus estágios de trabalho deve ser o mesmo, ou o mais próximo possível, para que não exista demora nas demais atividades. As linhas de produção com bom nível de balanceamento mostram um fluxo suave e contínuo de trabalho, porque todos os operadores atuam no mesmo ritmo, obtendo-se o maior aproveitamento possível da mão-de-obra e dos equipamentos. O principal obstáculo em balancear uma linha de produção está na composição das tarefas, que tenham o mesmo tempo de extensão. Muitas vezes algumas tarefas longas não podem ser divididas e algumas tarefas curtas não podem ser agrupadas, o que impede o balanceamento. (AGUIAR; PEINADO; GRAEML, 2007)

Segundo Aguiar et al. (2007), existe etapas para se realizar um balanceamento em uma linha de produção.

Etapa	Descrição
1º	Dividir as operações de trabalho em elementos de trabalho que possam ser executados de modo independente.
2º	Levantar o tempo padrão para cada um dos elementos de trabalho, por meio de cronoanálise.
3º	Definir a seqüência de tarefas adequada.
4º	Desenhar um diagrama de precedências
5º	Calcular o tempo de duração do ciclo e determinar o número mínimo de estações de trabalho.
6º	Atribuir as tarefas às estações de trabalho, seguindo a ordem natural de montagem.
7º	verificar se não existe outra forma mais adequada de balanceamento, buscando deixar a mesma quantidade de tempo ocioso em cada estação de trabalho
8º	Calcular o percentual de tempo ocioso e o índice de eficiência para a linha de produção.

Tabela 1: Etapas para realizar balanceamento em uma linha de produção
Fonte: AGUIAR; PEINADO; GRAEML, 2007

2.5 GRÁFICO DE BALANCEAMENTO DE OPERAÇÕES OU YAMAZUMI

O *Gráfico de Balanceamento de Operações* (representado pela sigla GBO) ou *Yamazumi* nos mostra o tempo de operação de cada colaborador em seu estágio de trabalho, separando as operações que agregam valor (AV) e as operações que não agregam valor (NAV).

Nesse tipo de gráfico, podemos reconhecer o tempo de ciclo dos operadores, que, por sua vez, o Tempo de Ciclo (TC) pode ser caracterizado como o tempo que uma linha de produção leva para que seja montada uma peça. É o tempo máximo permitido para cada estação de trabalho, antes que a tarefa seja passada para a estação seguinte. (AGUIAR; PEINADO; GRAEML, 2007).

Basicamente, os dados que geram esse gráfico são coletados por meio de filmagens das atividades realizadas no posto de trabalho e após essa coleta, há a análise dessas filmagens de forma individual.

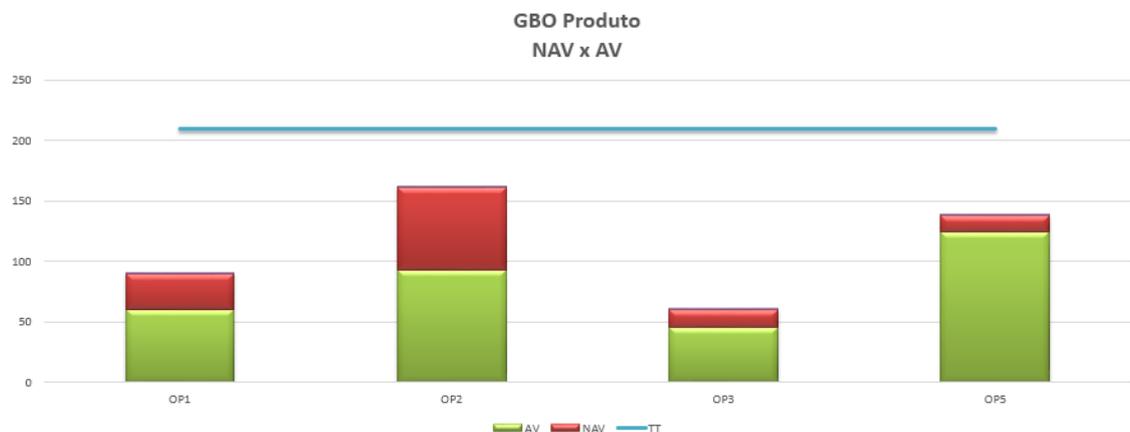


Gráfico 1: Gráfico de Balanceamento de Operações ou Yamazumi

3 METODOLOGIA DE PESQUISA

A pesquisa realizada teve foco central em dois postos de trabalho de uma indústria automotiva, atuante no seguimento de veículos comerciais. Esses dois postos executam diferentes operações na produção de caminhões e ônibus, tendo como principais:

- Enchimento de óleo de freio e embreagem;
- Fixação do suporte da árvore de transmissão;
- Liberação da câmara de freio;
- Teste de freio pneumático.

Para que tenha o balanceamento das atividades desenvolvidas pelos operadores, foi realizado um estudo de Tempos e Métodos, juntamente com as teorias aplicáveis do Kaizen, para que haja sinergia entre as operações executadas. Para realizar essa análise das operações, o estudo seguirá a Tabela 2:



Etapa	Descrição
1°	Definição do Takt Time da linha de produção.
2°	Definição dos modelos a serem avaliados.
3°	Coleta de dados.
4°	Elaboração dos Gráficos de Balanceamento de linha de produção.
5°	Implementação das melhorias, visando a produtividade.

Tabela 2: Metodologia aplicada

3.1 ETAPA 1

Os estágios de trabalhos estudados estão localizados em uma linha de produção contínua que contém no total, 14 postos de trabalhos. Os veículos que são manufaturados são movimentados pela linha de produção por meio de uma esteira rolante. O veículo permanece em movimento em cada posto da linha de produção por um determinado tempo, o que chamamos de *Takt Time*. Essas definições são as bases para dimensionar as cargas de trabalho dos operadores, mantendo o tempo das atividades abaixo do tempo que os veículos se mantem em movimento em cada posto.

3.2 ETAPA 2

Há uma variação de mais de 120 modelos entre caminhões e ônibus que são manufaturados na linha de produção. A definição dos modelos foi realizada visando dois aspectos: volume e complexidade.

Foi escolhido dois modelos que, a similaridade entre eles é seu volume de produção e sua complexidade nas operações.

3.3 ETAPA 3

A forma que foi estabelecido a coleta dos dados foi por meio de filmagens. Cada colaborador foi filmado realizando suas atividades nos modelos selecionados. Após essa coleta, há a análise dos vídeos, estratificando cada operação e cada atividade realizada. Para essa análise, é utilizado a FEP (Folha de Elemento de Trabalho).

FEP - Folha de Elemento de Trabalho				Takt Time:	210	Tempo de Ciclo(TC):	90
				Takt Unit:		Não Adrega Valor	30
				Modelo:	Produto	Agrega Valor	60
Escopo do trabalho		Posto B - Linha de Produção				Ocupacao [%] TT	42,9%
Etapas do Processo							TC
No.	Operação Macro	Ação	pega / lugar	Usa Dispositivo?			
1	Presilhas cabo PGS	pegar	presilhas na bancada			2	
2	Presilhas cabo PGS	pegar	alicate			1	
3	Presilhas cabo PGS	caminhar	até o carro			6	
4	Presilhas cabo PGS	realizar	acabamento			12	
5	Presilhas cabo PGS	cortar	excesso de presilha			6	
6	Presilhas cabo PGS	caminhar	até a lixeira e jogar no lixo o excesso de presilha			3	
7	Fixar mancal do cardan	caminhar	até o carro			6	
8	Fixar mancal do cardan	pegar	ficha de conformidade			3	
9	Fixar mancal do cardan	caminhar	até a bancada			4	
10	Fixar mancal do cardan	ler	código de barras da ficha de conformidade			5	
11	Fixar mancal do cardan	pegar	apertadeira			2	
12	Fixar mancal do cardan	caminhar	até o carro			3	
13	Fixar mancal do cardan	fixar	mancal do cardan			16	
14	Fixar mancal do cardan	caminhar	até a bancada			2	
15	Fixar mancal do cardan	dispor	ferramenta na bancada			1	
16	Fixar mancal do cardan	pegar	marcador industrial			1	
17	Fixar mancal do cardan	caminhar	até o carro			4	
18	Fixar mancal do cardan	aplicar	vedante industrial			4	
19	Fixar mancal do cardan	pegar	ficha de conformidade			1	
20	Fixar mancal do cardan	dar	baixa na ficha de conformidade			5	
21	Fixar mancal do cardan	caminhar	até a bancada			3	
22	Fixar mancal do cardan	dispor	marcador industrial			1	

Figura 2: FEP (Folha de Elemento de Trabalho)

3.4 ETAPA 4

Após a análise das filmagens, é gerado Gráficos de Balanceamento de Linha de Produção, representado pela sigla GBO ou chamado de Yamazumi. Esse gráfico demonstra o Tempo de Ciclo (TC) de cada operador, o tempo das atividades que geram valor (AV), as que não geram valor (NAV), se o Tempo de Ciclo de algum operador está acima do *Takt Time* permitido da linha de produção e a carga média (em porcentagem) ocupacional do operador em relação ao *Takt Time* pré-definido da linha de produção. Essa carga média ocupacional (%) é medida da seguinte forma:

$$\text{Takt Time} \div \text{Tempo de Ciclo} = \text{Ocupação (\%)}$$

Equação 1: Método para o cálculo da ocupação operacional (%)

3.5 ETAPA 5

Após as análises das filmagens e a estratificação das operações por meio da FEP (Folha de Elemento de Trabalho), elaboração dos Gráficos de Balanceamento de Operações e a aplicabilidade dos conceitos de Estudo de Tempos e Métodos, Mapeamento de Fluxo de Valor e Kaizen, foi executado um trabalho, unindo todos esses tópicos, afim de aprimorar o processo produtivo, elevando o valor na operação e aumentando os indicadores de produção.

4 RESULTADOS

Um dos objetivos principais no Estudo de Caso, é diminuir o Tempo de Ciclo dos operadores para que todos estejam abaixo do *Takt Time* permitido na linha de produção. A linha de montagem em estudo é contínua, ou seja, o veículo sempre estará em movimento e nunca estacionado em um posto de trabalho. Para medir o *Takt Time*, utiliza-se a seguinte equação:

$$TD - PP - PNP \div \text{demanda} = \text{Takt Time}$$

Equação 2: Método para o cálculo do *Takt Time* na linha de montagem.

Onde, tempo disponível é representado pela sigla *TD*, paradas programadas pela sigla *PP* e paradas não programadas pela sigla *PNP*. Aplicando esse método, temos um *Takt Time* de 210 segundos, que corresponde a 3 minutos e 30 segundos. Esse limitante está informado nos gráficos por meio da linha azul.

4.1 COMPARATIVOS DE CENÁRIOS

4.1.1 Antes

Após a análise do *Takt Time* e do Tempo de Ciclo (TC) dos operadores, foi criado os Gráficos de Balanceamento de Operações, conforme seguem abaixo, com suas devidas considerações:

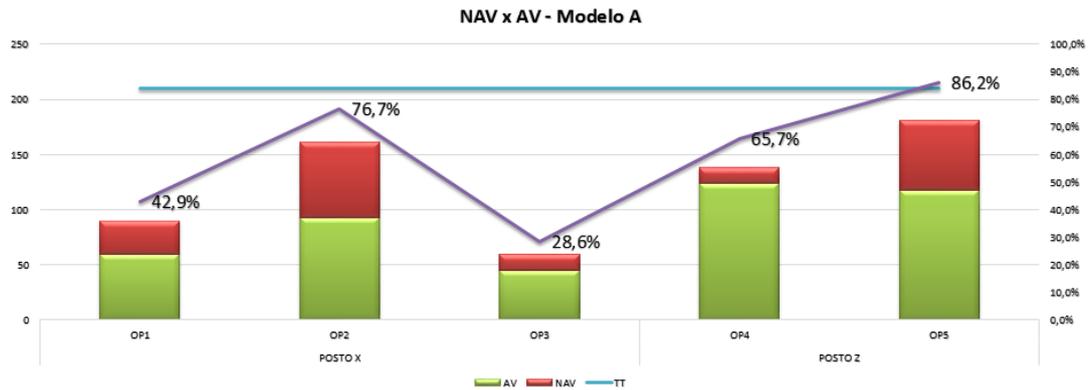


Gráfico 2: Gráfico de Balanceamento de Operações ou Yamazumi

Observa-se no Gráfico 2 que os operadores em questão estão todos abaixo do *Takt Time* permitido na linha de produção, porém as atividades desenvolvidas entre eles não estão balanceadas e temos uma mão de obra (operador 03) ocioso.

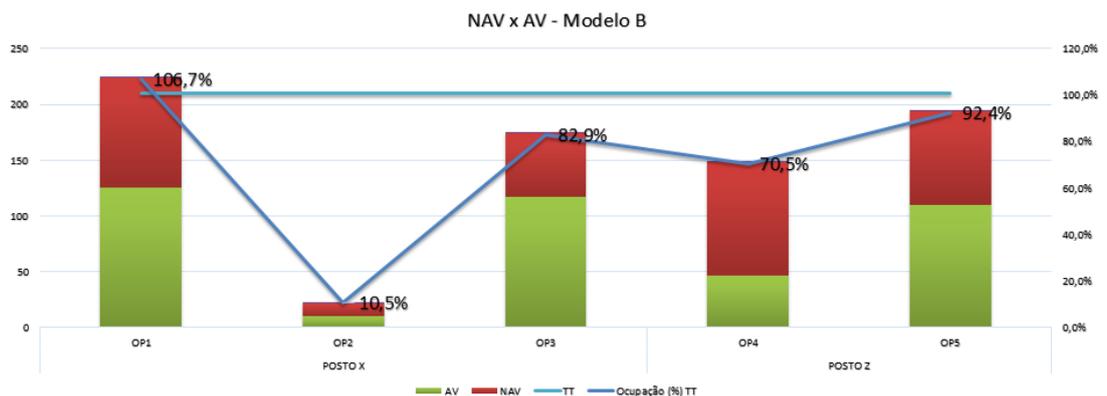


Gráfico 3: Gráfico de Balanceamento de Operações ou Yamazumi

Já no modelo B, observa-se no Gráfico 3, que os operadores estão acima ou próximos do *Takt Time*, as atividades desenvolvidas nesse devido modelo não estão balanceadas e também temos uma mão de obra ociosa.

4.2 COMPARATIVO DE CENÁRIOS

4.2.1 Depois

- Etapa 1**

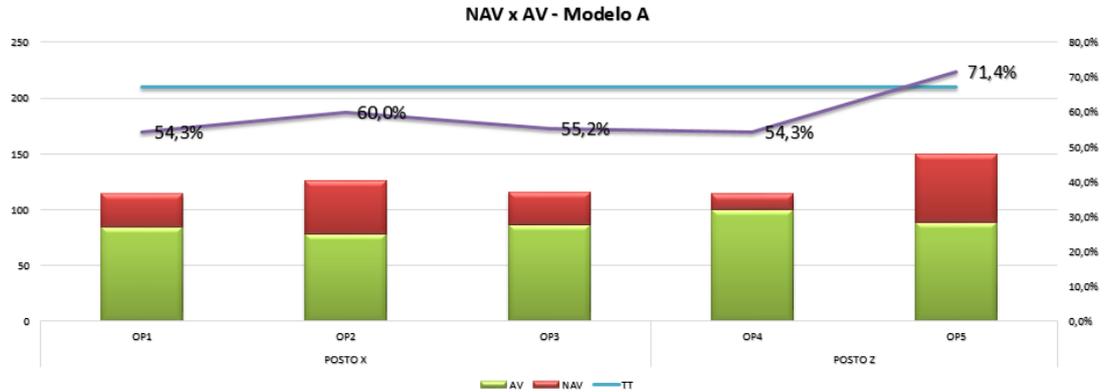


Gráfico 4: Gráfico de Balanceamento de Operações ou Yamazumi

Após a aplicação dos estudos de Tempos e Métodos, Mapeamento de Fluxo de Valor e Kaizen, conceitos que embasaram a fundamentação teórica do presente Estudo de Caso, foi possível realizar melhorias nos postos de trabalho e atingir os objetivos estabelecidos anteriormente.

De acordo com o Gráfico 4, podemos perceber que houve de fato o balanceamento das operações e a carga de operações que não agregam valor (em vermelho) diminuiu. Também foi possível reduzir a ocupação média (%) e o Tempo de Ciclo (TC) dos operadores 02, 04 e 05. A redução total da ocupação média (%) dos operadores foi, no total, de 32,9%.

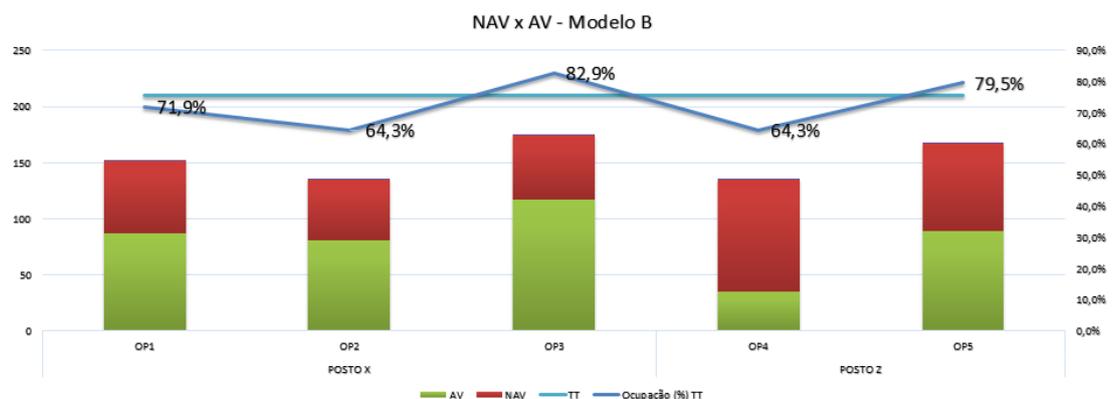


Gráfico 5: Gráfico de Balanceamento de Operações ou Yamazumi

No Gráfico 5, também foi possível balancear as operações entre os operadores e ter uma redução de 53,9% na ocupação média (%) dos operadores, no geral.

Ainda assim, pode-se perceber que há mais possibilidades de remanejamento de operações.

- **Etapa 2**

Foi realizado um novo estudo envolvendo os conceitos de Tempos e Métodos, Mapeamento de Fluxo de Valor e Kaizen, onde houve o remanejamento das operações novamente, dentre os modelos A e B.

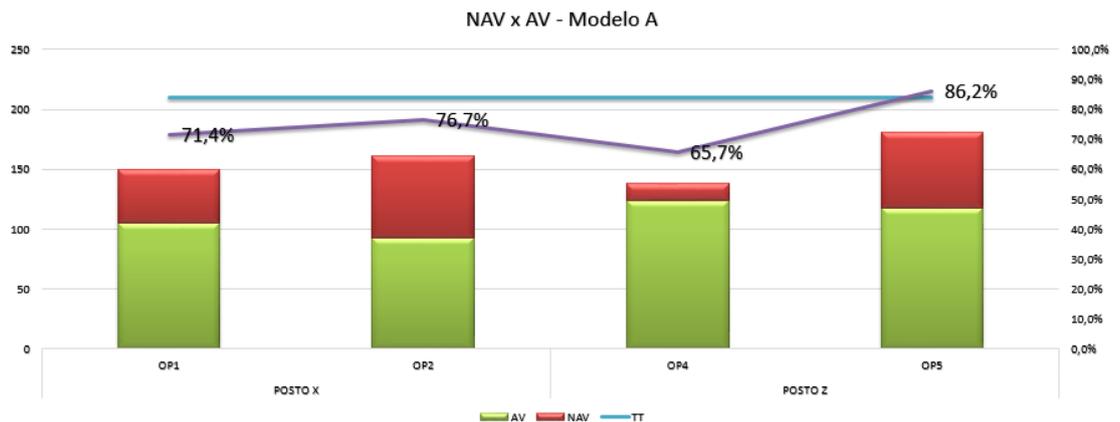


Gráfico 6: Gráfico de Balanceamento de Operações ou Yamazumi

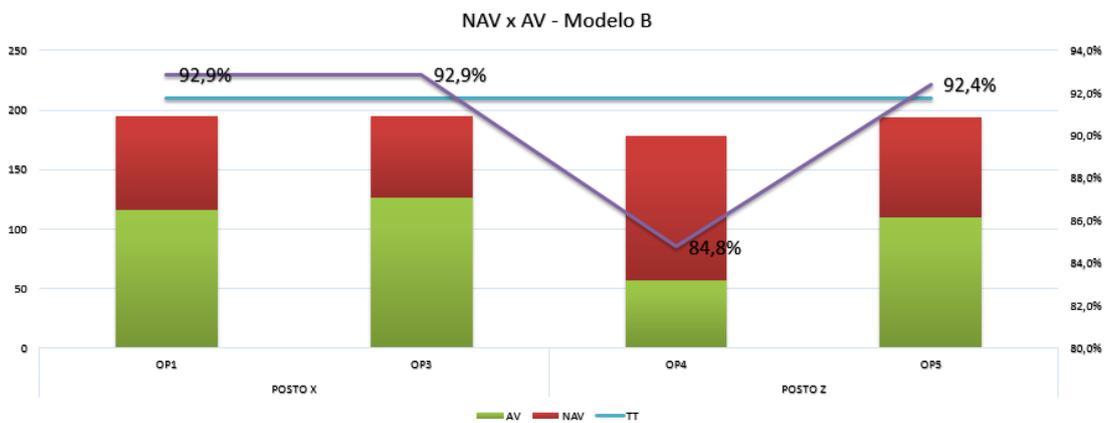


Gráfico 7: Gráfico de Balanceamento de Operações ou Yamazumi

De acordo com o Gráfico 6 e 7, foi possível eliminar uma mão de obra e ainda assim manter os operadores com uma carga ocupacional tolerável. Todos estão dentro do *Takt Time* permitido e estão com a média de carga ocupacional no limite aceitável de 90% à 95%.

Dessa forma, pode-se calcular o ganho de produtividade da seguinte maneira:

$$\text{Quantidade de veículos produzidos} \div \text{quantidade de operadores} = \text{quantidade de veículos/homem}$$

Equação 3: Método para o cálculo de quantidade de veículos produzidos por homem

Utilizando a Equação 3, com 5 operadores obteve-se a quantidade de 29,8 veículos/homem. Com 4 operadores, obteve-se a quantidade de 37,25 veículos/homem. Dessa forma, foi possível alcançar 25% de ganho de produtividade. Ou seja, foi possível ser mais produtivo mesmo diminuindo uma mão de obra no remanejamento das operações. Analisando de forma geral, os ganhos obtidos foram:

- Ganho de mão de obra;
- 25% de produtividade com 4 operadores;
- Redução de 32,9% da carga média ocupacional (%) no modelo A e 53,9% no modelo B, com 5 operadores.

5 CONCLUSÃO

Conclui-se que o estudo abordado no devido artigo é necessário pois, com o auxílio da metodologia do Sistema Toyota de Produção, Balanceamento de Operações e melhoria contínua, é possível chegar a uma linha de montagem *lean* e ganhar produtividade no processo de montagem. A metodologia de balanceamento de linha de montagem pode ser aplicada em qualquer processo produtivo e se mostrou fundamental no devido Estudo de Caso.

Como a gama de modelos manufaturados é grande, mais precisamente, mais de 120 modelos, sugere-se que para estudos futuros, a mesma metodologia que foi aplicada no Estudo de Caso, seja ampliada para os demais modelos, assim é possível aumentar a dinâmica da linha de produção, ter a manutenção da performance produtiva, eliminando possíveis desperdícios e possibilitando o balanceamento na linha de montagem.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BUENO, Marcos José Corrêa; VENDRAMETTO, Oduvaldo; ALISANCIC, Alexandre. **O consórcio modular como fator de competitividade: um estudo de caso na Volkswagen Resende e São Bernardo do Campo**. 2004. 13 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia, Universidade Paulista - Unip, São Paulo, 2004. Disponível em: <https://www.aedb.br/seget/arquivos/artigos07/1113_Resumo.pdf>. Acesso em: 01 jun. 2019.

BASTOS, Bernardo Campbell. **Aplicação de Lean Manufacturing em uma linha de produção de uma de uma empresa do setor automotivo**. 2012. 83 f. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia, Universidade de Taubaté, Taubaté, 2012. Disponível em: <http://www.btdt.unitau.br/tesesimplificado/tde_arquivos/5/TDE-2013-03-21T080651Z-504/Publico/Bernardo%20Campbell%20Bastos.pdf>. Acesso em: 20 maio 2019.

VICENTINO, Claudio. **História Geral: Revolução Industrial**. 8. ed. São Paulo: Editora Scipione, 1997.

FELIPPE, Adélia Denísia; CUSTODIO, Maycon Roger; DOLZAN, Neseli. **Análise descritiva do estudo de tempos e métodos: uma aplicação no setor de embaladeira de uma indústria têxtil**. 2012. 10 f. Tese (Doutorado) - Curso de Gestão e Tecnologia, Ifsc, Santa Catarina, 2012. Disponível em: <<http://www.car.aedb.br/seget/artigos12/22316596.pdf>>. Acesso em: 10 mar. 2019.

LIKER, Jeffrey K.. **O Modelo Toyota: 14 Princípios de Gestão do Maior Fabricante do Mundo**. São Paulo: Bookman, 2005.



JUSTA, Marcelo Augusto Oliveira da; BARREIROS, Nilson Rodrigues. **TÉCNICAS DE GESTÃO DO SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO**. 2009. 17 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia, Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Ufpr, Paraná, 2009. Disponível em: <<https://revistas.utfpr.edu.br/revistagi/article/download/207/324>>. Acesso em: 01 maio 2019.

NOVASKI, Olívio; SUGAI, Miguel. **MTM COMO FERRAMENTA PARA REDUÇÃO DE CUSTOS - O TAYLORISMO APLICADO COM SUCESSO NAS EMPRESAS DE HOJE**. 2002. 17 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia, Universidade Federal de Santa Catarina (ufsc), Santa Catarina, 2002. Disponível em: <<https://producaoonline.org.br/rpo/article/view/606>>. Acesso em: 03 jun. 2019.

ARAUJO, Cesar Augusto Campos de; RENTES, Antonio Freitas. **A METODOLOGIA KAIZEN NA CONDUÇÃO DE PROCESSOS DE MUDANÇA EM SISTEMAS DE PRODUÇÃO ENXUTA**. 2006. 10 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia, Universidade de São Paulo - Usp, São Paulo, 2006.

AGUIAR, Giancarlo F.; PEINADO, Jurandir; GRAEML, Alexandre R.. **SIMULAÇÕES DE ARRANJOS FÍSICOS POR PRODUTO E BALANCEAMENTO DE LINHA DE PRODUÇÃO: O ESTUDO DE UM CASO REAL NO ENSINO PARA ESTUDANTES DE ENGENHARIA**. 2007. 15 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia, Centro Universitário Positivo, Núcleo de Ciências Exatas e Tecnológicas, Curitiba, 2007. Disponível em: <<http://www.abenge.org.br/cobenge/arquivos/12/artigos/117-Jurandir%20Peinado.pdf>>. Acesso em: 29 maio 2019.

KACH, Eng. Sirnei César; VEIGA, Msc. Lidiane Ribeiro da; GALHARDI, Dr. Antonio César. **Mapeamento do Fluxo de Valor: Otimização do Processo Produtivo sob a ótica da Engenharia da Produção**. 2014. 16 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia, Ufsm, São Paulo, 2014. Disponível em: <<https://www.aedb.br/seget/arquivos/artigos14/20520470.pdf>>. Acesso em: 01 jun. 2019.