

O impacto da reestruturação e balanceamento do layout de uma linha de montagem utilizando metodologias Lean Manufacturing para uma empresa do segmento de produtos da linha branca

Gilmara dos Santos Forte (UFAM) gilmaraforte@hotmail.com
Matheus Moreira de Azevedo (UFAM) matheusmoreiranib@gmail.com
Professor: Dr. Cláudio Dantas Frota (UFAM) claudiodantasfrota@gmail.com

Resumo:

O presente estudo foi resultado de pesquisa aplicada em uma empresa multinacional que atua no segmento de produtos da linha branca. A metodologia aplicada no desenvolvimento do presente trabalho foi o estudo de caso, com lastro na filosofia do Sistema Toyota, OBZ, PDCA, priorizando as reduções de custo em handcount e redução do takt time da linha de montagem, de forma a otimizar os recursos na linha de montagem de fluxo contínuo, conforme a necessidade do mercado. Os resultados obtidos foram melhores dos que os cálculos teóricos de 22 operadores na linha de montagem, obtendo-se uma redução de 15 operadores na linha de montagem com a aplicação também da ferramenta GBO e demais ferramentas de análise. Para o alcance dos resultados, usou-se o GBO (Gráfico de Balanceamento do Operador) que é uma alternativa eficaz e simples no gerenciamento das mãos de obra. Com aplicação do balanceamento foi possível transformar o ambiente produtivo, reduzindo o tempo de ciclo das operações, eliminando desperdícios, possibilitando ganhos de produtividade, reduzindo os estoques em processo e a movimentação desnecessária, além de aumentar a satisfação do cliente, podendo reduzir os custos operacionais do processo de montagem.

Palavras chave: STP, GBO, PMBOCK, Kinovea, Taxa ocupacional.

The impact of restructuring and balancing the layout of an assembly line using methodologies Lean Manufacturing for a company of white goods segment

Abstract

This study was a research result applied in a multinational company engaged in the white goods segment. The methodology applied in the development of this research was the case study, backed the philosophy of Toyota Production System, ZBB, PDCA, prioritizing cost reductions in handcount and reduction the takt time off the assembly line in order to optimize resources in line continuous flow assembly according to market need. The results obtained were better than those theoretical calculations of 22 operators in the assembly line, obtaining a reduction of 15 operators in the assembly line with the application GBO also other tools and analysis tools. To achieve results, we used the GBO (Operator Balance Chart) which is an effective and simple alternative for the management of the work of hands. With application of the matching was possible to transform the productive environment by reducing the cycle time of operations, eliminating waste, enabling productivity gains by reducing in-process inventories and unnecessary movement while increasing customer satisfaction and can reduce operating costs the assembly process.

Key-words: STP, GBO, PMBOCK, Kinovea, Occupational Rate

1. Introdução

O Brasil de hoje enfrentar uma das crises mais graves de sua história, não somente em questões financeiras como também por uma crise de credibilidade dentro de um governo que se perde em ações e palavras. A economia brasileira saiu de uma base sólida dos entendimentos da macroeconomia para se pautar no assistencialismo e ao estímulo excessivo ao consumo. Dentro desta realidade econômica, o país tem deixado que suas despesas superem a receita, tem perdido sua credibilidade, pois as empresas vivenciam uma política que interfere nos preços, deixando empresários e mercado em nível de desconfiança e descrédito com a política adotada. Este comportamento de ocupação do poder público no espaço privado possui o termo técnico crowding-out. E este comportamento, fez com que o Brasil deixasse o estágio de ser alvo de especulações para de fato teve sua nota de classificação de risco rebaixada pela agência Standard & Poor's. Isto reflete em uma retração de consumo entre o mercado interno, assim como os investimentos do setor privado ficando on hold até uma estabilização do valor do dólar.

Diante de um cenário deste de vários desafios, as empresas se voltam para determinar suas estratégias que podem ser respaldadas, também, mediante OBZ para a redução de seus custos operacionais, a fim de manter suas rentabilidades e margem de lucro. Com lastro nos ensinamentos de Porter, de que estratégia é a criação de uma posição singular e valiosa, envolvendo um conjunto diferente de atividades e Quinn (1980), que registra ser estratégia um padrão ou plano que integra as principais metas políticas e sequência de ações de uma organização em todo coerente, buscou-se alternativas estratégicas aplicadas à indústria.

O OBZ foi desenvolvido nos anos 70 por Peter Pyhrr e consiste em uma análise detalhada para alocação de recursos, que obriga os gestores a repensarem as atividades e estabelecerem prioridades. É um instrumento voltado para análise de despesas indiretas, administrativas e comerciais. Assevera o autor que o OBZ não se adapta “diretamente a mão de obra direta, ao material direto e algumas despesas gerais diretas associadas a operações de produção” (Pyhrr, 1981: p.19). (Aput Gimenez, Levi; Benedito, Antônio Silva Oliveira, 2013). Em termos práticos, OBZ pode ser feito também como uma divisão e alocação custos por pacotes contábeis. (Ver tabela 1).

Conta	Descrição
PACOTE →	Salários e Encargos
PACOTE →	Indiretos Pessoais
PACOTE →	Manutenção
PACOTE →	Utilidades e Energéticos
PACOTE →	Indiretos Processos
PACOTE →	Serviços
PACOTE →	Consultoria e Auditoria
PACOTE →	Viagens e Locomoções
PACOTE →	Aluguéis e Infraestruturas
PACOTE →	Comercial
PACOTE →	Tecnologia
PACOTE →	Seguro e Frotas
PACOTE →	Assuntos Legais
PACOTE →	Telefonia e Sistemas
PACOTE →	Recuperação de Custo
PACOTE →	Transferências
PACOTE →	Depreciação

Fonte: Elaborado pela empresa

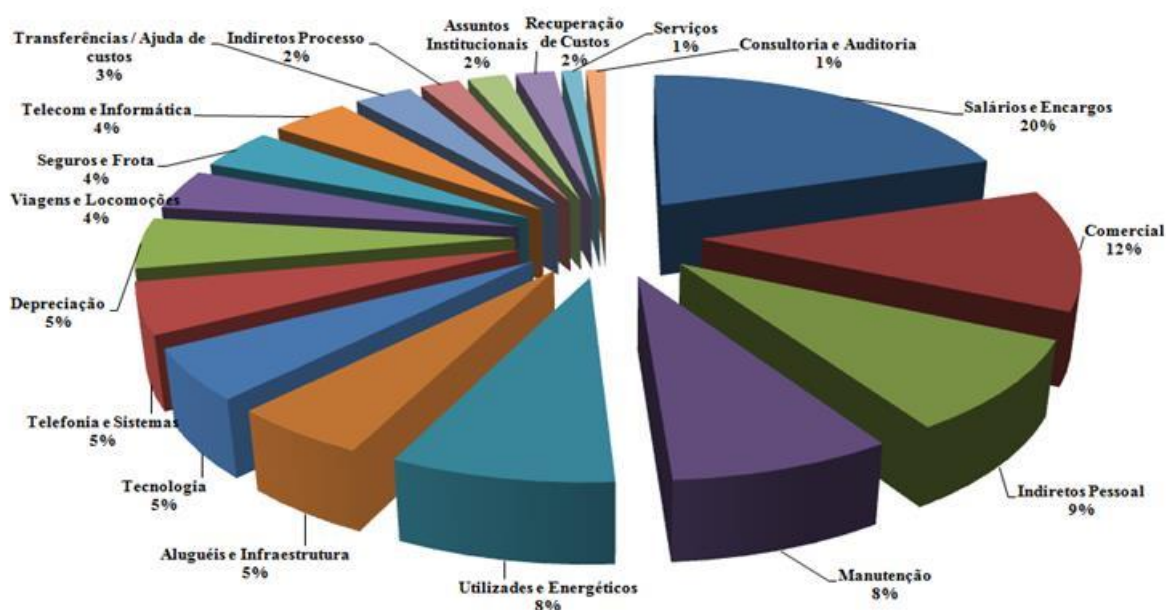
Tabela 1 – Divisão dos pacotes por cada categoria de custos

Item	Pacotes	%
1	Salários e Encargos	20
2	Comercial	12
3	Indiretos Pessoais	9
4	Manutenção	8
5	Utilidades e Energéticos	8
6	Aluguéis e Infraestrutura	5
7	Tecnologia	5
8	Telefonia e Sistemas	5
9	Depreciação	5
10	Viagens e Locomoções	4
11	Seguros e Frota	4
12	Telecom e Informática	4
13	Transferências / Ajuda de custo	3
14	Indiretos Processos	2
15	Assuntos Institucionais	2
16	Recuperação de Custos	2
17	Serviços	1
18	Consultoria e Auditoria	1

Fonte: Elaborado pelos autores

Tabela 2 – Divisão dos pacotes por cada categoria de custos em percentual com relação ao custo total da empresa

Com base na tabela 2, foi aplicado o gráfico de pizza ficando de melhor compreensão visual onde se encontra o maior custo da empresa dentro dos seus pacotes.



Fonte: Elaborado pelos autores

Gráfico 1 - OBZ com os principais pacotes e seus impactos no custo total das contas da manufatura

O estudo de caso foi aplicado dentro de uma empresa multinacional que atua no segmento de produtos da linha branca, as metodologias usadas foram o Sistema Toyota eOBZ, priorizando as reduções de custo em handcount e redução do takt time da linha de montagem, de forma a otimizar os recursos na linha de montagem de fluxo contínuo, conforme a necessidade do mercado.

De acordo com Miguel Cauchicket al.(2010), "o estudo de caso é um trabalho de caráter empírico que investiga um dado fenômeno dentro de um contexto real contemporâneo por meio da análise aprofundada de um ou mais objetos de análise (casos)".

Para Harris e Rother (2008), o takt time é a velocidade na qual os clientes solicitam os produtos acabados. É determinado pela divisão do tempo total disponível de produção por turno, pela necessidade do cliente, conforme equação: $Takt\ time = \frac{[tempo\ de\ trabalho\ disponível\ por\ turno]}{[demanda\ do\ cliente\ por\ turno]}$.

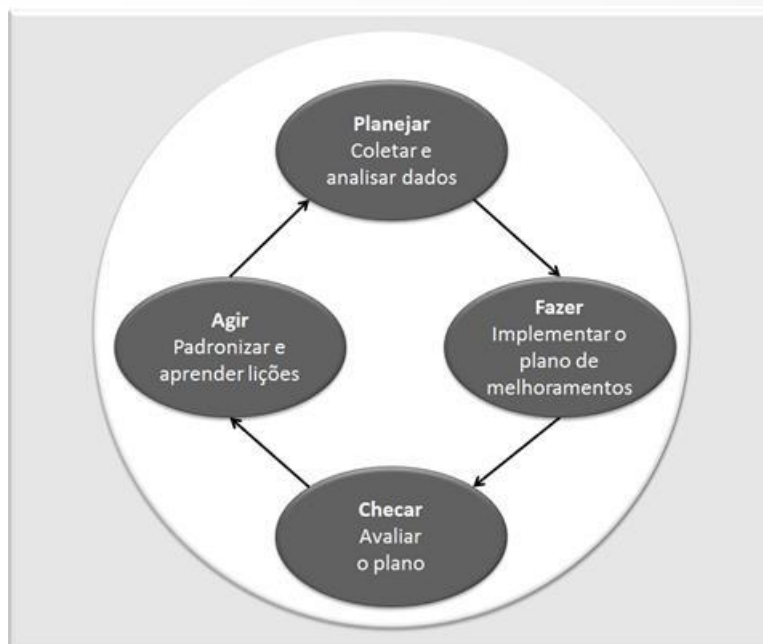
Para Ford (1914), a linha de montagem possui um conceito de esteira horizontal rolante que conduz o produto em que cada funcionário executa uma pequena tarefa dentro daquela etapa, não precisando que o funcionário se desloque de seu posto de trabalho, repetindo a atividade ao longo do tempo produtivo de trabalho.

Para Eiji Toyoda e Onho iniciaram o conceito de manufatura enxuta que teve a sua origem na década de 50, no Japão, onde a linha de montagem possui os conceitos de fluxo contínuo ou em células. A metodologia do Sistema Toyota de Produção (STP):

- a) O STP seu princípio se baseou em observações feitas em visita aos EUA tanto das lições de Henry Ford como da vida cotidiana, exemplo o supermercado.
- b) Do supermercado surgiu a ideia de Kanban, ciclo de alimentação do Kanban, este foi a base para o *just-in-time* evoluir. O Kanban também serviu para adaptar a linha de montagem no conceito do "sistema puxado" para a utilização de um pequeno estoque para montagem.

A Toyota também considerou as técnicas abordadas por Deming para solução de problemas (o PDCA) como sendo a base para a melhoria contínua, o Kaizen, que sustenta o STP no dia-a-dia.

O PDCA é um método de qualidade criado por Deming na década de 50, aplica-se para o controle de atividades principalmente aquelas que estejam ligadas à qualidade, padronizando as atividades de forma a reduzir os custos, evitando que uma atividade produza erros, pois a padronização tem sempre o mesmo resultado esperado de uma operação ou montagem, deixando as informações claras. Este método consiste nas etapas: P (Planejar) – D (Fazer), C- (Checar) e A (Ação).



Fonte: SLACK, 1999

Figura 1 – Ciclo do PDCA

Após análise e validação do estudo econômico, e antes da aplicação de qualquer ferramenta de projeto, partindo-se do princípio que este estudo de caso foi um projeto, portanto tem começo e fim e que seu escopo está bem definido e alinhado com as estratégias da empresa. Seu projeto será vitorioso, como este realizado em três dias.

Segundo o PMBOK: “Um projeto é um esforço temporário empreendido para criar um produto, serviço ou resultado exclusivo. Os projetos e as operações diferem, principalmente, no fato de que os projetos são temporários e exclusivos, enquanto as operações são contínuas e repetitivas”.

Escopo é o que será feito no projeto, descrição detalhada dos produtos e serviços a serem gerados para atender os objetivos do projeto. Temos dois tipos de escopo: produto e projeto. O escopo destes estudos de caso se enquadra no escopo de projeto que é o trabalho que deve ser feito para liberar o produto com as funcionalidades especificadas e é verificado pelo plano de gerenciamento projeto.

O escopo deste projeto foi redução de mod com otimização da linha de montagem. As atividades rotineiras estarão sendo mostrada nos gráficos do GBO. Na parte ergonômica, com o acompanhamento de especialista, verificamos qual posto teria um grau de dificuldade que pudesse ou colocar o posto como posto vermelho da ergonomia.

A dinâmica do uso do GBO, além de customizar um processo, também deve ser avaliada com as ferramentas de ergonomia, pois poderemos agravar problemas de menor potencial ergonômico quando agrupadas atividades em um posto.

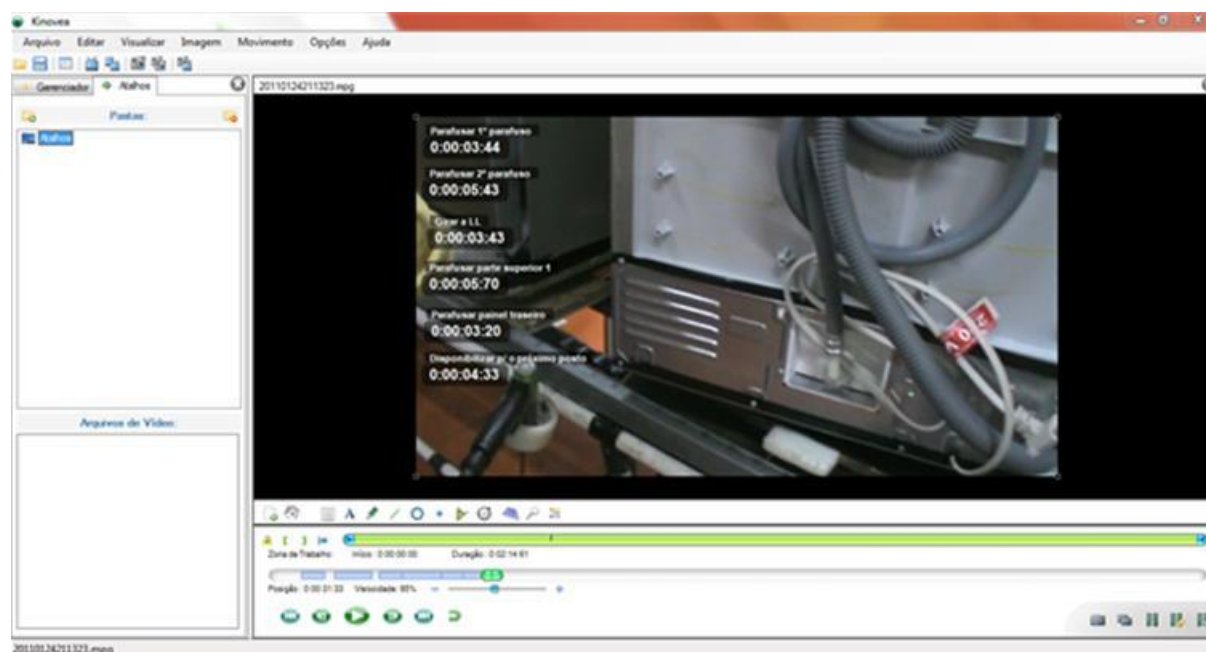
Segundo Rother; Harris (2002), o GBO é um quadro que representa graficamente a carga de trabalho de cada operador em relação ao takt time. Essa ferramenta auxilia a compreender, criar, gerenciar e melhorar o fluxo contínuo. Além disso, sua utilização possibilita a eliminação dos desperdícios de espera, superprodução e movimentação.

2. Aplicação

2.1 Análises da situação atual

O primeiro passo deve ser realizado no "gemba" (chão de fábrica), para análise da situação atual era necessário a coleta de tempos operacionais nos próprios postos de trabalho. Portanto, foram realizados vídeos, desta forma a análise dos tempos é mais robusta.

Quando as filmagens se encerraram, os vídeos gerados foram analisados no software Kinovea® (Versão 0.8.15, 2011), é um programa especializado em edição de vídeos esportivos que contém os recursos mais utilizados para detalhamento de imagens, mas muito útil para os engenheiros de processos que querem analisar vídeos e tempos com maior precisão, pois é possível criar intervalos, colocar vários cronômetros, destacar as atividades e movimentos, marcar trajetórias, comparar vídeos, escrever comentários e desenhar no próprio vídeo.



Fonte: Elaborado pelos autores

Figura 2 – Kinova

Após análise dos vídeos, se construiu o Gráfico de Balanceamento do Operador (GBO) para cada operador, preenchendo uma tabela discriminando as atividades, o tempo, posto e a relevância daquela atividade, tendo como referência o tempo takt time. Na tabela 3, detalhe da operação de um posto, este método foi replicado para os demais postos da linha de montagem.

Nº	TF	Atividade	Tempo	Valor	Tipo	Nº	Posto
1	1	Pegar cuba e posicionar no dispositivo.	10 s	2-NVAn	P	10	P-10
2	1	Pegar gaxeta e posicionar na cuba.	18 s	2-NVAn	P	10	P-10
3	1	Posicionar cuba no dispositivo e pressionar a gaxeta.	4 s	1-VA	P	10	P-10
4	1	Retirar cuba do dispositivo e revisar gaxeta se está montada corretamente.	2 s	2-NVAn	P	10	P-10
5	1	Girar a cuba pegar e posicionar duas porcas plásticas.	4 s	1-VA	P	10	P-10
6	1	Pegar cuba e passar para o próximo posto.	2 s	2-NVAn	P	10	P-10
7	1	Pegar cuba e posicionar na bancada.	1 s	2-NVAn	P	10	P-10
8	1	Pegar 2 tampas de exaustão e posicionar na cuba.	7 s	2-NVAn	P	10	P-10
9	1	Pegar dispositivo e pressionar tampas de exaustão na cuba.	3 s	2-NVAn	P	10	P-10
10	1	Fixar as tampas de exaustão com 1 parafuso cada uma.	9 s	1-VA	P	10	P-10
11	1	Girar a cuba.	1 s	2-NVAn	P	10	P-10
12	1	Pegar e posicionar fita metálica na cuba.	7 s	1-VA	P	10	P-10
13	1	Pegar e posicionar etiqueta de atenção no produto.	4 s	1-VA	P	10	P-10
14	1	Pegar e fixar suporte da resistência na cuba.	8 s	1-VA	P	10	P-10
15	1	Pegar produto e posicionar para o próximo posto.	3 s	2-NVAn	P	10	P-10
16	1	Pegar cuba e posicionar na bancada.	2 s	2-NVAn	P	20	P-20

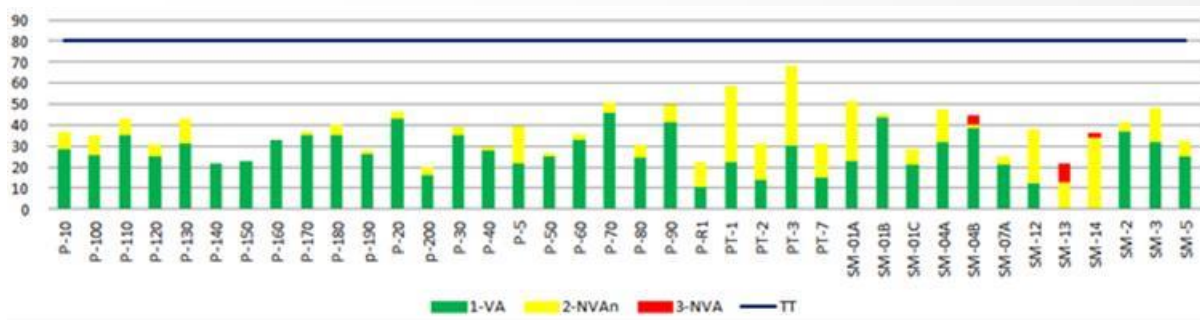
Fonte: Elaborado pelos autores

Tabela 03 – GBO atual posto 30

A tabela 03 está dividida em cinco colunas, a primeira “Nº” mostrará no final quantas atividades terão no total para produzir aquele SKU (Stock Keeping Unit que em significa Unidade Mantida em Estoque), a segunda são as descrições das atividades, a terceira é o tempo necessário para realizá-las, na quarta coluna, denominada valor, mostra a atividade agrega ou não agrega valor ao cliente [1- VA (agrega valor), 2 – NVAn (não agrega valor mas é necessário) e 3 – NVA (não agrega valor ao cliente)].

Para continuar a análise é necessário calcular o novo Takt Time, o antigo era de 45 seg./peça. O número de horas disponíveis por turno corresponde a 7,166 horas (7h:10min), cada hora tem 3600 segundos, então em segundos tem-se 25.800 disponíveis por dia. A linha de montagem trabalha em um turno por dia, 23 dias mensais, portanto 593.400 segundos disponíveis. Considerando a carteira de pedidos do primeiro trimestre de 2015 e a prospecção do resto do ano, a demanda mensal passa a ser 7,419mil Lava-louças/mês. Com estes dados é possível calcular o Takt Time, ver equação: $Takt\ time = (593.400) / (7419) = 80\ segundos$.

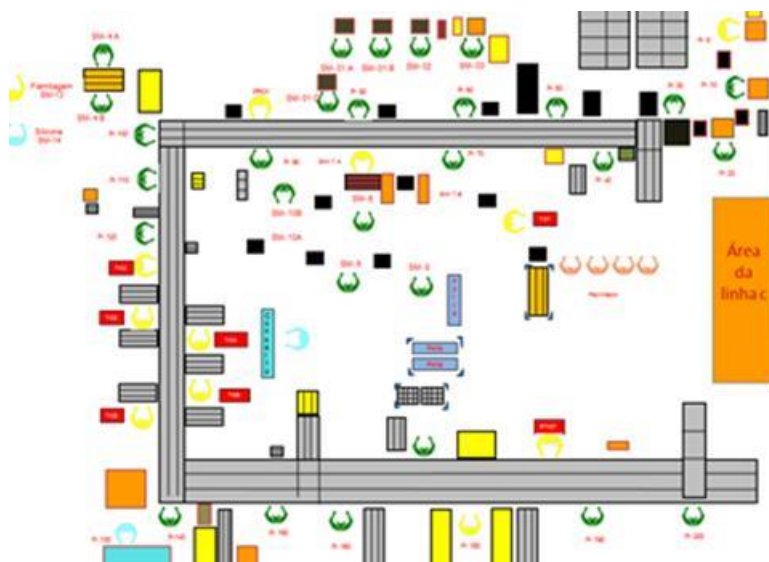
Com os tempos de ciclo de cada posto e o takt time da linha definidos, torna-se possível construir o GBO, ou como é chamado na Toyota, yamazumi board. O yamazumi board nada mais é do que um gráfico de barras empilhadas. A palavra "Yamazumi" significa "empilhar" em japonês, o objetivo deste gráfico é mostrar os tempos de ciclo e o processo de cada operador, visualizando lado a lado todas as operações, como a linha de lava-louças é grande, fica inviável visualizar no próprio gráfico as atividades, por isso foram agrupadas por cores, dependendo da sua relevância no ciclo da operação (verde - agrega valor, amarelo - não agrega valor, mas é necessário, vermelho- não agrega valor), ver o gráfico 01 da situação atual:



Fonte: Elaborado pelos autores

Gráfico 2 – GBO antes do balanceamento

Tendo como base o GBO mostrado Gráfico 01 (antes da melhoria), foi possível desenhar de forma simples um layout atual, no qual ficam evidente as oportunidades de transferir atividades para outros operadores, ver figura 03.



Fonte: Elaborado pelos autores

Figura 3 – Lay out antes do balanceamento

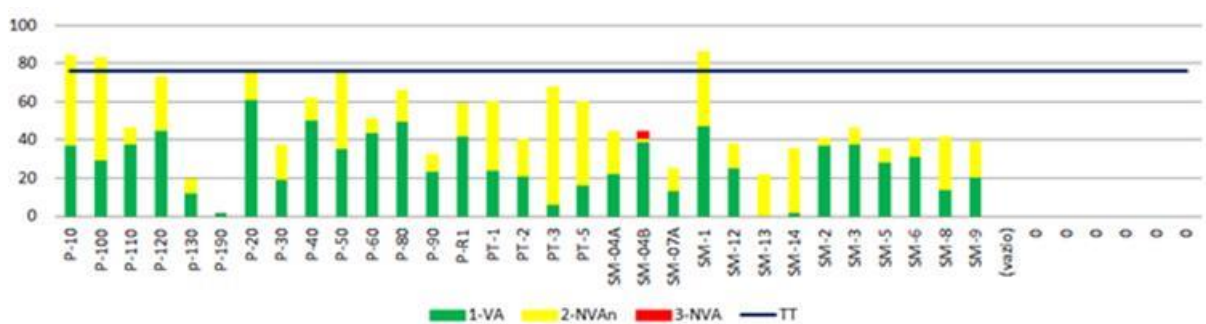
Rother e Harris (2002) nos diz que conhecendo o tempo de ciclo total e o takt time, pode-se determinar o número de trabalhadores ideal para a linha de montagem. No entanto cada processo de montagem tem suas particularidades, nem sempre o ideal é possível, mas para o conhecimento, a soma total de todos os ciclos dos operadores foi 1542 segundos, e o takt time de 72 segundos (80 seg. menos 10% para fadiga), tem-se que o número ideal de trabalhadores são 22, de acordo com os cálculos: Número de operadores = [(Ciclo Total de Trabalho: 1542 seg.) / (Takt Time = 72 seg.)] = 21,42 operadores.

3. Análises e melhorias

Ao analisar o GBO, tendo como parâmetro o novo takt time verificou-se que em todos os operadores há muita ociosidade, então, de acordo com ordem de precedência das atividades e do tempo de ciclo de cada operação, foi realizado diversas simulações de quais tarefas poderiam ser agregadas a cada operador, sempre verificando se este funcionário conseguiria executar dentro do takt time de 72 seg (80 seg. menos 10% para fadiga). As simulações contaram com um time de engenheiros, técnicos de processo e operadores que já trabalharam na linha de montagem.

O gráfico 3 mostra os postos após o balanceamento. É possível observar uma redução

significativa da quantidade de operadores. Com relação às atividades que não agregam valor, mas são necessária (Nvan), houve um pequeno decréscimo pois as operações de passar para o próximo posto foram reduzidas.



Fonte: Elaborado pelos autores

Gráfico 3 – GBO depois do balanceamento

Após toda a análise, foram necessários kaizens que reduziram o tempo de atividade dos postos com operações que ficaram maiores que o tempo takt. Depois das alterações, foi desenhado um novo layout do processo, ver figura 04.



Fonte: Elaborado pelos autores

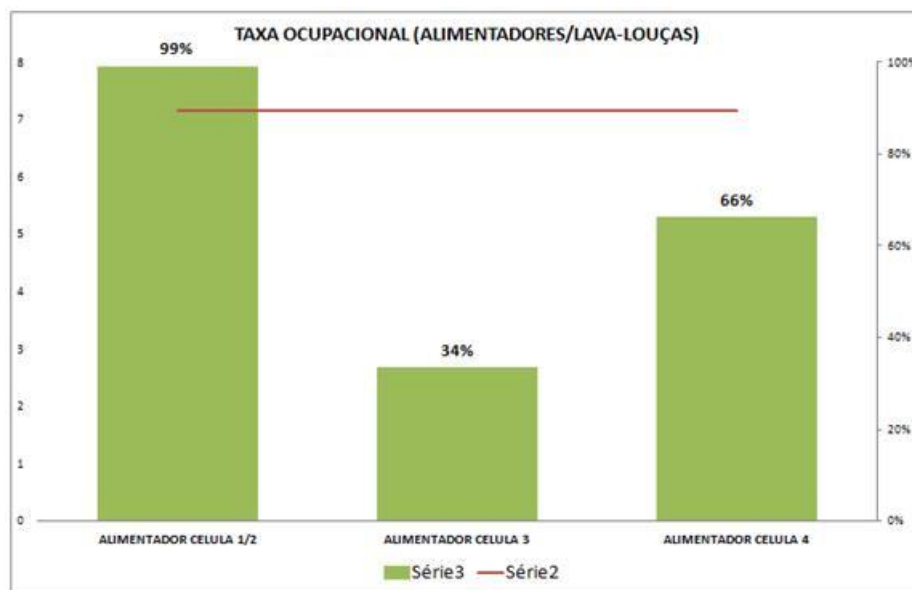
Figura 4 – Lay out após balanceamento

Após o balanceamento, a soma de todos os operários que foram disponibilizados para outras atividades foram no total de 15 pessoas, passando de 48 para 33 operadores na linha. Como calculado, o número ótimo de funcionários eram 22, e isso nos mostra que há a possibilidade para mais melhorias na linha.

4. Taxa ocupacional

Taxa ocupacional aplicada a um operador de logística representa a relação entre o tempo total produtivo e o número de horas disponíveis de trabalho (Aput Aplicação de Lean Manufacturing na Linha Produtiva da Fedima Tyres de Luís Féteira Silva Vieira, outubro de 2010). Estimando este valor, percebe-se qual, ou quais, operadores estão com sobrecarga de trabalho atualmente, isto demonstra qual operador está em sobrecarga, saber quem está com

carga de trabalho maior, facilita balancear as atividades entre os operadores de forma a deixar essas entregas mais produtivas.



Fonte: Elaborado pelo autor

Gráfico 2–Taxa ocupacional

5. Conclusão e benefícios

Por meio dos ganhos obtidos, a utilização do GBO, na empresa de produtos da linha branca foi uma alternativa eficaz e simples no gerenciamento das mãos de obra. Com aplicação do balanceamento foi possível transformar o ambiente produtivo, reduzindo o tempo de ciclo das operações, eliminando desperdícios, possibilitando grandes ganhos de produtividade, reduzindo os estoques em processo e a movimentação desnecessária, além de aumentar a satisfação do cliente, podendo cobrar mais barato.

A principal contribuição do presente estudo foi demonstrar de forma simples que, a distribuição das cargas de trabalho dentro do tempo takt, transferindo elementos de trabalho para postos anteriores ou posteriores, evidencia os desperdícios e os resolve em parte. Não devemos esquecer que mesmo implementando as ações, os resultados devem ser sempre avaliados posteriormente, pois na filosofia lean, sempre há um passo a mais para ser dado.

Referências

- Rother**, Mike; **Harris**, Rick. *Criando Fluxo Contínuo*: um guia de ação para gerentes, engenheiros e associados da produção. São Paulo: Lean Institute Brasil, Junho 2008, 2ª reimpressão, 103p.
- Antônio**, Nelson Santos; **Teixeira**, Antônio. *Gestão da Qualidade*: De Deming ao modelo de Excelência da EFQM. Silabo, 2009, 224p.
- ANTUNES**, JUNICO; **ALVAREZ**, ROBERTO; **PELLEGRIN**, IVAN DE. *Sistema de produção*: conceitos e práticas para projeto e gestão da produção enxuta. Porto Alegre: Bookman, 2008, 328p.
- LIKER**, JEFFREY K. *O Modelo Toyota*: 14 princípios de gestão do maior fabricante do mundo. Porto Alegre: Bookman, 2005, 316p.
- CAUCHICKET**, MIGUEL. Aet al.. *Metodologia de pesquisa em engenharia de produção e gestão de operações*. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010.

VARGAS, RICARDO VIANA. *Manual prático do plano do projeto: utilizando o PMBOK Guide.* Brasport, 2014, 288p.

MINTZBERG, Henry; QUINN, James Brian. (2006). *O processo da estratégia.* 4º ed. Porto Alegre: Bookman, 496p.

PORTER, M. E. *Competitive Strategy: Techniques for Analyzing Industries.* New York: The Free Press, 1980.

GIMENEZ, LEVI; BENEDITO, ANTÔNIO SILVA OLIVEIRA. *Revista Científica Hermes* 8: 3-22, 2013