

# ESTUDO PARA IMPLANTAÇÃO DE BALANCEAMENTO DE LINHA NO PROCESSO DE MONTAGEM DE PRODUTOS ELETRODOMÉSTICOS

Venicius Dias Sousa<sup>1</sup>

Gustavo Ferreira Rabêlo Garcia<sup>2</sup>

## RESUMO

Este trabalho descreve os obstáculos enfrentados na produção de produtos eletrodomésticos em uma empresa multinacional, onde falhas nesses processos têm impacto direto na qualidade do produto e na produtividade. Tal abordagem se faz necessária, pois mostra a aplicação de ferramentas de melhoria contínua para tornar a produção mais enxuta, sendo necessário um planejamento para alcançar um processo produtivo eficiente. O propósito desta pesquisa é analisar os conceitos das ferramentas de melhoria, fazendo com que a produção dos produtos aconteçam de forma balanceada e planejada, buscando eliminar atividades desnecessárias e os reinícios de produção que diminuem significativamente o tempo de não-processamento, estoque em processo e também ajuda na manutenção da qualidade, detectando imediatamente não conformidades. A análise foi desenvolvida por meio de um estudo de caso realizado através da coleta de dados, onde foram evidenciados os problemas enfrentados na célula de montagem. A partir das evidências, será proposto um conjunto de ações nos quais proporcionam redução de atividades que não agregam valor, nivelamento de linha, métodos de trabalho e ganho de produtividade. O artigo apresenta finalmente os efeitos da análise do estudo de caso seguido dos resultados e conclui que através das técnicas utilizadas no estudo a empresa aumentaria sua produtividade e evidenciaria melhor a solução de problemas no processo produtivo.

**Palavras-chaves:** Melhoria contínua. Produtividade. Técnicas de gestão.

---

<sup>1</sup> Graduando do Curso de Engenharia de Produção do Centro Universitário do Sul de Minas. E-mail: [veniciusdsousa@hotmail.com](mailto:veniciusdsousa@hotmail.com)

<sup>2</sup> Professor orientador. Mestrando em Administração de Empresas pela Fundação Dom Cabral. E-mail: [gustavo.garcia@unis.edu.br](mailto:gustavo.garcia@unis.edu.br)

## **1 INTRODUÇÃO**

O mercado atual exige das indústrias melhoria constante de seus resultados, de modo que essas organizações busquem crescer economicamente e aumentar o seu desempenho. Por isso cada vez mais as indústrias investem em melhoria contínua, buscando reduzir custos e otimizar seus processos, prezando a qualidade. O estudo iniciou-se através de obstáculos enfrentados pela produção de aparelhos eletrodomésticos para alcançar resultados eficientes, onde as falhas nesses processos produtivos têm impacto direto na qualidade do produto e na produtividade.

Este estudo tem como finalidade, mostrar através do balanceamento de linha como otimizar o processo de produção em uma célula de fabricação de produtos eletrodomésticos, tornando o setor mais produtivo e enxuto. Tal propósito será conseguido mediante uma pesquisa bibliográfica e documental em artigos científicos e livros direcionados ao tema proposto, com o intuito de obter base para realização do estudo de caso. O referencial iniciará com uma breve introdução dos conceitos de cada ferramenta.

A partir disso, serão apresentados os dados e os tempos atuais dos postos de trabalho da célula de montagem referente a oito postos de trabalhos, o qual é proposto um plano de melhorias baseado nas ferramentas de melhoria contínua que possibilitam um nivelamento de linha, redução de oito para sete operadores, ganho de produtividade e proposto um método de trabalho para produção de três, cinco e sete operadores.

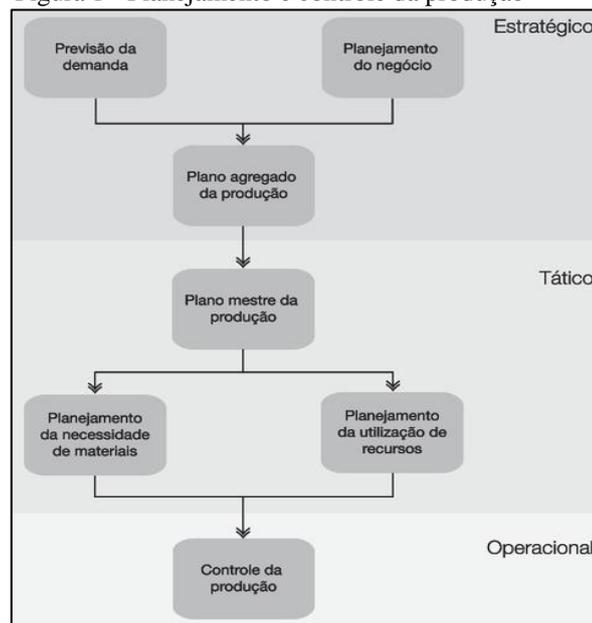
O artigo aponta finalmente os efeitos da análise do estudo de caso seguido dos resultados e conclui que através das técnicas utilizadas no estudo a empresa aumentaria sua produtividade e evidenciaria melhor a solução de problemas no processo produtivo.

## **2 REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1 Planejamento e controle da produção**

O planejamento e controle da produção controla os processos produtivos que segundo Bezerra (2013) consiste na utilização de vários procedimentos operacionais como mostrado na figura 1 abaixo:

Figura 1 - Planejamento e controle da produção



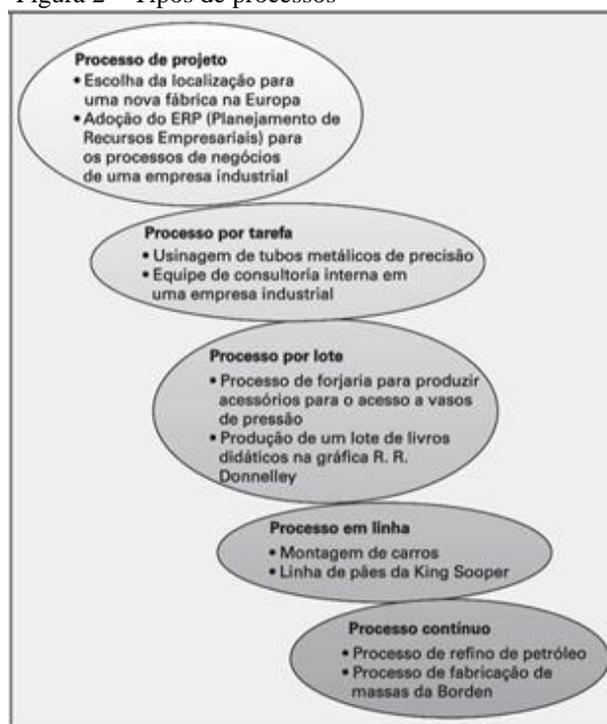
Fonte: Bezerra, 2013

Braga (2008) destaca a importância dos sistemas de sequenciamento e sincronização que são fundamentais para o desempenho da produção, sendo capaz de avaliar as melhores alternativas de produção, as possíveis restrições produtivas, a disponibilidade de materiais, dentre outras tarefas que geram eficiência produtiva.

O processo produtivo da empresa não funciona isoladamente, ele sofre com as mudanças de dentro e de fora da empresa, que podem afetar sua eficiência, ou seja, pode ser influenciado pelo ambiente interno e externo (MOREIRA, 2011).

Ritzman (2004) destaca as decisões que afetam diretamente o processo: integração vertical, flexibilidade dos recursos, envolvimento do cliente e intensidade de capital. Sendo importante a decisão do tipo de processo que será aplicado, como mostra a figura 2 abaixo:

Figura 2 – Tipos de processos



Fonte: Ritzman, 2004.

## 2.2 Balanceamento de linha

Para Moreira (2004), a tarefa do balanceamento de linha é conceder as atividades aos postos de trabalho de maneira atingir a taxa de produção, de forma que as atividades sejam distribuídas de maneira uniforme entre os postos. Ainda segundo o autor, o tempo disponível para realizar a operação no posto de trabalho é chamado de tempo de ciclo.

Moreira (2004) afirma que uma grandeza básica no balanceamento de linha é a sua eficiência, que é calculada como o quociente entre o tempo de operação efetivo na linha e o tempo total disponível.

## 2.3 Processo de fluxo contínuo da produção

O fluxo contínuo busca alinhar a disposição das máquinas e o tamanho dos lotes, buscando reduzir os estoques em processos e esperas na produção. Com isso há a alimentação dos postos de trabalho de forma correta, com o mínimo de material, pessoas e espaço. Através da redução de estoque é possível visualizar facilmente os problemas e com isso solucioná-los rapidamente (ALBERTIN, 2016).

Para Albertin (2016) para a produção em fluxo contínuo são necessários:

- a) Diminuição do setup, gerando lotes pequenos;

- b) Controle da qualidade no próprio local de trabalho;
- c) Evitar paradas de máquinas através da manutenção preventiva.

Para dar continuidade ao fluxo contínuo é necessário calcular o ritmo da produção. Segundo Albertin (2016) o ritmo da produção é obtido através do takt time, que é a velocidade do sistema produtivo (célula), sendo calculado pelo seguinte fórmula:

$$\text{Tempo Takt} = \frac{\text{Tempo de trabalho disponível}}{\text{Demanda do mercado}}$$

De acordo com Albertin (2016) a sincronização do fluxo produtivo tem como objetivo fazer com que a rotina de operações-padrões (ROP) em cada posto de trabalho seja igual ao tempo takt.

Segundo Albertin (2016) para o fluxo contínuo alcançar a melhoria contínua, a padronização das tarefas é indispensável, pois reduz a variabilidade e contribui para o controle e estabilidade do processo.

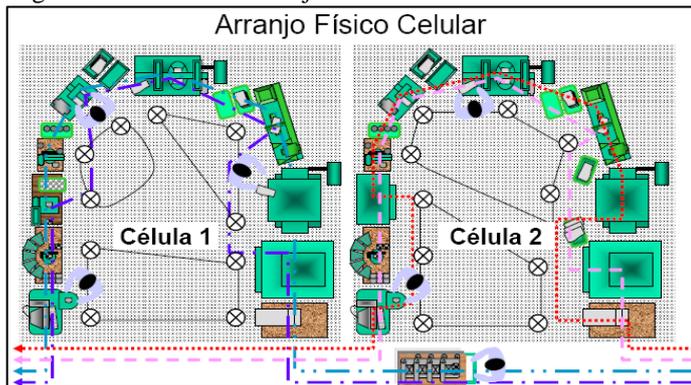
Slack (2009) cita que outro ponto importante é o nivelamento da produção ou *heijunka*, que faz o nivelamento da produção de modo que o mix e volume sejam constantes ao longo do tempo, eliminando a sobrecarga dos operadores e o excesso de estoque. Seus objetivos são:

- a) Evitar produção em grandes lotes;
- b) Produzir itens variados;
- c) Estabilizar a demanda de recursos para produção;
- d) Minimizar inventários.

## **2.4 Rearranjo no layout de células produtivas**

Existem alguns tipos de layout no setor de manufatura da fábrica. Para Santoro & Moraes (2014), a configuração linear é associada a sistemas orientados a produtos e à configuração posicional, funcional e celular que estão associadas a sistemas orientados a processos. O layout que foi utilizado neste projeto é o layout celular como apresentado na figura 3 abaixo:

Figura 3 – Modelo de arranjo físico celular

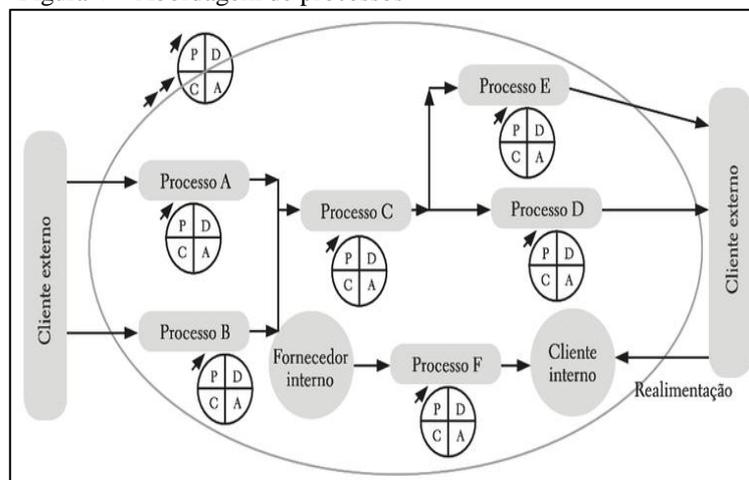


Fonte: UGF, 2009.

## 2.5 Análise do valor agregado nos processos

De acordo com Albertin (2016) para obter melhoria contínua é feita uma abordagem ou gestão de processo que gera ganhos significativos para a organização em termos de desempenho e lucratividade conforme a figura 4 abaixo:

Figura 4 – Abordagem de processos



Fonte: Albertin, 2016.

Segundo Albertin (2016) a análise do valor agregado (AVA) faz a identificação das atividades de um determinado sistema produtivo, que são efetivamente importantes para atender os requisitos e demandas dos clientes. Podendo ser classificadas em:

- Atividades com valor real agregado (VRA) – produzem resultados e atendem as necessidades dos clientes;
- Atividades com valor empresarial agregado (VEA) – podem ou não produzir resultados, não atendem as necessidades dos clientes, mas auxiliam nas funções empresariais;

- c) Atividades sem valor agregado (SVA) – podem ou não produzir resultados, não atendem as necessidades dos clientes e as funções empresariais.

Segundo Chiavenato (2008) é considerado um desperdício toda atividade que consome recursos e que não agrega valor ao produto, é o caso de estoques, retrabalhos, avarias, ciclos de tempo de produção estendido, paradas inesperadas e refugos.

## **2.6 Estudo de métodos e movimentos**

De acordo com Braga (2008) todo o trabalho a ser desenvolvido deve permear uma metodologia de execução, assim o estudo do método do trabalho busca organizar as formas de desenvolvimento e operacionalização das atividades a serem desenvolvidas.

Para Martins (2005) a eficiência e os tempos padrões de produção são influenciados pelo tipo fluxo de material dentro da empresa, processo escolhido, recursos utilizados e as características do trabalho que está sendo observado, pois quanto maior a intervenção humana nos processos de produção, maior será a dificuldade de se medir corretamente os tempos das operações, uma vez que cada funcionário possui habilidades e forças diferentes um do outro.

Slack (2007) relata que o estudo do método de trabalho envolve seis passos para sua efetivação. São eles:

- a) Seleção do trabalho a ser estudado;
- b) Registrar os fatos relevantes;
- c) Examinar criticamente estes fatos na sequência;
- d) Desenvolver métodos mais práticos, econômicos e efetivos;
- e) Implantar o método;
- f) Checagem constante do método já implantado.

Com esses passos bem definidos, Slack (2007) afirma que a precisão e a otimização ficam bem mais fáceis de serem trabalhadas, uma vez que pode ser estudado o trabalho que lhe dará o maior retorno, é possível fazer uma análise crítica do método de trabalho, o desenvolvimento de novos métodos que podem ser mudados, elaborados e vários outros fatores significantes na determinação do melhor método de trabalho.

Segundo Corrêa (2011) o estudo dos tempos é um método que é feito através da utilização da cronometragem sobre o trabalho do indivíduo apto a fazer a atividade, considerando a condição de trabalho normal. Ainda segundo o autor, o método é dividido em cinco passos, com o propósito de estabelecer um tempo-padrão para as tarefas ou ciclos de tarefas componentes de trabalho. São eles:

- a) Definir a tarefa a ser estudada;
- b) Dividir a tarefa em elementos;
- c) Cronometrar os elementos;
- d) Determinar o tamanho da amostra;
- e) Estabelecimento dos padrões.

Para Moreira (2004), pode trabalhar-se com uma visão macro das operações, em seguida, atacar detalhes específicos, tais como o arranjo das ferramentas de trabalho, utensílios no local do trabalho e os movimentos que o operador realiza ao se deslocar-se para fazer a atividade.

## **2.7 Manufatura Celular**

O processo de manufatura celular é uma maneira de organizar a atividade com o propósito de aumentar a eficiência e a produtividade, através de operadores multifuncionais, que movimentam-se de forma a atender as operações do processo, com o arranjo físico de produção organizado para agrupar processos similares em operações ou processos dedicados a um grupo de família de produtos com características semelhantes (PRASAD; ARAVINTHAN, 2011; ANGRA, 2007).

Para Slack (2008) entre os importantes benefícios da produção celular estão os reduzidos tempos de troca rápida de ferramentas, a facilidade de treinar as pessoas para as funções e o elevado grau da eficiência dos equipamentos, sendo que, a combinação de uma processo celular eficiente e pequenos lotes de materiais, resulta em níveis muito baixos de materiais em processo.

## **3 METODOLOGIA**

Este projeto se caracteriza por sua finalidade como pesquisa aplicada, que segundo Gil (2008) possui como característica principal a investigação, aplicação, utilização e verificação das possíveis consequências que possam surgir.

A metodologia adotada é a revisão bibliográfica dos conceitos de fluxo contínuo e das ferramentas de melhoria contínua, buscando embasar os fatos e evidências do problema que se procura estudar. De acordo com esta metodologia, optou-se por se tratar de um estudo de caso.

O tema foi elaborado, com o objetivo de contribuir para que o conhecimento científico pudesse difundir na empresa a melhoria e aprimoramento dos processos produtivos. A intenção é validar a importância do balanceamento de linha e das ferramentas de melhoria contínua no que tange a qualidade e produtividade para evitar a ocorrência de estoques em processo e desnivelamento da produção.

### **3.1 Análise do Cenário Atual**

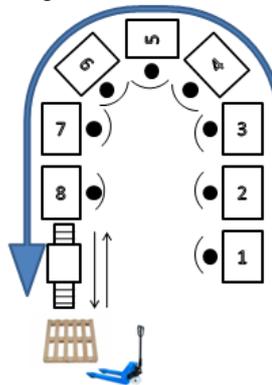
A empresa em questão atua no segmento de produtos eletrodomésticos e busca satisfazer as necessidades dos clientes com eficiência, porém precisa ganhar força no mercado e conseqüentemente aumentar seu potencial competitivo em cima dos seus concorrentes para se manter no mercado. Dentre vários produtos do seu portfólio, o foco será os liquidificadores, onde ocorrerá a célula piloto. A análise de balanceamento de linha foi efetuada em uma linha de montagem estruturada para a montagem de liquidificadores, por esse representar 60% do faturamento da empresa em 2016.

A primeira etapa do estudo realizou um diagnóstico da estrutura da linha de montagem, coletando informações sobre a quantidade de postos de trabalho, as operações realizadas em cada posto, o tempo gasto por operador em cada estação de trabalho e o tempo de ciclo da linha de montagem. O tempo gasto por operador em cada estação de trabalho foi obtido pela média resultante de cinco tomadas de tempos em cada posto, acrescido de fatores de correção utilizados em cronoanálise (fadiga, necessidades pessoais, etc.). A linha de montagem em questão conta com oito postos de trabalho e o mesmo pode produzir até 1142 liquidificadores por turno, o que corresponde a 142 aparelhos por operador, ocupando um espaço físico de 75 metros quadrados. Por possuir apenas 01 método de trabalho, essa condição só funcionaria somente com os oito operadores presentes, o que deixaria o processo inflexível, ou seja, na ausência de um operador, todo o processo produtivo seria incapaz de produzir.

Com base no cenário atual utilizado pela organização para produção desses produtos analisados, nota-se que há certa dificuldade, desperdício de tempo e movimento, gargalo, posto ocioso, uma vez que os postos de trabalhos não possuem um trabalho definido e padronizado.

A figura 5 abaixo, mostra o layout da linha de montagem:

Figura 05



Fonte: O autor (2017)

### 3.2 Treinamento dos Colaboradores

O treinamento dos colaboradores é necessário para que compreendam qual o objetivo do trabalho e conheçam as ferramentas que serão aplicadas no processo produtivo. Esse treinamento teórico foi baseado em atividades dinâmicas, mostrando a importância da implementação e os ganhos que podem ser obtidos. Nesse treinamento consegue-se observar, a resistência dos colaboradores em relação ao trabalho, o que pode-se chamar de quebra de paradigmas, onde eles terão que trabalhar e relatar tudo que acontece hora após hora.

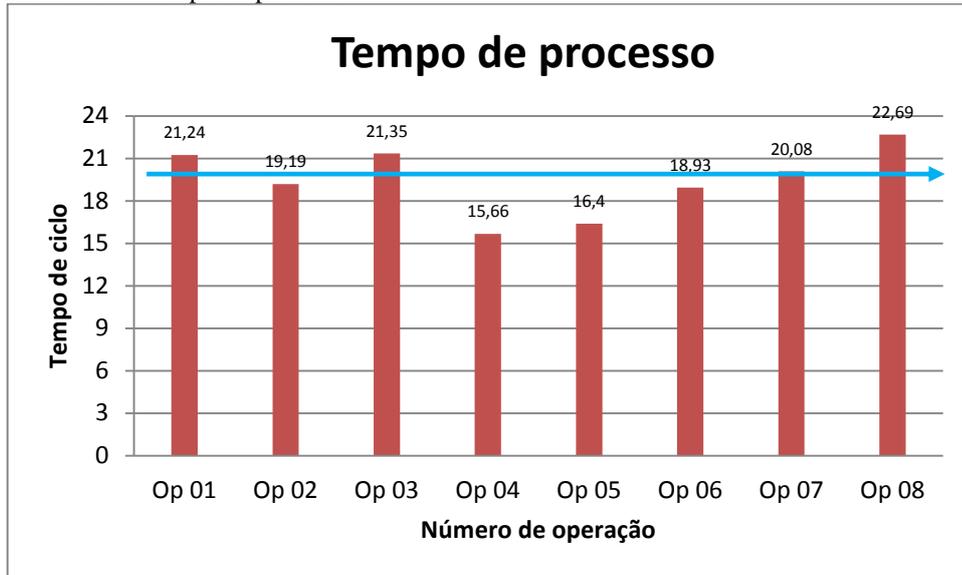
Após a apresentação do que se pretende fazer, o espaço é aberto para perguntas e sugestões, esse momento é bom para que sejam esclarecidas todas as dúvidas e apresentadas idéias que possam contribuir positivamente com a implementação.

A linha em estudo possui oito operadores, um abastecedor e um líder, a fábrica funciona em dois turnos, além do supervisor da área, a também um engenheiro de processos, um técnico de segurança do trabalho, um colaborador da manutenção e um analista de qualidade, portanto vinte e cinco pessoas devem ser treinadas.

### 3.3 Medições e Tempos

Para entender e identificar os postos gargalos e ociosos acompanhou-se todo o processo de montagem, a fim de mensurar quais as atividades poderiam ser melhoradas ou até mesmo eliminadas do processo, tais informações estão destacadas no apêndice A. Com as informações do tempo de operação por posto de trabalho criou-se o gráfico 01 abaixo demonstrando o tempo de processos das operações.

Gráfico 01 - Tempo de processo



Fonte: o autor (2017)

Para uma análise mais apurada formulou-se primeiramente um relatório estatístico, com os dados referentes á capacidade produtiva, segue a tabela 1 abaixo:

Tabela 01 - Capacidade produtiva

Linha liquidificador	
Média	19,44
Mediana	19,63
Desvio padrão	2,44
Variância da amostra	5,95
Mínimo	15,66
Máximo	22,69
Soma	155,54
Contagem	08

Fonte: o autor (2017)

No gráfico 01 fica claramente evidenciado como os postos de trabalho estão desbalanceados em relação a uma linha mediana. Mesmo que os cálculos apontem para uma linha mediana em 19,63 segundos, segundo Slack (2000) quando a capacidade do processo não está totalmente uniforme entre os postos de trabalho, a capacidade produtiva de todo o sistema está limitado pelo posto gargalo - 22,69 segundos. Portanto os postos que apresentam tempos superiores ao tempo mediano estarão ainda mais ociosos e os postos que apresentam tempos inferiores ao tempo mediano estarão mais próximos ao tempo gargalo. Para uma quantificação do nível do desbalanceamento é então calculado o percentual de ociosidade da linha de 15,5%.

Com todos os dados e tempos levantados, foi realizada a implementação das ferramentas de melhoria contínua. No próximo tópico serão abordadas as possíveis soluções para o caso apresentado, a fim de nivelar os postos de trabalho, criar uma padronização das atividades, melhoria de layout e métodos de trabalho.

### **3.4 Estruturação das equipes e implementação**

Para a implementação e condução do trabalho no chão de fábrica, a equipe foi escolhida de forma estratégica contendo representantes de vários departamentos da organização, os vinte operadores foram divididos em duas equipes multidisciplinares interagindo entre eles e debatendo quais serão os planejamentos a serem seguidos para a implementação das ferramentas. Em nível hierárquico o engenheiro de produção era o responsável por guiar as pessoas durante a implementação, porém as atividades não eram de responsabilidade somente do departamento de engenharia, elas foram estabelecidas e modificadas de forma participativa em todos os membros da equipe, desta maneira foi possível juntar os representantes das principais áreas da organização podendo assim ser discutido as principais ocorrências de problemas e viabilizar as possíveis soluções para os diversos casos encontrados.

## **4 RESULTADOS E DISCUSSÕES**

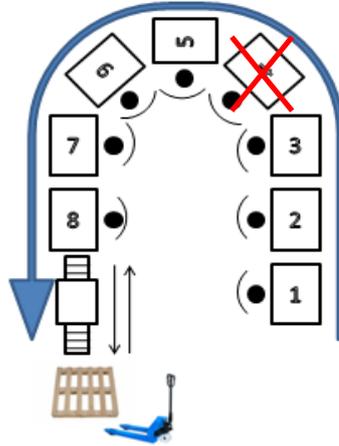
A alta concorrência no mercado atual tem feito com que as empresas busquem por processos mais enxutos e eficientes para que sejam capazes de atender as expectativas dos clientes. Com o resultado das medições e a distribuição das equipes, foi realizado o brainstorming para identificação de possíveis ações, onde foram propostos planos de ações que possibilitaram reduzir um posto de trabalho e atividades desnecessárias nos demais postos. Conforme apêndice B, são levantados os principais pontos discutidos pelas equipes, para o objetivo proposto.

A partir dos pontos de melhoria identificados por cada grupo, foram apresentadas e discutidas idéias entre os grupos para decidir quais seriam as ações a serem tomadas. Em seguida foram definidas as ações, apresentando o planejamento com as supostas mudanças discutidas e os responsáveis por cada ação.

Esse trabalho de implementação das melhorias ocorreu no período de duas semanas, durante esse prazo não houve produção na célula, esse período foi o suficiente para que as

ações fossem realizadas. Segue figura 06 abaixo do layout depois das melhorias implementadas:

Figura 06 - Layout futuro

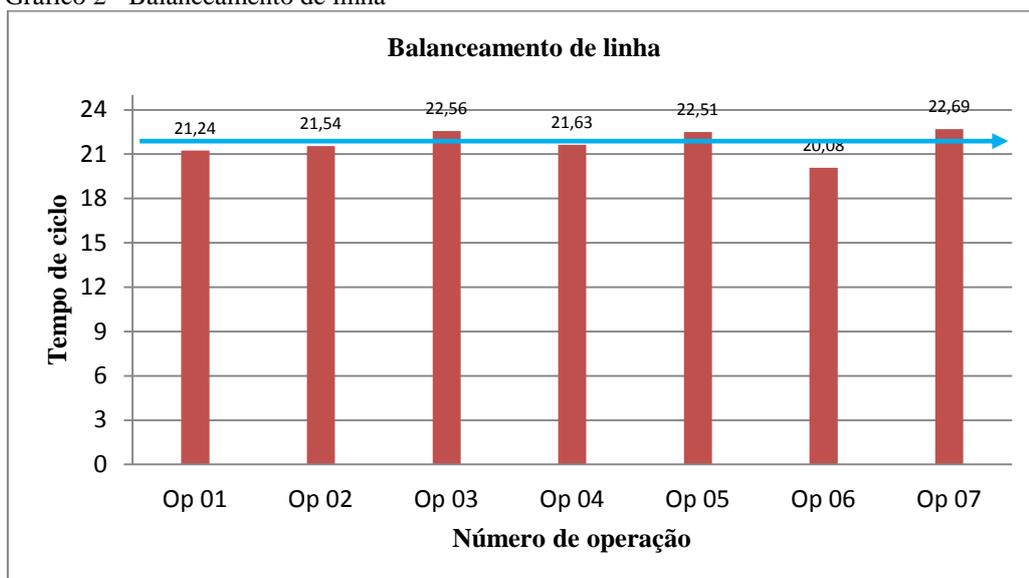


Fonte: o autor (2017)

O balanceamento da linha é conseguido quando todos os postos de trabalho executam as operações com os tempos bem semelhantes um ao outro, para que isso aconteça foi estabelecido uma redistribuição das atividades para proporcionar bons resultados. Essa redistribuição das operações visando a redução da ociosidade pode também aliviar uma operação gargalo, contribuindo ainda mais para o equilíbrio do processo. A configuração proposta acima apresenta como resultado principal a eliminação de uma operação do processo (operação 4), fazendo com que as operações desempenhadas sejam redistribuídas aos outros operadores de forma que não ultrapassa o tempo takt, reduzindo assim a ociosidade do processo para 5,47%.

O gráfico 2 abaixo representa a nova proposta de balanceamento de linha mais harmônica, sem grandes oscilações. Com essa configuração de processo, o takt time permanece o mesmo, porém a eficiência por operador aumentou em 14,78%, sendo mais produtivo.

Gráfico 2 - Balanceamento de linha



Fonte: o autor (2017)

A tabela a seguir apresenta as melhorias realizadas, com o intuito de realizar uma análise comparativa antes e após a implementação.

Tabela 2 - Análise comparativa

Comparação entre a condição antes e após a implementação			
	Antes	Após	Ganhos
Espaço físico %	75m <sup>2</sup>	56m <sup>2</sup>	25,33%
Produtividade p/operador	142aparelhos	163aparelhos	14,78%
Método de trabalho	01	03	Flexibilidade de montagem
Números de itens da célula	6281	4181	Redução de 33%
Abastecimento	Aleatória	Rotas	Ganho de movimentação
Takt time	23,01	23,01	0%
Ociosidade %	15,5%	5,47%	9,19%

Fonte: o autor (2017)

Com o intuito de criar uma célula flexível para reagir a mudanças esperadas ou inesperadas do processo de fabricação, foram definidos três métodos de trabalhos, esses métodos condizem com três, cinco e sete operadores, fazendo que a célula seja mais flexível ao plano de produção.

Contudo, para a aplicação dos estudos a empresa deve estar disposta a investir nas melhorias apresentadas, que são vantajosas a curto prazo, e além das melhorias citadas, existem outras melhorias não apresentadas aqui.

## **5 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Com a execução do projeto na célula de montagem de liquidificadores, foi estimado que após a implementação desse estudo em todos os setores produtivos na empresa, haveria uma redução de custo anual de R\$365.000,00 em mão de obra. Sendo assim as ferramentas e o projeto atingiu os objetivos propostos de melhoria nas células de montagem, por esse motivo a empresa pretende desdobrar as ferramentas aplicadas em todos os setores da fábrica.

Mas para que isso aconteça de fato, o primeiro caminho é implantar essas ideias na cultura da empresa, mostrando as vantagens que a melhoria contínua traz ao ambiente organizacional, criando um clima de confiança e motivação para os colaboradores.

Para que os programas de melhoria contínua não sejam uma "moda" na empresa é necessário estar sempre motivando e treinando os funcionários, além de alertar a todos os envolvidos para os ganhos que se podem ter com esses projetos, assim ele estará em constante evolução, pois esses projetos realmente só terá sucesso se todos os colaboradores estiverem envolvidos e empenhados a criar um ambiente produtivo e agradável, desde o chão de fábrica a alta gestão da empresa.

O processo em si deve ser constantemente renovado, isto é, as atividades e processos devem ser observados e as novas perdas que possam surgir devem ser eliminadas em um processo contínuo.

### ***STUDY FOR IMPLANTATION OF LINE BALANCING IN THE PROCESS OF ASSEMBLY OF ELECTROMETRIC PRODUCTS***

#### ***ABSTRACT***

*This paper describes the obstacles faced in the production of household appliances in a multinational company, where failures in these processes have a direct impact on product quality and productivity. Such an approach is necessary because it shows the application of continuous improvement tools to make the production leaner, being necessary a planning to reach an efficient productive process. The purpose of this research is to analyze*

*the concepts of improvement tools, making product production happen in a balanced and planned way, aiming to eliminate unnecessary activities and production restarts that significantly reduce the time of non-processing, inventory in process and also helps in the maintenance of the quality, detecting immediately nonconformities. The analysis was developed through a case study carried out through the data collection, where the problems faced in the assembly cell were evidenced. From the evidence, a set of actions will be proposed in which they provide reduction of activities that do not add value, line leveling, working methods and productivity gain. The article finally presents the effects of the analysis of the case study followed by the results and concludes that through the techniques used in the study the company would increase its productivity and would better show the solution of problems in the productive process.*

**Keywords:** *Continuous improvement. Productivity. Management techniques.*

## REFERÊNCIAS

ALBERTIN, Marcos Ronaldo. **Gestão de processos e técnicas de produção enxuta.** Curitiba: InterSaberes, 2016.

BEZERRA, Cícero Aparecido. **Técnicas de planejamento, programação e controle da produção.** Curitiba: InterSaberes, 2013.

BRAGA, R. **Os desafios para estabelecer um fluxo contínuo numa linha de produção: caso na indústria automobilística.** Dissertação Mestrado da Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. Florianópolis, 2008.

CHIAVENATO, Idalberto. **Planejamento e controle da produção.** 2 ed. São Paulo, 2008.

CORRÊA, Henrique L; CORRÊA, Carlos A. **Administração de produção e de operações.** São Paulo: Atlas, 2011.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social.** 6 ed. São Paulo: Atlas, 2008.

MARTINS, Petrônio Garcia. **Administração da produção.** 2 ed. São Paulo: Saraiva, 2005.

MOREIRA, Daniel Augusto. **Administração da produção e operações.** 2. ed. São Paulo, 2011.

MOREIRA, Daniel Augusto. **Administração da produção e operações.** São Paulo, 2004.

PRASAD, P. S. S.; ARAVINTHAN, G. Development of Cellular Layout for a Pump Manufacturing Industry. **The IUP Journal of Operations Management**, v.10, n.2, 2011.

RITZMAN, Larry. P; KRAJEMSKI, J. Lee. **Administração da produção e Operações**. São Paulo, 2004.

SANTORO, M. C.; MORAES, L. H. ENEGEP. **Planejamento e projeto de arranjo físico (plant layout) de uma fábrica de motores**, São Paulo, 2014.

SLACK, Nigel. **Administração da produção**. 2 ed. São Paulo: Atlas, 2007.

SLACK, Nigel. **Administração da produção**. 3 ed. São Paulo: Atlas, 2009.

SLACK, Nigel. **Administração da produção**. São Paulo: Atlas, 2008.



Posto 07	Operação - Embalagem 01	Repetições					Média
		1	2	3	4	5	
Passo 01	Pegar embalagem e montar sobre a bancada	4,51	4,54	4,87	4,35	4,55	4,564
Passo 02	Pegar etiqueta de voltagem e colar na embalagem	3,15	3,12	3,45	3,55	3,44	3,342
Passo 03	Pegar calço inferior, montar e dispor dentro da caixa	5,12	5,42	5,15	5,22	5,2	5,222
Passo 04	Pegar aparelho dentro da caixa	2,98	2,87	2,45	2,45	2,65	2,68
Passo 05	Dispor folheto de instrução dentro da caixa	2,81	2,45	2,65	2,48	2,44	2,566
Passo 06	Enviar embalagem e copo para o próximo posto	1,87	1,68	1,75	1,59	1,67	1,712
							20,086
Posto 08	Operação - Embalagem 02	Repetições					Média
		1	2	3	4	5	
Passo 01	Pegar embalagem com aparelho e dispor na cuba	1,65	1,56	1,75	1,67	1,88	1,702
Passo 02	Pegar calço superior, montar e dispor dentro da caixa	5,14	5,26	4,98	5,54	5,12	5,208
Passo 03	Pegar folheto de certificado e dispor dentro da caixa	2,82	2,45	2,67	2,66	2,58	2,636
Passo 04	Pegar Filtro e colocar dentro do copo	3,45	3,45	3,46	3,54	3,42	3,464
Passo 05	Pegar copo e dispor dentro da caixa de embalagem	2,98	2,78	2,65	2,75	2,77	2,786
Passo 06	Fechar caixa de embalagem e colocar na máquina 3m	6,01	6,12	7,01	7,85	7,49	6,896
							22,692

## APÊNDICE B

Brainstorming	
01	Eliminar o posto 4 e redistribuir as atividades para os demais postos
02	Eliminar o posto 5 e redistribuir as atividades para os demais postos
03	Fazer a junção dos postos 4 e 5 e passar a etiqueta inmetro para o posto 03
04	Passar o acoplamento da chave para o posto 02, em seguida passar o filtro e panfleto para o 7 posto, assim elimina a operação 08
05	Distribuir algumas atividades dos postos gargalos para os postos mais ociosos, diminuindo o tempo ciclo da célula
06	Fazer o acoplamento e montagem da faca do copo no setor do preparo, eliminando o posto 05 e readequando as atividades dos demais postos
07	Refazer o método de trabalho e definir montagem com métodos padronizados para 03, 05 e 07 operadores.
08	Fazer a automação do teste 100%, eliminaria uma operação manual, e readequando as demais atividades.
09	Transferir a máquina de gravação de dados de placa para o setor de injeção, fazendo que as bases já venham gravadas, assim eliminaria a operação 03
10	Unificar as duas operações da embalagem
11	Automatizar a operação de fechamento da base