

BALANCEAMENTO DE LINHA DE PRODUÇÃO EM UMA INDÚSTRIA DE CHICOTES ELÉTRICOS

Alan Augusto de Oliveira Pereira⁽¹⁾; Fabiano Junior da Silva⁽¹⁾; Dr. Rafael Miranda de Carvalho⁽²⁾

¹Graduandos do curso de engenharia de produção; ²Professor orientador;
Engenharia de produção; FEPI – Centro Universitário de Itajubá;
aln_pereira@yahoo.com.br⁽¹⁾; bianosilva2011@gmail.com⁽¹⁾; mirandaprod@yahoo.com.br⁽²⁾

Resumo: As empresas atualmente vêm buscando otimizar seus recursos produtivos, afim de se tornarem mais competitivas no mercado e ampliar seus lucros. Pensando nisto, este artigo tem como objetivo analisar e propor melhorias no processo de montagem de chicotes elétricos, tendo como foco a melhoria do *layout*, implementação de mesa giratória (*conveyor*) e balanceamento de linha. Isso porque a empresa enfrenta dificuldades no atendimento a demanda do cliente, que é alcançada somente com o uso de horas extras de trabalho. O trabalho foi realizado através da análise de tempo do processo e modificação do *layout* atual. Com base na demanda, no tempo de ciclo e no número de operadores atualizados, foram realizados os cálculos de balanceamento de linha como consequência dos tempos padrões de cada posto de trabalho obtidos. Este estudo resultou em ganhos em produtividade, redução do número de operadores e redução da área de ocupação das linhas de produção.

Palavras-chave: Balanceamento de linha, melhoria de *layout*, aumento de produtividade

INTRODUÇÃO

Para conquistar clientes em um mercado altamente competitivo, as organizações visam produzir com a maior eficiência possível, reduzindo seus custos operacionais e diminuindo a variabilidade de seus processos produtivos como forma de oferecer preços menores aos consumidores, e então obter vantagem diante de seus concorrentes (ANTUNES, 2007). Dentro deste contexto, faz-se necessário uma sincronia entre as atividades num ambiente de manufatura.

Na busca desta sincronia, o balanceamento de linha de produção é uma das técnicas alternativas para melhorar o processo e simplificar a gestão (SOARES, 2007). Moreira (2004) afirma que a função do balanceamento de linha é a de atribuir tarefas de modo que os tempos de ciclo sejam equivalentes entre os postos de trabalho, para atingir a taxa de produção demandada.

Como primeira etapa da implementação, deve-se dispor os equipamentos de maneira que o fluxo seja constante e sem interrupções em todas as estações da linha (ABDULLAH, 2003). Para que isso ocorra Slack, Chambers e Johnston (2009) sugerem que o arranjo físico dos equipamentos deve ser tal que não sejam ocupados espaços desnecessários, procurando diminuir, sempre que possível, as lacunas que venham a existir no processo produtivo. Ou seja, o espaço físico deve ser

racionalizado e disposto de maneira contínua na linha de produção, evitando que o rendimento operacional possa comprometer as metas estabelecidas pela empresa.

Na empresa onde foi realizado este estudo de caso, pode-se enxergar oportunidades de melhoria no processo de montagem, onde os resultados obtidos não atendem à demanda do cliente, tornando-se obrigatório a utilização de horas extras de trabalho.

Com base nestas informações, este artigo tem como objetivo descrever a aplicação do estudo de balanceamento de linhas a fim de aumentar a produtividade de uma linha de produtos em uma empresa do setor automotivo, situada no sul de Minas Gerais. Como objetivos específicos este artigo propõe:

- Descrever o processo de cronometragem realizada nos postos;
- Retratar o estudo de layout realizado pela empresa;
- Representar os postos de trabalho, antes e após a melhoria implantada para satisfazer o balanceamento das operações.

MATERIAL E MÉTODOS

O método de pesquisa utilizado neste trabalho é o estudo de caso, onde foram coletados dados históricos dos cenários antes e após balanceamento de uma determinada

linha de produção, analisando os resultados obtidos.

De acordo com Miguel (2007), o estudo de caso pode ser visto como uma abordagem qualitativa (um estudo de natureza empírica) de dados de uma estrutura organizacional. Em termos leigos, fazer um estudo de caso é “contar uma história” sobre determinada área dentro de uma organização.

Então, com a finalidade de aplicar a técnica de balanceamento de linha num processo de montagem de chicotes elétricos de uma empresa do ramo automotivo, foram verificadas as situações entre dois cenários distintos, antes e após a melhoria aplicada. Onde o processo é realizado artesanalmente pelos operadores, que ao longo da linha produtiva irão agregar características ao produto através de setores isolados até que o mesmo adquira forma final. Através dos tempos de operação, layout produtivo e número de operadores do setor, pode-se observar várias oportunidades de melhorias que serão detalhadas posteriormente.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 apresenta os resultados encontrados comparando os cenários antes e após melhoria implementada.

Tabela 1 – Comparativo entre as situações antes e após melhoria

Quesito	Situação antes	Situação após	Resultado encontrado
Número de operadores	30 operadores	20 operadores	Ganho de 33%
Área de ocupação	232 m ²	157 m ²	Ganho de 30%
Tempo de ciclo PRODUTO 1	34 s	33 s	Ganho de 3%
Tempo de ciclo PRODUTO 2	40 s	36 s	Ganho de 10%
Produtividade (peças homem/dia)	57	85	Ganho de 49%

Análises da situação antes das melhorias no processo de balanceamento de linha

No caso em questão, tal estudo foi realizado pelo fato de existir uma demanda variável do cliente, não sendo atendida devido à deficiência no setor estudado. Esta deficiência pode ser justificada pelo desbalanceamento dos tempos das operações, ao comparar-se com o *takt time*. Ao analisar os tempos praticados pelos

operadores, desta linha de produção, nota-se uma variação em seus ritmos produtivos. Por isso, a empresa adota a Tabela 2, na qual delimita as faixas de fatores de eficiência relacionados com os tempos de operação.

Tabela 2 – Faixas de fatores de eficiência versus tempo de operação

Tempo da operação	Fatores de eficiência
Até 30 s	10%
Entre 31s e 60 min	5%
Acima de 60 min	0%

Por meio da Tabela 2 e coleta dos tempos cronometrados de todos os postos de trabalho foi possível estabelecer os tempos normais, e conseqüentemente, os tempos padrões para cada operação. Considerando que o fator de tolerância adotado pela empresa é de 5%, foi estabelecido o tempo de ciclo para a linha de dois chicotes similares produzidos no setor em estudo: Produto 1 e Produto 2.

Esta linha de montagem de chicotes elétricos é composta por 30 operadores, distribuídos entre as atividades de Montagem MI, Sub-montagem, Montagem Final, Teste Elétrico, Inspeção Visual e Embalagem. O processo é realizado em mesas estacionárias e o produto se movimenta ao longo das atividades. Os detalhes do fluxo e localização das operações podem ser vistos na Figura 1.

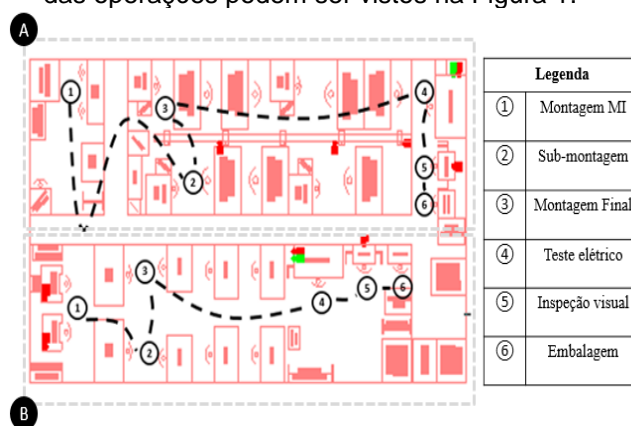


Figura 1 – Layout atual das linhas de montagem

As duas linhas vistas anteriormente ocupam uma área total de 232 m², existindo uma diferença entre as áreas ocupadas por cada linha. Assim o ambiente se apresenta de maneira menos funcional e improdutivo, ou seja, impossibilitando o fluxo contínuo dos produtos.

A seqüência das atividades realizadas nesta linha é dividida em seis postos que realizam tarefas específicas e demandam um determinado número de operadores, como mostra Tabela 3.

Tabela 3 – Atividades realizadas durante a confecção dos produtos

Atividade	Descrição	Número de operadores
Montagem MI	Ocorre a ligação do circuito da lâmpada.	02
Sub-montagem	Realização da montagem parcial do chicote elétrico.	11
Montagem final	Término das ligações, enfaixamento e acabamento dos produtos.	11
Teste elétrico	Teste funcional para verificar a continuidade do circuito.	02
Inspeção visual	Análise visual, verificando possíveis falhas do processo.	02
Embalagem	Finaliza o ciclo com a embalagem dos produtos.	02

A demanda diária total para os produtos em questão era de 1700 peças por dia, sendo 800 peças para o Produto 2 e 900 peças para o Produto 1. A jornada de trabalho diária era de 30200 segundos, realizada num único turno. Então, através da relação entre a jornada diária e a demanda para cada produto obtêm-se o *takt time*, que neste caso foi de, aproximadamente, 38 segundos para o Produto 2 e de 34 segundos para o Produto 1.

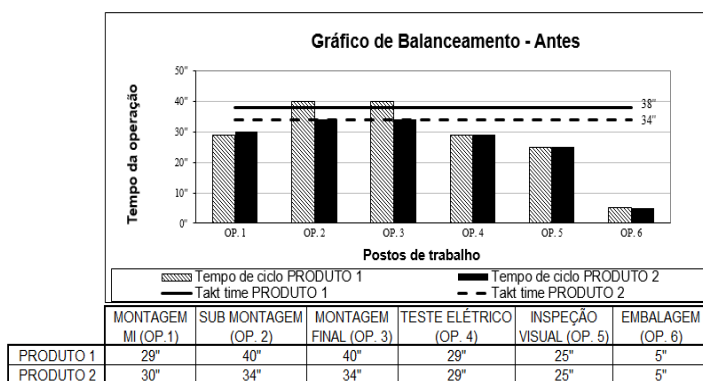


Figura 2 – Gráfico de balanceamento antes da melhoria

A Figura 2 mostra o gráfico de balanceamento de linha, relacionando o tempo das operações com o *takt time*. Com este gráfico, identifica-se que os recursos gargalos são as operações de Sub-montagem (OP. 2) e Montagem Final (OP. 3) tanto para o Produto 1 como para o PRODUTO 2, com tempos de ciclo de 40 e 34 segundos, respectivamente. Além disso, na operação de Embalagem (OP.6) nota-se uma ociosidade do operador

(diferença entre o *takt time* e o tempo de operação).

Com os resultados encontrados nesta situação, foi possível identificar uma necessidade de redução do tempo de ciclo para as duas linhas de fabricação afim de suprir a demanda.

Análises da situação após melhorias no processo de balanceamento de linha

O gráfico de balanceamento da situação atual apresentou uma oportunidade de se unir as operações de Montagem MI com a Sub-Montagem, e a Inspeção Visual com a Embalagem, mediante as melhorias executadas. Mas com a situação apresentada no gráfico, observa-se que não basta somente agrupar as operações, isso ocasionaria um tempo de operação do recurso gargalo mais elevado ainda. Sendo que o objetivo do balanceamento de ambas as linhas é de distribuir a carga de trabalho de maneira uniforme aos operadores, suprimindo a demanda diária.

Como forma de otimizar a situação atual, foram realizadas práticas de melhoria nos micromovimentos dos operadores. Ou seja, disponibilizados próximo aos operadores todos os circuitos e componentes consumidos na atividade, com sequenciamento ordenado que facilitasse sua utilização e ao alcance de suas mãos.

Com os problemas apresentados na seção anterior, classifica-se este cenário como um *layout* funcional que necessita de uma transformação para o layout em linha. Esta modificação foi a substituição de mesas estacionárias por um *conveyor*. O *conveyor* é uma mesa giratória onde os operadores são limitados entre faixas onde realizam sua tarefa. A velocidade que a mesa giratória se movimenta é diretamente proporcional ao *takt time*. Ou seja, à medida que a demanda diminui ou aumenta, a velocidade da mesa irá diminuir ou aumentar na mesma proporção.

Após a alteração no arranjo físico, foi esboçado um novo *layout* onde o fluxo ocorre continuamente, de forma ordenada e com uma área de ocupação menor em relação a situação antes da melhoria. Na Figura 3 pode-se visualizar a mudança ocorrida, um agrupamento das atividades onde o fluxo era interrompido.

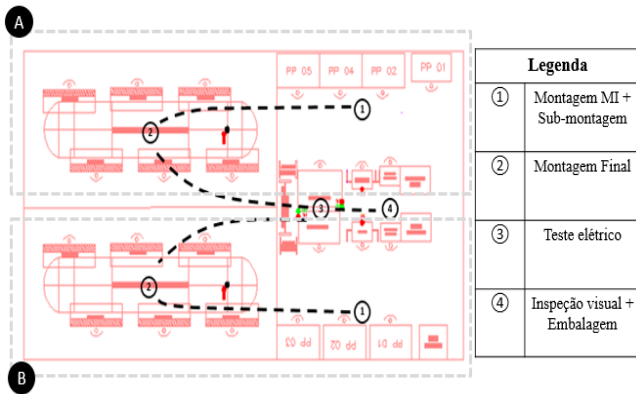


Figura 3 – Layout após a melhoria aplicada.

Com a aplicação de melhorias nos micromovimentos e a modificação no layout houve a necessidade de um limitador de estoques entre os processos. A solução encontrada foi a implementação de ferramentas de conexão, que podem ser classificadas como dispositivos gravitacionais. Esses dispositivos foram colocados entre os processos 01, 02, 03 e 04 com o objetivo de limitar os estoques intermediários. Ou seja, à medida que a operação 02 consome uma peça a operação 01 produz outra para repô-la, caracterizando um sistema puxado de produção.

Como resposta as melhorias, notou-se um ganho na produtividade, já que com a nova proposta os operadores produzem dentro de sua área limitada e no ritmo do giro dos conveyors. Além disso, as ferramentas de conexão limitam os estoques diminuindo os desperdícios ao longo do processo. Sendo assim, o gráfico de balanceamento para a situação pós melhorias (Figura 4) exibe os novos tempos encontrados.

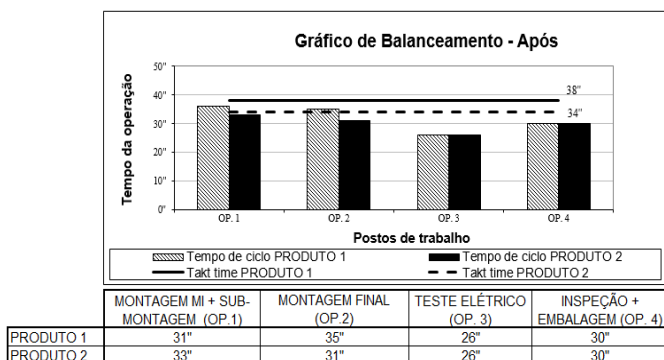


Figura 4 – Gráfico de balanceamento após a melhoria

CONCLUSÃO

Considerando que o objetivo deste artigo foi descrever a aplicação do estudo de balanceamento de linhas como forma de aumentar a produtividade na linha de dois

produtos de uma empresa automotiva, conclui-se que este foi alcançado.

Para atingir os resultados esperados foram realizadas melhorias nos micromovimentos e layout. Isso proporcionou uma distribuição da carga de trabalho uniforme entre os operadores, num ritmo padronizado e abaixo do tempo desejado pelo cliente. Em valores percentuais, houve ganhos expressivos em número de operadores, em área de ocupação das linhas e o mais relevante, na produtividade.

Isso mostra que o alvo principal de aumentar a produtividade através de um balanceamento de linha foi eficaz, destacando ainda a padronização das atividades como forma de facilitar o gerenciamento do ritmo produtivo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABDULLAH, F. M. **Lean Manufacturing tools and techniques in the process industry with a focus on steel**. Tese (Doutorado em Engenharia) – Department of Industrial Engineering - University of Pittsburgh, 2003.

ANTUNES, J. **Sistemas de produção: conceitos e práticas para projeto e gestão da produção enxuta**. Porto Alegre: Bookman, 2007.

MOREIRA, D.A. **Administração da Produção e Operações**. 5 ed. São Paulo: Pioneira, 2004.

MIGUEL, P. A. C. **Estudo de Caso na Engenharia De Produção: Estruturação e Recomendações para sua Condução, Produção**. v. 17, n. 1, p. 216-229, Jan./Abr. 2007.

SLACK, N.; CHAMBERS, S. e JOHNSTON, R. **Administração da Produção**. 3 ed. São Paulo: Atlas, 2009.

SOARES, H. S. **Globalização do sistema de manufatura baseado nas estratégias de melhoria contínua em uma empresa do setor automotivo**. Tese (Mestrado em Engenharia) – Escola Politécnica - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.