

ANÁLISE DA CAPACIDADE PRODUTIVA DE UMA FÁBRICA DE PRODUTOS PARA SAÚDE POR MEIO DE MAPEAMENTO DE FLUXO DE VALOR E DE BALANCEAMENTO DE LINHA

Delvane Alves da Silva – delvanealves@gmail.com

Alexandre de Cassio Rodrigues – alexandrerodrigues.engprod@gmail.com

Wesly Jean – weslyjean99@yahoo.com.br

Centro Universitário Metodista Izabela Hendrix (CUMIH)

Resumo: O setor de produtos para saúde tem crescido de maneira significativa nos últimos, o que tem exigido dos fabricantes a adoção de estratégias de produção que promovam o aumento da capacidade produtiva. A literatura tem sugerido que esse problema seja tratado por meio de análise de Mapeamento de Fluxo de Valor e de Balanceamento de Linha. Assim, nesse trabalho avalia-se o impacto da redistribuição de atividades e do aumento do número de postos de trabalho sobre a capacidade produtiva de uma empresa que produz válvulas cardíacas. Os resultados revelaram que, em virtude da diminuição da ociosidade e da eliminação de desperdícios, a adoção daquelas estratégias podem propiciar a redução considerável do tempo de processamento, o atendimento à demanda no tempo certo, e, conseqüentemente, a agregação de valor ao processo produtivo.

Palavras-chave: Capacidade produtiva, Mapeamento de Fluxo de Valor; Balanceamento de Linha.

1. Introdução

A indústria de produtos para saúde é marcada por grande dinamismo, intensa competição, alto padrão de qualidade e contínuos investimentos em pesquisa e desenvolvimento. De acordo com a Associação Brasileira da Indústria de Artigos e Equipamentos Médicos, Odontológico, Hospitalar e de Laboratório (ABIMO), em 2011, o setor registrou um faturamento de R\$ 10 bilhões, crescimento de 17,7% em relação a 2010.

Frente a este cenário de expansão de mercado, a fim de aumentar a produtividade várias estratégias de produção, tais como o balanceamento de linha, tem sido implementadas. Por meio daquela ferramenta pode-se adequar a mão de obra ao volume de produção, reduzir a ociosidade e eliminar os desperdícios, garantindo, assim, maior equilíbrio entre as etapas do processo e, conseqüentemente, aumento da capacidade de produção.

Nesse contexto, esse trabalho tem por objetivo analisar alternativas que visem ao aumento da capacidade produtiva de uma indústria de produtos para saúde. Para avaliar o desempenho do processo atual foi construído o mapa de fluxo de valor. A seguir, foram identificados os gargalos, propôs-se o rebalanceamento do processo. O novo balanceamento foi implementado em uma linha piloto durante um período de trinta dias. Ao final, os resultados encontrados foram comparados à situação anterior.

A justificativa para realização dessa pesquisa consiste na necessidade de harmonizar os níveis de capacidade produtiva e de demanda a ser atendida. Dessa forma, por meio da adoção de melhores estratégias para gerir a produção os recursos poderão ser utilizados da

melhor forma possível.

Esse artigo conta com quatro seções, além dessa introdução. A segunda descreve o referencial teórico, no qual são apresentados os principais conceitos de mapeamento de fluxo de valor e de balanceamento de linha, que servirão como base para melhor entendimento e desenvolvimento desse estudo. A metodologia é abordada na terceira seção. Na seção quatro é apresentada a discussão dos resultados. Enfim, na seção cinco são descritas as considerações finais.

2. Referencial Teórico

2.1 Mapeamento de Fluxo de Valor

Para entender o que é Mapeamento de Fluxo de Valor (MFV), primeiramente faz-se definir o que é fluxo de valor, isto é

“[...] toda ação (agregando valor ou não) necessária para trazer um produto por todos os fluxos essenciais a cada produto: (1) o fluxo de produção desde a matéria-prima até os braços do consumidor, e (2) o fluxo do projeto do produto, da concepção até o lançamento (ROTHER E SHOOK, 2003, p.3)”.

Segundo os autores *op. cit.* o MFV se caracteriza como uma ferramenta que representa visualmente todas as etapas de um processo, auxiliando dessa maneira na compreensão do fluxo desde o fornecedor até o consumidor final. Conforme Werkema (2006), o MFV documenta e apresenta de forma sequenciada os movimentos de materiais e informações dentro do processo, utilizando para isso um conjunto símbolos gráficos.

O MFV é inicialmente composto por três etapas, conforme mostrado na FIGURA 1.

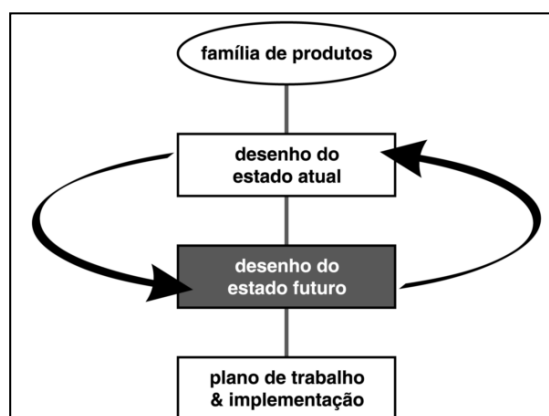


FIGURA 1 – Etapas do MFV. Fonte: Rother e Shook, 2003. p. 57.

Rother e Shook (2003) apresentam as principais vantagens do MFV:

- Possibilita visualização do processo como um todo;
- Auxilia na identificação das perdas e suas fontes;
- Direciona os processos de tomada de decisão referente ao fluxo.

- Utiliza uma linguagem comum;
- Evita a implementação de ferramentas de melhoria de forma isoladas.
- Relaciona o fluxo de informação com o fluxo de material;
- Forma uma base para a implementação de técnicas enxutas.

2.2 Balanceamento de Linha

Segundo Moreira (1999), o balanceamento de linha consiste em uma série de divisões de um determinado processo distribuídas em diversas estações de trabalho no qual a realização das tarefas desenvolvidas deve ser feita conforme os tempos pré-estabelecidos. Este tempo pode estabelecido como um tempo meta ou *Takt Time*.

Takt Time foi o termo adotado pelos japoneses para referenciar o ritmo da produção (SHOOK, 1998). Para Iwama (1997), *Takt Time* é o tempo demandado para produção de uma peça, e pode ser definido como ritmo necessário para atender a demanda do cliente. Assim, o *Takt Time* pode ser utilizado para determinar o tempo de cada posto de trabalho.

$$Takt\ Time = \frac{Tempo\ disponível}{Demanda} \quad (1)$$

Para Rocha (2005), balancear uma linha de produção é adequá-la à demanda de forma a garantir que os tempos de execução em todas as estações estejam equilibrados. Segundo Slack (1997), o balanceamento de linha deve levar em consideração a precedências das atividades, ou seja, a ordenação dos elementos que compõe o processo do produto ou serviço.

Para se ordenar as etapas de um processo produtivo com seus respectivos tempos, é necessário conhecer o *Takt Time* e o número de operadores necessário.

$$Número\ ideal\ de\ operadores = \frac{Tempo\ de\ processamento}{Takt\ Time} \quad (2)$$

O tempo transcorrido entre o início e término de uma peça trabalhada em um posto retrata a duração de um ciclo no posto. O tempo de ciclo é determinado por dois fatores: tempo de processamento de um posto e número de operadores de uma etapa/celula. “Tempo de ciclo é tempo que leva entre um componente e o próximo a saírem do mesmo processo” (ROTHER e SHOOK, 2003, p.19).

$$Tempo\ ciclo = \frac{Tempo\ processamento}{Número\ de\ operadores\ da\ etapa} \quad (3)$$

O balanceamento deixa em evidências os gargalos do processo, que é toda etapa do processo que possui a capacidade menor que as demais etapas e menor que a necessidade do cliente.

“Um gargalo é aquele recurso cuja capacidade é igual ou menor do que a demanda colocada nele. E o não gargalo é qualquer recurso cuja capacidade é maior do que a demanda coloca nele. (GOLDRATT, 1993, p.158).”

A FIGURA 2 mostra o balanceamento de linha por operador. Este tipo de balanceamento facilita a visualização dos gargalos. Observa-se que existe um desequilíbrio entre os tempos das atividades desenvolvidas, pois o operador 2 está sobrecarregado e nos demais postos nota-se uma ociosidade relativa se comparada com o posto do operador 2. Para balancear esse processo, a melhor opção seria distribuir melhor as atividades entre os operadores, além de tratar as perdas inerentes ao processo (CASTRO, 2011).

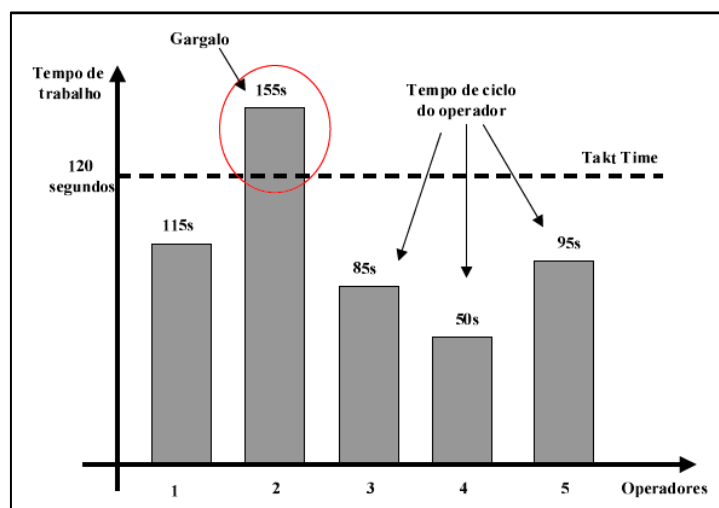


FIGURA 2 – Balanceamento por Operador. Fonte: Castro, 2011. p.24.

3. Metodologia

Em relação à natureza, essa pesquisa é classificada como aplicada, já que tem como objetivo a aplicação prática para solução de problemas específicos (APPOLINÁRIO, 2004). Quanto à abordagem do problema, a pesquisa é quantitativa, pois tratam-se dados quantificáveis por meio de técnicas estatísticas (RICHARDSON, 1989). Além disso, a pesquisa é descritiva, uma vez que visa descrever os fatos e fenômenos e/ou estabelecer uma relação entre variáveis de determinada realidade (TRIVINÕS, 1987). A estratégia de pesquisa adotada foi o estudo de caso, na qual, conforme com Yin (2001), busca-se conhecer com profundidade apenas um objeto, de modo que os resultados do estudo não podem ser generalizados.

O objeto de análise foi uma organização do setor de produtos para saúde que fabrica implantes de válvulas cardíacas minimamente invasivas. A fim de preservar a identidade da empresa alguns dados foram alterados, porém esse fato não compromete a eficácia da metodologia empregada.

Mapeamento do fluxo de valor foi utilizado para analisar o processo de produção. Para tanto, foram coletados diversos dados do processo produtivo, tais como: tempo de ciclo, tempo de troca, tempo de parada, número de operadores e quantidade de peças produzida por etapa. A seguir, tratamento estatístico foi realizado com o auxílio do Microsoft Excel.

A proposta de rebalanceamento dos postos de trabalho levou em consideração a ordem cronológica e a precedência das atividades. A solução foi implementada numa linha piloto, que foi monitorada por trinta dias. Deste modo, foi possível comparar os indicadores do processo anterior com o proposto.

4. Discussão dos resultados

4.1 Análise da situação anterior

A linha produtiva na qual a metodologia foi empregada contava com 28 colaboradores, que eram divididos em três postos de trabalho. A operação ocorre em dois turnos de 9 horas e 15 minutos cada. Contudo, em virtude das paradas programadas, há, por dia, 840 minutos disponíveis para desenvolvimento das atividades produtivas. O mapeamento do fluxo de valor do processo analisado é destacado na FIGURA 3.

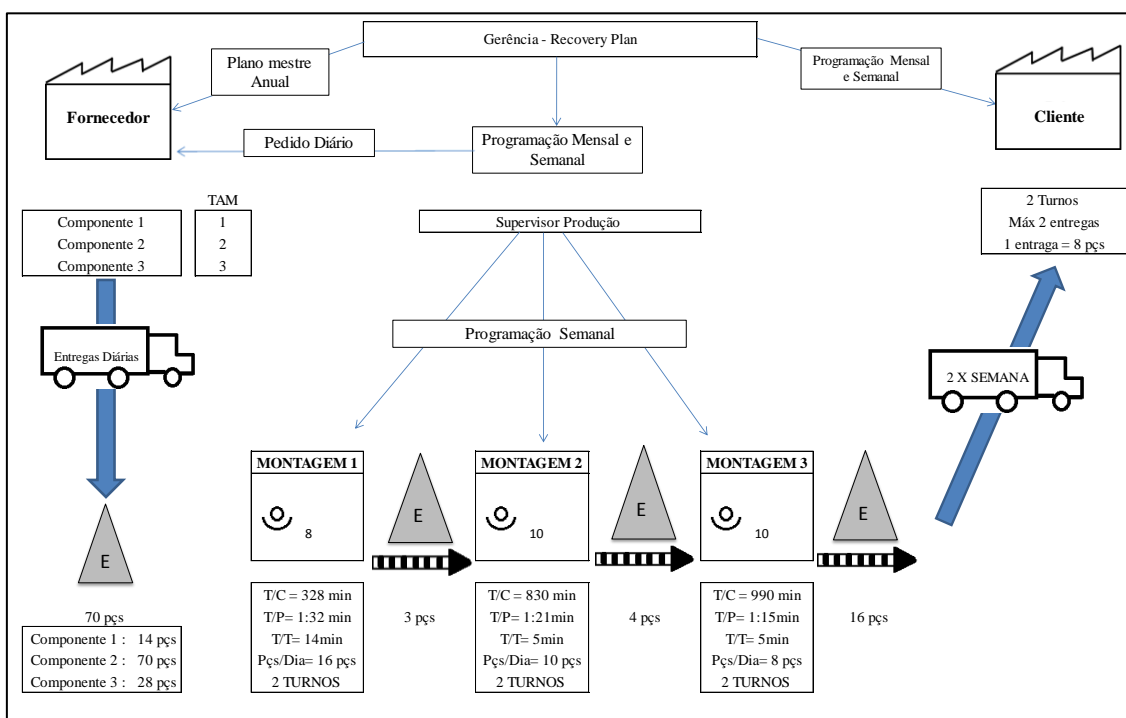


FIGURA 3 - Mapeamento de Fluxo de Valor. Fonte: Elaborado pelos autores por meio de observação direta.

A FIGURA 4 ilustra os tempos médios de processamento das atividades em cada posto de trabalho, observando-se a precedência entre elas.

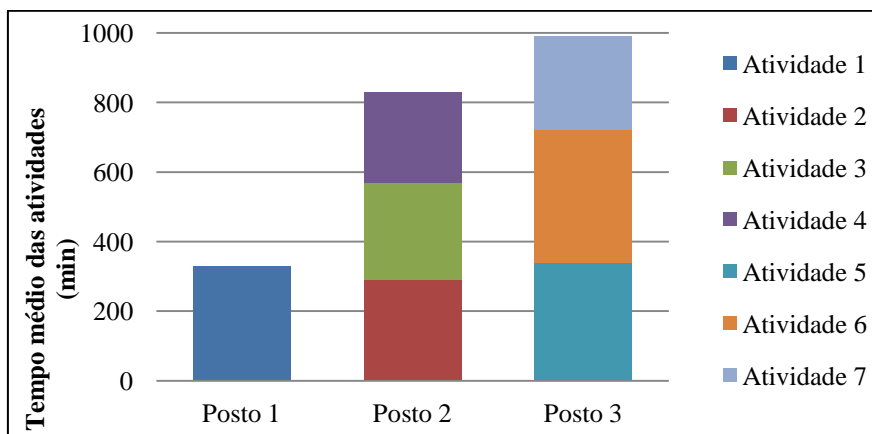


FIGURA 4 – Distribuição Atual das atividades. Fonte: Elaborado pelos autores a partir de dados coletados.

Atualmente, a demanda diária é de 9,6 peças. Os tempos médios de processamento e de ciclo de cada posto de trabalho assim como o *Takt Time* da linha produtiva são mostrados na TABELA 1.

TABELA 1 – Dados do processo anterior

Posto	Tempo processamento (min)	Nº de operadores	Tempo médio de ciclo (min)	<i>Takt time</i> (min)
1	328	8	41	87
2	830	10	83	87
3	990	10	99	87
Total	2148	28	-	-

Fonte: Elaborado pelos autores com base no MFV.

Conforme ilustrado na FIGURA 5, há um desbalanceamento de linha de produção, pois os tempos consumidos pelos postos de trabalho são diferentes. Uma vez que o tempo gasto no posto três é o maior, este é o gargalo do processo, ditando, dessa maneira, o ritmo da linha de produção.

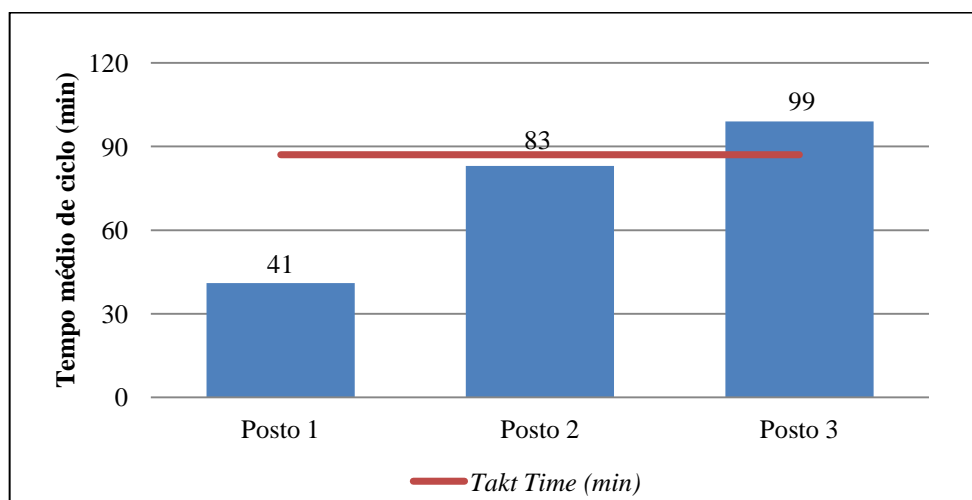


FIGURA 5 - Balanceamento anterior. Fonte: Elaborado pelos autores com base no MFV.

Levando-se em consideração o tempo disponível para o desenvolvimento das atividades produtivas, tem-se que a capacidade de produção da linha é 8,48 peças por dia. Portanto, na situação descrita, o *Takt Time* não é atendido, isto é, a capacidade da linha de produção é inferior à demanda.

Portanto, é necessário promover o rebalanceamento do processo produtivo, de tal modo que as atividades dos postos sejam redistribuídas visando ao aumento da eficácia, à redução da ociosidade, minimizando-se, assim, o efeito do gargalo. Entretanto, para isso, a precedência de execução das atividades deve ser respeitada.

4.2 Cenário proposto

Respeitando-se a precedência de execução das atividades e o fato de que algumas delas são indivisíveis, foi proposto rebalanceamento da linha de produção no qual as atividades fossem distribuídas em cinco postos de trabalhos. Essa redistribuição das atividades não garante o balanceamento da linha. Todavia, promove maior equilíbrio entre os tempos consumidos em cada posto de trabalho, conforme ilustrado na FIGURA 6.

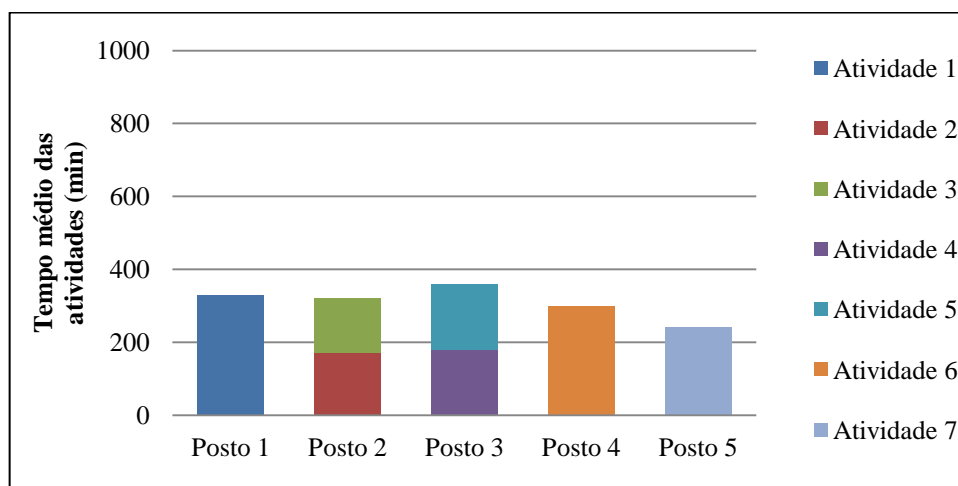


FIGURA 6 – Distribuição Futura das atividades. Fonte: Elaborado pelos autores a partir de dados coletados.

Sob esse novo cenário, considerando-se o tempo de processamento e o *Takt Time*, determinou-se o número ideal de operadores, que foi arredondado para cima. O valor encontrado é inferior ao adotado na situação anterior (28), de modo que os operadores excedentes podem ser destinados à realização de outros trabalhos.

TABELA 2 – Determinação do número de operadores. Fonte: Elaborado pelos autores com base no MFV.

Tempo de processamento (min)	<i>Takt Time</i> (min)	Nº ideal de operadores
2148	87	25

A alocação desses operadores considerou o tempo de processamento em cada posto de trabalho. Os resultados do monitoramento da proposta por um período de trinta dias é mostrado na TABELA 3.

TABELA 3 – Dados do balanceamento proposto. Fonte: Elaborado pelos autores a partir de dados coletados.

Posto	Tempo processamento (min)	Nº de operadores (unid)	Tempo de ciclo (min)	<i>Takt Time</i> (min)
1	328	5	66	87
2	320	5	64	87
3	360	6	60	87
4	298	5	60	87
5	240	4	60	87
Total	1546	25	-	-

O balanceamento da linha de produção obtido sob essa nova configuração é mostrado na FIGURA 7. Nota-se maior equilíbrio do tempo gasto para execução nos postos de trabalho e, apesar do gargalo existente no posto 1, agora a linha de produção possui capacidade de atendimento à demanda requerida.

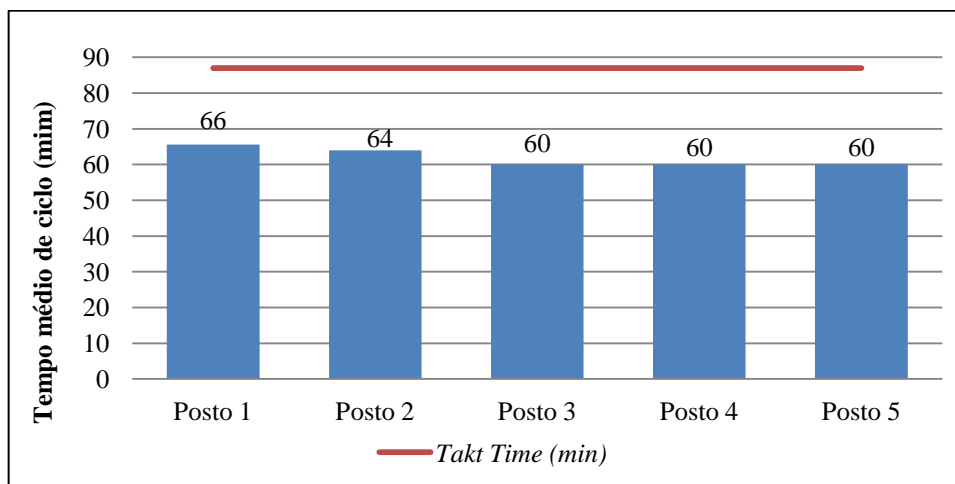


FIGURA 7 – Resultados do balanceamento de linha proposto. Fonte: Elaborado pelos autores com base nos dados coletados.

4.3 Análise comparativa do processo atual e futuro

A FIGURA 8 destaca a redução do tempo de processamento obtida por meio do balanceamento proposto em consequência da redução do tempo ocioso e do fato de a redistribuição das atividades terem tornando os operadores mais especialistas, fazendo com que executassem suas atividades em menos tempo.

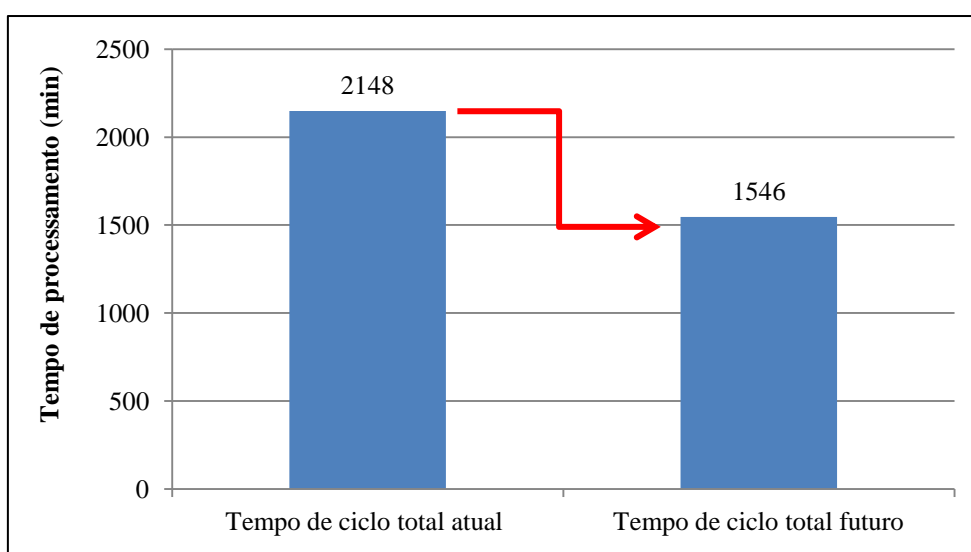


FIGURA 8 – Comparação dos tempos de processamento. Fonte: Elaborado pelos autores a partir de dados coletados.

O balanceamento proposto aumentou o nível da capacidade diária em 33,23%, o que tornou processo capaz de atender a demanda atual como também ao aumento de necessidades futuras.

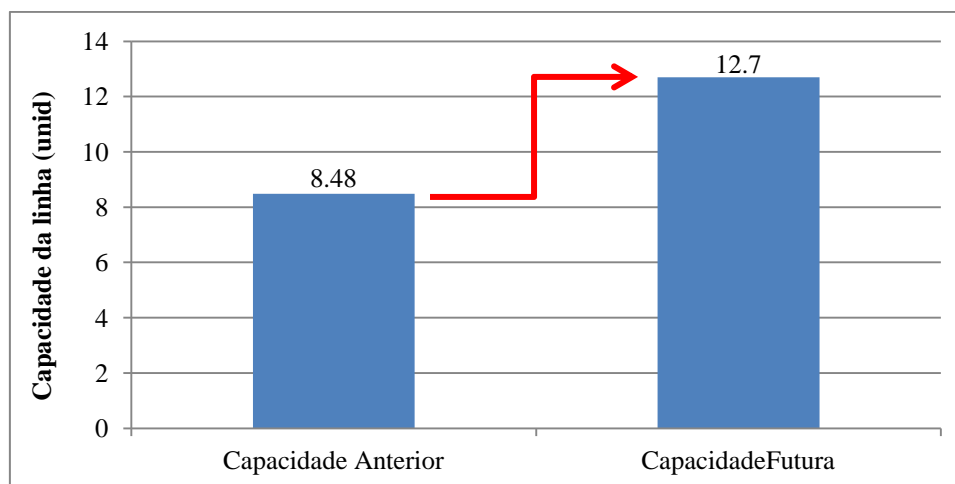


FIGURA 9 – Comparação entre as capacidades produtivas. Fonte: Elaborado pelos autores a partir de dados coletados.

5. Considerações Finais

A distribuição inadequada de atividades entre os postos de trabalho gera gargalos de produção, que podem possuir capacidade inferior à demanda a ser atendida, ou seja, terem tempo de ciclo superior ao *Takt Time* do processo. Nesse contexto, pode-se aplicar o balanceamento de linha com uma estratégia de produção que proporcione atendimento à demanda no tempo certo, agregando valor ao processo produtivo.

Nesse trabalho, o balanceamento de linha implementado na linha de produção de produtos para saúde, mediante redistribuição das atividades, adequou o tempo de ciclo ao *Takt Time*, proporcionando, assim, redução considerável do tempo de processamento como também aumento significativo da capacidade produtiva.

Os resultados encontrados revelam a importância da utilização do balanceamento de linha na análise da capacidade produtiva, pois por meio dessa ferramenta pode-se reduzir o tempo ocioso das atividades produtivas, utilizando-se melhor o recurso mão-de-obra.

Maior exploração do Mapeamento de Fluxo de Valor, no qual os tempos consumidos em cada atividade sejam tratados não a partir de suas médias, mas por distribuições de probabilidade são alternativas interessantes para dar continuidade a essa pesquisa. Dessa forma, o problema poderia ser abordado por meio de Simulação de Monte Carlo.

6. Referências

- ABIMO, Dados Econômicos da Indústria de Produtos Médicos, 2013. Disponível em: <<http://www.abimo.org.br/modules/content/content.php?page=dados-economicos>>. Acesso em: 25 abril 2013.
- APPOLINÁRIO, F. Dicionário de metodologia científica: um guia para a produção do conhecimento científico. São Paulo: Atlas, 2004.
- CASTRO, F. S. C; Implementação dos Conceitos de manufatura Enxuta Numa Empresa do setor de Equipamentos de soldagem. Monografia (Especialização em Engenharia de Produção com Ênfase em Manufatura Lean) – Universidade Federal de Santa Catarina. 2011.
- GOLDRATT, Eliyahu; COX, Jeff. A Meta. Ed. amp. São Paulo: Educator, 1993.
- IWAYAMA, H.: *Basic Concept of Just-in-time System*, mimeo, IBQP-PR, Curitiba, PR, 1997.
- MOREIRA; MARCO ANTONIO. Teoria da Aprendizagem. São Paulo: Pedagógica e Universitária LTDA, 1999
- RICHARDSON, Roberto Jarry. Pesquisa social: métodos e técnicas. São Paulo: Atlas, 1989.
- ROCHA, D. R. Gestão da Produção e Operações. 1. São Paulo: Ciência Moderna, 2008.
- ROTHER, M.; SHOOK, J. Aprendendo a Enxergar: mapeando o fluxo de valor para agregar valor e eliminar o desperdício. São Paulo: *Lean Institute Brazil*, 2003.
- SHOOK, Y: "Bringing the Toyota Production System to the United States: A Personal Perspective", in LIKER, J. (org.): *Becoming Lean: Inside Stories of U.S. Manufacturers*. Productivity, Portland, EUA, 1998.
- SLACK, Nigel; CHAMBERS, Stuart; JOHNSTON, Robert. Administração da Produção. Edição Compacta. São Paulo: Atlas, 1997.
- TRIVINOS, A. N. S. Introdução à pesquisa em ciências sociais: a pesquisa qualitativa em educação. São Paulo: Atlas, 1987.
- WERKEMA, C. Seis Sigmas – Introdução – As ferramentas do Lean Manufacturing. Belo Horizonte: Wekema, 2006.
- YIN, R. Estudo de Caso: planejamento e métodos. Porto Alegre: Bookman, 2001.