

BALANCEAMENTO DA PRODUÇÃO EM UMA CÉLULA DE MANUFATURA DE AUTOPEÇAS TUBULARES DE UMA INDÚSTRIA METALÚRGICA

Rafael Gussoni (rafaelgussoni@hotmail.com)

Giorgio Eugenio Ocare Giacaglia (giorgio@unitau.br)

José Rubens de Camargo (cfbrbi@confab.com.br)

UNITAU - Engenharia Mecânica, R. Daniel Danelli, s/n, Jardim Morumby, 12060-440, Taubaté/SP

***Resumo.** O propósito desse artigo é servir como um modelo de estudo de caso, onde se mostra por intermédio de melhorias no processo, como o balanceamento enxuto pode ajudar as empresas na busca de um diferencial competitivo frente aos concorrentes. A metodologia consistiu no levantamento de índices que refletissem a condição inicial, onde se apresenta o balanceamento e a eficiência das operações. Posteriormente ao levantamento dos índices, foram pesquisados referenciais teóricos, identificadas e implantadas as melhorias e, por fim, analisada a nova condição do balanceamento e eficiência da linha após a implantação das técnicas. Como resultado, o material evidencia principalmente as melhorias na produtividade das operações e eliminação dos gargalos que essas operações apresentavam. Por meio da aplicação da metodologia enxuta para o balanceamento celular, concluiu-se que a aplicação das melhorias aumentou a produtividade da célula em 8,9% e a média da eficiência dos operadores em 5,8% e eliminou 8 horas extras realizadas anteriormente e que passaram a ser desnecessárias.*

***Palavras-Chave:** Balanceamento, Produção, Metalúrgica, Autopeças tubulares.*

1. INTRODUÇÃO

Slack et al (1999), mostra que nas últimas décadas, a globalização trouxe para os grupos empresariais uma grande possibilidade de expansão em seu mercado consumidor, porém, ao mesmo tempo forçou-as a competirem entre si, resultando em uma busca incessante por menores custos e maior qualidade nos produtos e serviços. Essa competitividade acarretou vantagens para o consumidor, já que passou a contar com uma gama maior de produtos e serviços com menores preços propiciando às empresas uma maior modernização e desenvolvimento de conceitos antes não praticados.

A área de produção que era considerada apenas como um objeto do planejamento operacional, tornou-se importante na elaboração das estratégias empresariais, buscando vantagens competitivas, onde as organizações passaram a investir em processos produtivos que além de atender as expectativas dos clientes, aumentassem a qualidade e eliminassem os desperdícios.

É fato que a globalização obriga as empresas a aperfeiçoarem seus sistemas produtivos, buscando técnicas mais modernas para melhorarias constantes na qualidade e aumento de produtividade. Obterão maiores condições de sobreviver e ampliar sua atuação no mercado, aquelas empresas que possuírem maior flexibilidade para se adequarem às mudanças, aplicando técnicas de melhoria contínua na produção e desenvolvimento de seus produtos, não deixando de lado a motivação de seus funcionários.

Esse trabalho foi desenvolvido com o foco voltado para redução de custo por meio da eliminação de desperdícios, para esse caso, é utilizada uma ferramenta da manufatura enxuta (balanceamento da linha de produção). Na manufatura enxuta, o balanceamento orienta a distribuição dos elementos de trabalho e procura ocupar todos os operadores durante todo o tempo disponível takt-time (ritmo de produção), com exceção de um operador em alguns casos. Essa opção enxuta procura concentrar todo o tempo disponível em apenas um operador, que por sua vez é responsável pela substituição de qualquer outro em sua ausência.

2. BALANCEAMENTO DE LINHA DE PRODUÇÃO E ESTUDO DE TEMPO

De acordo com Moreira (1998), balanceamento da linha de produção é o fluxo de operações em uma linha, onde o produto (ou parte dele) é dividido e distribuído para que as pessoas executem determinadas operações em seus postos de trabalho, e esses postos de trabalho, são ocupados por um

determinado número de funcionários responsáveis pela execução de tarefas conforme os estudos de tempos previamente realizados.

Para produção enxuta, o início da produção é dado a partir do momento que o cliente solicita o produto. Como lógica, verifica-se que o ritmo da produção enxuta parte da demanda do cliente e repercute por toda a cadeia de valor do produto, desde os fornecedores de matéria-prima até os armazéns de produtos acabados. Sendo assim, a principal vantagem que o sistema puxado proporciona é a produção somente do que está vendido.

Segundo Barnes (1977), o estudo do tempo é premissa básica para balanceamento da linha de produção, pois, é por meio dele que se determina o tempo que uma pessoa qualificada, trabalhando em condições normais e num cenário real, necessita para realizar uma determinada atividade. Esse tempo gasto e normalmente apresentado em minutos é chamado de ritmo normal e determinado como tempo padrão para as operações. Com a utilização do método enxuto, o trabalho fica distribuído uniformemente entre os operadores, com exceção de um cuja carga é reduzida à zero ou próximo disso. Essa situação concentra e expõe o desperdício em apenas um funcionário e o torna mais fácil de ser eliminado. Para a distribuição do tempo nas operações, é obtido o tempo de ciclo, ou seja, a média dos tempos gerados nas operações e comparados com o takt-time. Espera-se que o tempo de ciclo tenha a maior eficiência possível com relação ao takt-time, mesmo que para isso, seja necessária uma redistribuição de operadores na célula durante o processo.

Aguiar, Peinado e Graeml (2007), afirmam que a principal dificuldade em balancear uma linha de produção, está na formação de tarefas, ou conjunto de tarefas, que possuam o mesmo tempo de formação. Muitas vezes algumas tarefas não podem ser divididas e algumas tarefas curtas não podem ser agrupadas, o que dificulta o balanceamento.

Para Rother e Shook (1998), na produção enxuta o balanceamento das operações está ligado ao ritmo de produção, que acompanha a velocidade das vendas e é conhecido como takt-time. Ou seja, o takt-time é o tempo necessário para produzir um conjunto completo ou um componente, baseado na demanda do cliente.

Segundo Iwayama (1997), o takt-time é o tempo alocado para a produção de uma peça ou produto em uma célula ou linha. A idéia de ‘alocação’ de um tempo para produção pressupõe, naturalmente, que alguém ‘aloca’; o takt-time não é dado absoluto, mas sim determinado.

Guinato (2001), mostra conforme mostra a Fig. (1), que o balanceamento tradicional procura igualar os tempos de ciclo de cada trabalhador, dessa forma, cada trabalhador recebe cargas semelhantes de trabalho. O tempo de ciclo é o tempo total que um trabalhador necessita para executar todas as operações alocadas a ele.

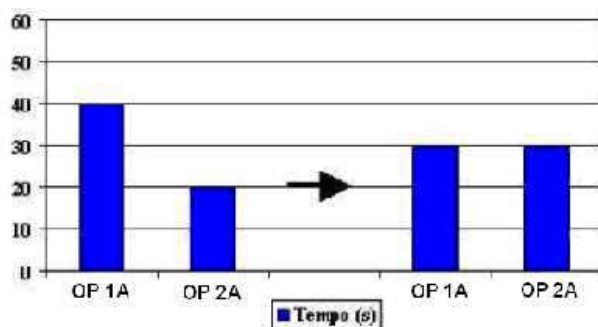


Figura 1. Balanceamento das operações Guinato (2000).

O balanceamento das quantidades e dos tipos é chamado de “uniformização da carga”, no sistema Toyota. A uniformização da carga do sistema de produção é o principal fator para eliminação do desperdício.

Conforme Guinato (2000), um ponto importante na focalização da produção diz respeito a quanto do processo produtivo pode ser efetivamente organizado por produto dentro de uma estrutura verticalizada. Essa questão está ligada ao balanceamento entre a capacidade de recursos, e a demanda esperada pelos produtos que utilizam esses recursos. Em fábricas novas, esse balanceamento pode ser alcançado com um projeto voltado para o equilíbrio dos recursos produtivos, com a demanda negociada com clientes.

Kamada (2007), afirma que, todo esse sistema se estabiliza quando a produção ocorre conforme planejado, ou seja, determina-se o takt-time e os recursos de pessoal, máquina e materiais, necessários para maior eliminação possível do desperdício, sem afetar a segurança ou garantia da qualidade.

Para Alvarez e Antunes (2001), o takt-time funciona como elemento central, em dois subsistemas da manufatura que trabalham com fluxos unitários: na montagem (agregação dos componentes) e internamente nas células de produção. O funcionamento da fábrica orquestrado pelo takt-time depende em ambos os subsistemas, da presença de dois elementos: um sistema para comunicação e controle, e um marcador para o ritmo definido pelo takt-time.

Segundo Rocha (2005), todo posto operativo ou estação de trabalho, necessita de um determinado tempo para executar sua tarefa, quando os tempos gastos nessas operações são iguais, podemos dizer que a linha está balanceada, pois, o aumento ou diminuição da produção depende apenas da cadência ou velocidade definida no sistema, porém, quando esses tempos são diferentes é necessário um estudo adicional.

3. MEDODOLOGIA

Para essa pesquisa, foram organizadas etapas orientadas pelas referências bibliográficas. Deste modo a estruturação das etapas apresenta-se da seguinte forma:

- 1- Verificação da condição inicial do balanceamento da célula;
- 2- Pesquisa bibliográfica e identificação das técnicas adequadas para o cenário estudado;
- 3- Definição do takt-time, dos gargalos, da eficiência das operações e implantação das melhorias;
- 4- Cálculo da nova condição da linha após a implantação das melhorias e análise dos resultados.

Na etapa inicial, foram analisadas as limitações do estudo, e que nesse caso, foi trabalhar sem a possibilidade de investimentos e, a manutenção da carga horária dos trabalhadores. Nessa etapa ainda foram determinados os índices a ser estudado de acordo com a bibliografia pesquisada e com os objetivos da empresa.

Os dados relativos aos estudos de tempo foram obtidos diretamente na produção, os demais dados foram fornecidos pela empresa. O processamento das informações foi realizado utilizando como ferramenta uma planilha eletrônica.

A etapa seguinte consistiu em analisar a situação inicial, identificar o takt-time, os gargalos que consequentemente são os pontos a serem melhorados, analisar a melhoria possível no processo visando aumento da produtividade e aplicação das melhorias. A última etapa do estudo consistiu em reavaliar o processo, medindo novamente os índices por meio dos mesmos indicadores, e comparar os resultados obtidos antes e após a aplicação das melhorias.

4. ESTUDO DE CASO

4.1. Produto

O produto estudado é um conjunto soldado composto por duas peças tubulares de aço carbono e que, ao seguir por sua linha de manufatura, sofrem diversas transformações mecânicas, onde o resultado é apresentado na Fig. (2). A manufatura do produto é realizada em uma linha de uma indústria metalúrgica de médio porte e com aproximadamente 350 funcionários, localizada na região da grande São Paulo.



Figura 2. Conjunto soldado composto por duas peças tubulares de aço carbono.

4.2. Particularidades do Produto

Todas as transformações sofridas pela matéria prima, desde o início do processo até a manufatura do produto final, fazem com que essa peça tenha um nível de dificuldade de manufatura elevado. O produto final é um subcomponente de um conjunto maior. Nesse conjunto, são montadas várias outras peças por todo o corpo do produto estudado, dessa forma, praticamente todo seu perímetro deve ser cuidadosamente controlado. Grande parte do *know-how* necessário para o processamento do produto está em prever o comportamento do produto após as transformações de cada operação, achatamento, expansão, estampagem, dobra e solda.

4.3. Processo de Manufatura

Processo de manufatura do produto estudado é composto por 12 operações que agregam valor e são os focos do estudo, além de mais 12 operações de inspeção por *poka-yoke*, ou dispositivos de controle dimensional, subseqüentes às operações de manufatura, a fim de garantir a especificação dimensional realizada na operação, em 100% dos produtos. É possível visualizar rapidamente o processo de manufatura por meio do diagrama de fluxo de processo, conforme mostra a Fig. (3).

FLUXOGRAMA DO PROCESSO			
SIMBOLOGIA:			
FABRICAR	ARMAZER	MOVER	INSPECIONAR
○	▽	◻	□
Fluxo	Operação	Descrição da Operação	
▽	10	Receber material	
□	15	Inspeccionar material	
▽	16	Estocar material	
□	17	Realizar ensaios mecânicos	
○	20	Extrudar	
□	21	Inspeccionar	
○	30	Estampar pré furo e furar (dois estágios)	
○	40		
□	41	Inspeccionar	
○	50	Furar lateral e estampar lote	
□	55	Inspeccionar	
○	60	Curvar	
□	65	Inspeccionar	
○	70	Extrudar lado oposto	
□	75	Inspeccionar	
○	80	Pré-estampar raios	
□	85	Inspeccionar	
○	90	Recortar meia-lua	
□	91	Inspeccionar	
○	95	Rebarbar meia lua	
□	96	Inspeccionar	
○	100	Montar conjunto	
○	110	Soldar cordões lado direito e esquerdo e limpar	
□	115	Inspeccionar	
○	120	Calibrar diâmetro interno da boccola e Inspeccionar	
□	125	Inspeccionar	
▽	130	Acondicionar em caçambas enviar para expedição.	

Figura 3. Fluxograma do processo de manufatura.

4.4. Aplicação das Técnicas Enxutas

Com o decorrer do tempo, é comum encontrar as células de manufatura desbalanceadas, situação de certa forma esperada, pois, o balanceamento inicial é idealizado de forma teórica antes mesmo de a linha existir. Sendo assim, é necessário executar uma nova cronometragem dos postos operativos, evidenciando dessa forma, os gargalos e esperas do processo.

Após a nova cronometragem dos tempos de máquinas, em seus respectivos postos operativos, se obtém o balanceamento atual da célula conforme Fig. (4) e que representa também um índice de

produtividade. O gráfico mostra também o takt-time para as 2200 peças solicitadas pelo cliente e produzidas em um turno de 7,3 horas diárias em seis dias por semana de trabalho.

Utilizando o conceito enxuto, a carga de trabalho para os operadores deve ser distribuída igualmente e com eficiência próxima a do takt-time, isso, eventualmente com exceção de um operador, que assume a responsabilidade de substituir quando necessário os demais operadores em descansos periódicos ou afastamentos por necessidades pessoais. No caso dessa célula essas atividades são realizadas por um líder de produção.

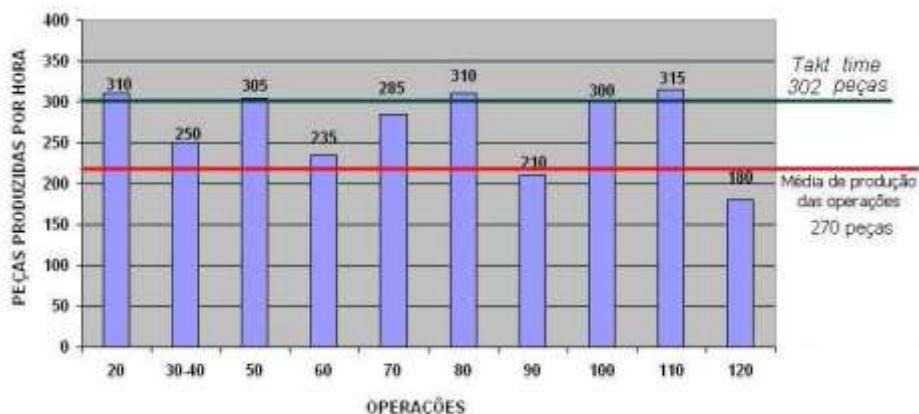


Figura 4. Balanceamento da célula (peças produzidas por operação por hora).

O gráfico mostra que as operações 30-40, 60, 90 e 120 apresentam valores de produtividade muito abaixo do *takt-time*. A Fig. (5) apresenta o gráfico de eficiência atual dos operadores em cada posto operativo. Por meio desse gráfico, verifica-se que alguns postos têm baixa eficiência e que atualmente são cobertos por horas-extras diárias, que formam um “pulmão” e abastecem a produção durante o processo.

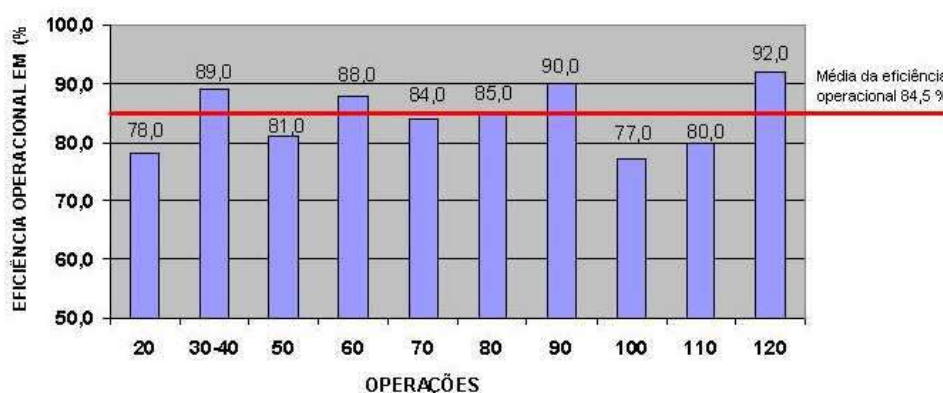


Figura 5. Balanceamento da célula (peças produzidas por operação por hora).

Nota-se na Fig. (5) que os colaboradores das operações 30-40, 60, 90 e 120, trabalham com eficiência mais próxima de 100%, isso porque são mais exigidos durante a produção, sendo uma forma de compensar a menor produtividade nessas operações.

O balanceamento celular pode ser aplicado em uma linha de produção, assim como em uma linha de montagem, com o objetivo comum de eliminar os gargalos e esperas durante o processo, além de evitar doenças do trabalho por esforços repetitivos que afetam de maneira negativa a produção, gerando um índice elevado de absenteísmo e sobrecarregam demais os operadores influenciando dessa forma em sua eficiência.

Quando essa técnica é aplicada em uma linha de montagem, predominam os tempos manuais (ritmo dos operadores) e conseqüentemente é mais flexível o balanceamento. Para a aplicação em uma linha de produção, os tempos de máquina nem sempre podem ser alterados e são determinantes para definir o tempo da operação exigindo maior eficiência dos operadores.

Esse balanceamento quando em produção, é realizado em função do ritmo ou cadência da produção, relacionado diretamente pelos equipamentos produtivos do setor. Dessa forma, foram realizados kaizens nos ferramentais referentes aos postos operativos onde a produtividade era menor.

Os principais esforços para balanceamento da linha de produção foram direcionados pelos índices de produtividade, cuja melhoria é um dos focos principais do trabalho. A partir desse ponto, a linha foi balanceada analisando as medidas de desempenho da célula, ou seja, quantidade de peças produzidas por hora em cada operação, tomando ações para o balanceamento da linha e eliminação dos gargalos.

Após remanejamento da linha, agrupamento das operações possíveis, treinamento de operadores para trabalhar em multi-funções e definição do takt-time com a média de produção de encontrada de 302 peças por hora por operação, fica claro a necessidade de ações nos ferramentais dos postos operativos onde a produtividade estava muito abaixo de 302 peças por hora a fim de nivelar o balanceamento da linha.

4.4. Melhorias no Processo

A Fig. (4) torna-se a mais representativa na escolha das melhorias a serem executadas na operação de balanceamento, que apresentou uma produtividade bem abaixo da média nas operações 30/40, 60, 90 e 120. Essas etapas do processo são os focos das melhorias, onde se procura alcançar um balanceamento celular mais uniforme.

4.4.1. Melhoria no processo de estampagem

OP 30 e 40 – Essa operação inicialmente era realizada em duas etapas, onde na primeira etapa o produto era posicionado na ferramenta, e em um ciclo de operação da prensa o ferramental executa um pré-furo, em seguida a peça é retirada, rotacionada 180 graus, reposicionada e a operação é finalizada executando a furação completa da peça, dessa forma, são necessários dois ciclos da prensa para obter uma peça com a operação completa. A melhoria executada nessa operação trata-se da execução da operação completa utilizando apenas um ciclo da prensa. Para isso foi projetado novo ferramental, onde são posicionadas duas peças ao mesmo tempo, nesse ciclo único, o ferramental executa o pré-furo na primeira peça e a conclusão do furo da segunda peça simultaneamente.

4.4.2. Melhoria no processo de curvamento da peça

OP 60 – A operação responsável pela execução da curva da peça apresentava baixa produtividade e um índice elevado de retrabalhos e conseqüentemente refugos. A curvadeira utilizada nessa operação é uma máquina dedicada, foi realizada uma manutenção completa do equipamento e implantado dispositivos posicionadores pneumáticos de rápida operação. Esses posicionadores pneumáticos aumentaram a rapidez com que a máquina era preparada para processamento, além de garantir a fixação adequada, não permitindo a movimentação da peça antes ou no início da operação, melhorando também a qualidade dos produtos manufaturados.

4.4.3. Melhoria na operação de rebarbação.

OP 90 – Do mesmo modo como a operação 60, a operação de rebarbar a peça era carente de melhorias para aumentar a produtividade e qualidade dos produtos. A rebarbação apresentava baixa produtividade e nível elevado de refugo, pois dependia unicamente da habilidade dos operadores que hora poderiam rebarbar exageradamente uma peça ou deixar pontos falhos. Foi implantada nessa operação uma mesa com eixos fixos que referenciam a montagem da peça no diâmetro rebarbado, dessa forma os operadores podem conferir instantaneamente se o material que necessita ser retirado foi removido, e não desperdiçam tempo rebarbando onde não é necessário. Para essa operação foram realizados estudos a fim de executá-la por meio de um dispositivo automático, porém essa alternativa foi descartada pela necessidade de investimentos.

4.4.4. Aumento de produtividade e eficiência de dispositivo de controle.

OP 120 – A operação de calibração e inspeção final apresentava baixa produtividade na etapa de inspeção dos produtos, pois, após posicionar a peça no dispositivo final, é necessário o controle de sete características diferentes, por meio de ferramentas passa-não-passa junto ao dispositivo. Com o objetivo de melhorar a produtividade nessa operação, foram realizadas alterações no dispositivo facilitando seu

manuseio e melhorando a vida útil com a diminuição de seu desgaste. Foram adicionados rolamentos na parte móvel para facilitar a operação e diminuir o desgaste.

A Fig. (6) mostra o gráfico do balanceamento da célula após aplicação do conceito enxuto e aplicação das melhorias nos ferramentais, verificando que o nivelamento está com a média mais próxima do takt time da produção.

Com a flexibilização de operadores na célula, as horas extras necessárias para formar um pulmão de peças que abasteceria a linha durante o processo foram eliminadas. A flexibilização ocorreu principalmente nas etapas de inspeção das peças que são realizadas de acordo com um plano de amostragem, e em média são executadas em uma peça a cada 25 peças produzidas.

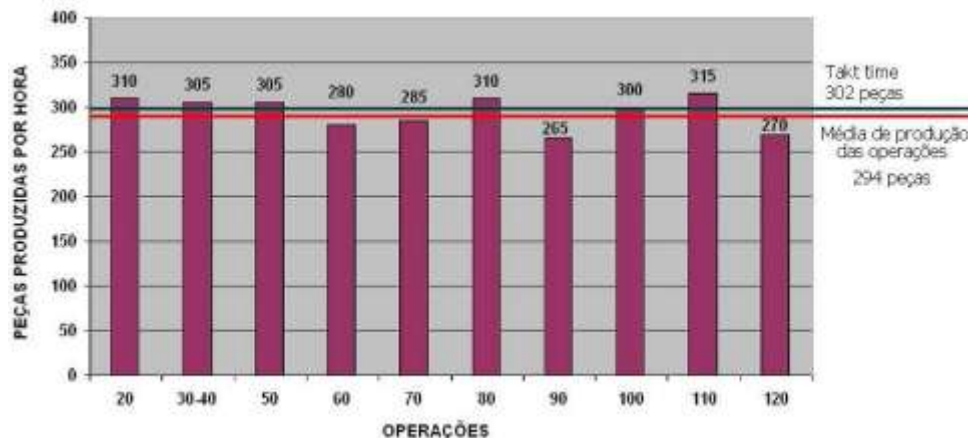


Figura 6. Balanceamento da célula (peças produzidas por operação por hora).

Os operadores cuja eficiência tem melhor resultado (operações 20, 30-40, 50, 80 e 110) devido às características da operação que realizam, executam a inspeção tanto em seus postos operativos, quanto em postos operativos que ainda apresentam eficiência menor (operações 60, 70 90 e 120). A situação na célula também é dinâmica, pois são realizados rodízios em momentos preestabelecidos para minimizar os efeitos que a fadiga exerce nos operadores. Quando esse operador não está executando essas operações, o seu tempo que seria ocioso é tomado por atividades do programa “5S” adotado pela empresa.

Na Fig. (7) é apresentado o gráfico de eficiência dos operadores em seus respectivos postos operativos, após a aplicação do conceito enxuto e melhorias no ferramental para 2200 peças produzidas por dia.

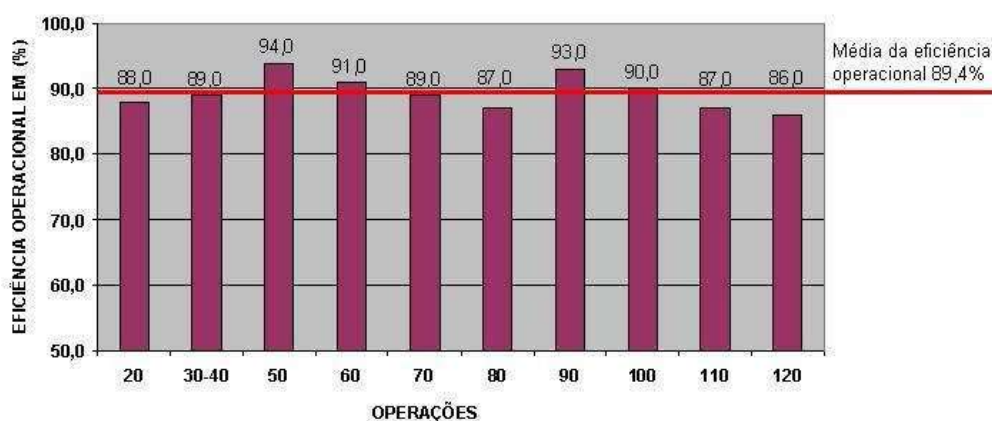


Figura 7. Eficiência operacional.

Atribui-se ao melhor equilíbrio e aumento da eficiência dos operadores da célula, os rodízios dos operadores nos postos operativos, fator que auxilia na diminuição da fadiga e, conseqüentemente, aumento da produtividade.

Os principais resultados observados na prática, após a aplicação da metodologia enxuta foram:

- Flexibilidade dos operadores na célula, diminuindo os gargalos e as esperas entre as operações;
- Melhoria na uniformização da carga de trabalho dos operadores e aumento da eficiência nos postos operativos;
- Menor impacto negativo em situações de absenteísmo, pois vários operadores poderiam assumir a mesma função;
- Eliminação de horas extras que eram responsáveis pelo suprimento de produtos em operações cuja produtividade era menor;
- Aumento da produtividade, pois foi minimizado o fator de fadiga quando implantado o sistema de rodízio nos postos operativos.

Como o tempo de máquina influi de forma limitante para o balanceamento celular em uma linha de produção, as melhorias nos ferramentais nas operações 30/40, 60, 90 e 120, foram fundamentais para o aumento da produtividade nessas operações, e possibilitaram uma suavização do balanceamento, conforme mostra a Fig. (8).

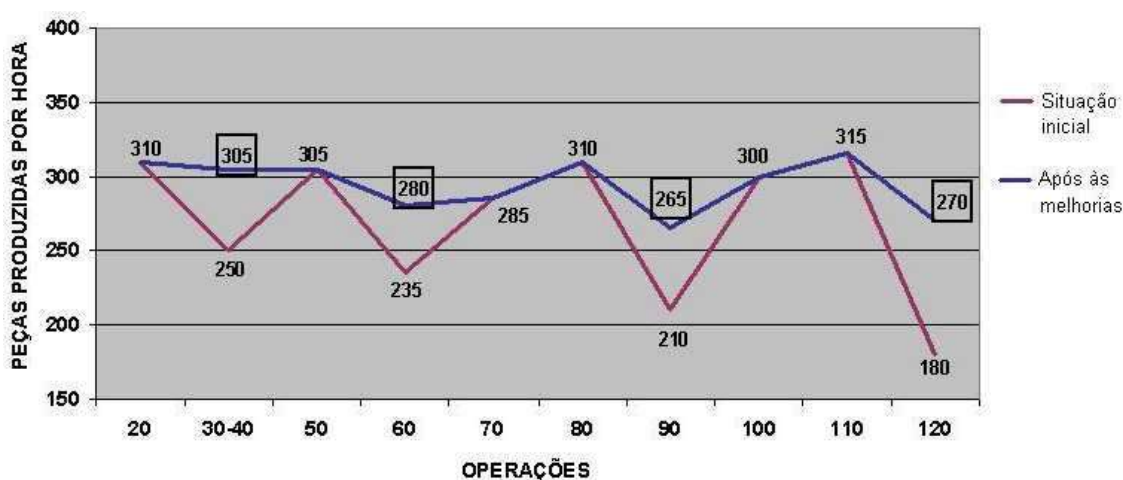


Figura 8. Comparação do balanceamento antes e depois das melhorias.

5. CONCLUSÕES

Por meio da aplicação da metodologia enxuta para o balanceamento celular, concluiu-se:

- A aplicação das melhorias nas operações 30-40, 60, 90 e 120, aumentou em 8,9% a produtividade na célula.
- A eficiência dos operadores aumentou em média de 84,5% para 89,4%, representando uma melhoria de 5,8% na média.
- Foram eliminadas em média 8 horas extras realizadas diariamente, que antes eram necessárias para abastecer a produção durante o processo.

Este trabalho mostrou que o método que utiliza as técnicas enxutas e seus conceitos é mais eficiente na busca pela eliminação de desperdícios no processo e aumento da produtividade, isso em comparação ao método tradicional, que por sua vez, facilita a omissão de desperdícios durante o processo, dificultando assim sua eliminação. Fica claro também que a aplicação do conceito enxuto para efetuar o balanceamento orientado pelo takt-time é um importante indicador que auxilia o atendimento da programação da produção.

Apesar de se tratar de um caso especial, acredita-se que a metodologia e as técnicas utilizadas possam ser aplicadas em cenários industriais semelhantes, onde o objetivo principal do estudo seja a melhoria de um determinado processo produtivo.

É esperado que este trabalho tenha valia para aplicações similares no mesmo setor ou mesmo em outros segmentos, visto que no cenário industrial, a globalização acirrou a concorrência e não permite a sobrevivência de empresas, cujo processo não seja o mais enxuto e produtivo possível.

6. REFERÊNCIAS

- Aguiar G. F., Peinado J., Graeml A. R. (2007) Simulações de arranjos físicos por produto e balanceamento de linha de produção: O estudo de um caso real no ensino para estudantes de engenharia. XXXV Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia.
- Alvarez R. R., Antunes J. A. V. (2001) Takt-time: Conceitos e Contextualização Dentro do Sistema Toyota de Produção - GESTÃO & PRODUÇÃO v.8, n.1, p.1-18.
- Barnes R. M. (1977) Estudo de Movimentos e de Tempos. 6a. ed. São Paulo: Edgard Blucher.
- Guinato P. (2000) Produção & Competitividade: Aplicações e Inovações.
- Iwayama H. (1997) Basic Concept of Just-in-time System, mimeo, IBQP-PR, Curitiba, PR.
- Kamada S. (2007) Estabilidade na Produção da Toyota do Brasil. Acesso em: 06/maio/2007. Disponível em www.lean.org.br/download/artigo_44.pdf.
- Moreira D. A. (1998) Administração da Produção e Operações. 3a. ed. São Paulo: Editora Pioneira.
- Rocha D. R. (2005) Balanceamento de linha – Um enfoque simplificado: Material preparado por Duílio Reis da Rocha em 14/04/2005. Acesso em 20/abril/2008. Disponível em <http://www.fa7.edu.br/rea7/artigos/volume2/artigos/read3.doc>.
- Rother M., Shook J. (1998) Learning to see – Value Stream mapping to Add Value and Eliminate Muda. The Lean Enterprise Institute, MA, USA.
- Slack N., Chambers S., Harland C., Harison A., Johnston R. (2003) Administração da Produção. 3. ed. São Paulo: Atlas.

DIREITOS AUTORAIS

O (s) autor (s) é (são) o (s) único (s) responsável pelo conteúdo do material impresso incluído neste trabalho.