

BALANCEAMENTO DE LINHAS DE PRODUÇÃO: UM ESTUDO DE CASO

EDSON DE CARVALHO RAMOS (FAMPER) edsoncarvalhoramos@gmail.com
GIOVANA DAL VESCO (FAMPER) gil_vana94@hotmail.com

Resumo

O presente estudo foi realizado em uma em uma empresa atuante no setor de confecção. O estudo possui a finalidade de aperfeiçoar recursos, reduzindo os gargalos de produção, redefinindo os postos de trabalho, através da técnica do balanceamento de linha. Em um mercado cada vez mais competitivo e exigente, torna-se vital, que as empresas possuam processos eficientes para geração de planos de montagem em uma linha de produção ou para o projeto de uma nova linha, que proporcione o máximo aproveitamento dos recursos disponíveis ou dos que serão adquiridos e posteriormente colocados em funcionamento. O balanceamento de linha visa empregar, eficientemente, os recursos produtivos na linha de produção, de forma, a nivelar a capacidade de produção dos segmentos em suas respectivas. A escolha do tema se dá devido à importância que o setor de confecção possui do ponto de vista social e pela grande presença do ramo na região sudoeste do Paraná.

Palavras-Chaves: Produção, Balanceamento e confecção.

1. Introdução

Ao longo dos últimos o mercado da confecção tem crescido significativamente e apesar de sofrer diretamente os impactos do desaquecimento da economia desenha prospecções de crescimento para os próximos anos.

Conforme dados estatísticos disponíveis no site da prefeitura da cidade de Ampére, Paraná em 2015, 17% da receita do município é gerada por pelas indústrias de móveis planejados e confecções, 46% são gerados pelo setor de agropecuária e 37% pelo comércio. Segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2010) a população atual do município é de 17.308 das quais 66% vivem no meio urbano e 33% no meio rural.

Produzir de maneira eficiente é o desejo e anseio de muitas indústrias, no entanto, essa busca se dá através de inúmeras formas. Otimizar os recursos disponíveis é uma dessas alternativas que além de evitar investimentos também proporciona a otimização no uso dos recursos.

O balanceamento das linhas de produção proporcionar essa otimização. Segundo TUBINO (2007) balancear a linha de produção é definir o conjunto de atividades que serão executadas de forma a garantir um tempo de processamento aproximadamente igual entre os postos de trabalho.

Para SILVA e PORTO (2008), no estudo do balanceamento do fluxo produtivo deve ser dada a máxima atenção aos recursos gargalos, uma vez que determinam a capacidade produtiva, pela razão de ser o recurso produtivo com o maior tempo de processamento, gerando uma fila de produtos em espera à montante de si, e uma ociosidade nos recursos à jusante.

O balanceamento de linha é utilizado com a finalidade de melhorar a eficiência da linha de produção e tem a função de agrupar os postos de trabalhos de maneira que haja o equilíbrio de carga entre eles, permitindo o fluxo contínuo do processo (BATALHA, 2001).

Através do levantamento de dados pretende-se contribuir com o desenvolvimento do setor da empresa e colaborar com mais empresas da área, ainda, cooperar com futuras pesquisas sobre balanceamento de linha e simulação de processos, auxiliando no desenvolvimento de novos métodos de controle.

2. Referencial Teórico

Conforme LAUGENI E MARTINS (2002) para fazer o balanceamento em primeiro lugar se deve determinar o tempo de ciclo (TC). O tempo de ciclo expressa a frequência com que uma peça deve sair da linha.

Por exemplo, suponhamos que uma linha deve produzir 1000 peças em 8,48 horas de trabalho. O tempo de ciclo é $8,48 \times 60 \text{ minutos} / 1000 = 0,50 \text{ minutos/peça}$. Então a cada 0,50 minuto a linha deve produzir uma peça, para que seja alcançada a produção de 1000 peças nas 8,48 horas disponíveis. Pode-se expressar o tempo de ciclo como:

$$TC = \text{tempo de produção} / \text{quantidade de peças no tempo de produção.}$$

Na sequência do tempo de ciclo, determinamos o número de operadores que, teoricamente, seriam necessários para que se tivesse aquela produção (número teórico, N):

$$N = \text{tempo total para produzir uma peça na linha} / \text{tempo de ciclo}$$

Sendo o T_i o tempo da peça em cada operação, temos:

$$N = \sum T_i / TC$$

Segundo LAUGENI e MARTINS (2002, p. 118), o próximo passo seria verificar se o número teórico de operadores é suficiente para os requisitos de produção, determinando-se o número real de operadores (NR). Determinado por simulação, distribuindo-se os trabalhos em postos de trabalho e alocando-se a cada posto de trabalho o menor número de operadores possível.

Ainda segundo LAUGENI e MARTINS (2002, p. 118), o último passo é calcular a eficiência do balanceamento (E).

A eficiência do balanceamento é igual a: $E = N/NR$.

2.1. Tempo Padrão

O tempo padrão é um recurso que permite analisar a capacidade produtiva de um processo levando-se em consideração uma série de aspectos presentes na realidade de uma rotina de trabalho que têm um grande impacto no tempo necessário para fabricação de um produto. Analisar este impacto torna-se imperativo em análises de capacidade de produção, tempo planejado de operação.

Segundo JUNIOR (1989), tempo padrão é o tempo necessário para executar uma operação de acordo com um método estabelecido, em condições determinadas, por um operador apto e treinado, possuindo uma habilidade média, trabalhando com esforço médio, durante todas as horas do serviço.

2.2. Cronoanálise

A cronometragem é o método mais utilizado na indústria para medir o trabalho. Para MARTINS e LAUGENI (2002) o mundo sofreu consideráveis modificações desde a época em que Taylor estruturou a Administração Científica e o Estudo de tempos Cronometrados, com o objetivo de medir a eficiência individual, essa ferramenta continua sendo usada para estabelecer padrões para a produção e para os custos da empresa.

Segundo MARTINS e LAUGENI (2002) as principais finalidades são:

- Estabelecer padrões.
- Fornecer dados para determinação de custos padrões.
- Prever os custos de um novo produto.

- Fornecer dados para o estudo de balanceamento de produção.

Os equipamentos necessários para o estudo de tempos são o cronometro de hora centesimal, filmadora, prancheta para observações e folha de observações.

Para BARNES (1977), o resultado do “estudo de tempos” é o tempo que uma pessoa adaptada ao serviço e com todos os treinamentos no método específico leva para realizar uma determinada tarefa em seu ritmo normal. Este seria o tempo padrão da operação.

SUGAI (2003) garante que a decomposição das operações possibilita a eliminação de movimentos inúteis e a simplificação dos movimentos úteis que proporciona grande economia de tempos e esforços dos operários.

2.3. Layout

Para CORRÊA e CORRÊA (2012), arranjo físico de uma operação é a forma que está disposta fisicamente os recursos que ocupam espaço dentro da instalação de uma operação. O objetivo primordial das decisões sobre layout é apoiar a estratégia competitiva da operação, isso significa que deve haver um alinhamento entre as características do arranjo físico escolhido e as prioridades competitivas da organização.

Segundo MARTINS e LAUGENI (2002) devem ser seguidas as seguintes etapas para elaborar um layout:

- Determinar a quantidade a produzir;
- Planejar o todo e depois as partes;
- Seguir a sequência: local, layout global, layout detalhado e implantar e reformular sempre que necessário.
- Calcular o número de máquinas;
- Selecionar o tipo de layout e elaborar o layout considerando o processo e as máquinas;
- Planejar o edifício;
- Desenvolver instrumentos que permitam a clara visualização do layout.
- Utilizar a experiência de todos;
- Verificar o layout e avaliar a solução;
- “Vender” o layout.
- Implantar.

Ainda conforme MARTINS e LAUGENI (2002) existem cinco tipos de layout:

- Layout por processo ou funcional;
- Layout em linha;
- Layout celular;
- Layout por posição fixa;
- Layouts combinados.

Para MOREIRA (2008), o planejamento do arranjo físico tem a preocupação básica, de tornar os movimentos de trabalho mais fáceis e suaves referentes ao fluxo de materiais ou de pessoas.

Segundo PARANHOS (2007), layout ou arranjo físico denomina-se pela maneira de alocar as máquinas e equipamentos visando aperfeiçoar o fluxo de produção. Este arranjo físico muito importante, pois ele pode ser decisivo no fluxo do processo, acarretando assim uma maior ou menor produtividade.

2.3.1 Layout

O utilizado é o layout em linha, que conforme MARTINS e LAUGENI (2002) as máquinas são colocadas de acordo com a sequência de operação e é executado de acordo com a sequência estabelecida, o material percorre um caminho previamente determinado dentro do processo.

Para CORRÊA e CORRÊA (2012) o arranjo físico por produto é mais adequado para processos com grande volume de fluxo que percorram uma sequência muito similar, ou seja, empresas que um ou poucos produtos em altos volumes.

O que está sendo descrito é que nos arranjos físicos em linha ou por produto há conexão entre as diferentes etapas de um processo agregador de valor.

Segundo MARTINS e LAUGENI (2005), o layout em linha é indicado para produção com pouca ou nenhuma variação, com quantidade constante ao longo do tempo e em grande quantidade. Requer grande investimento em máquinas e pode apresentar problemas em relação a qualidade dos produtos fabricados, nos operadores pode gerar monotonia e estresse.

O arranjo físico da manufatura, ou layout, surge como importante fator que pode tornar-se a diferença entre um sistema produtivo flexível ou não. No layout por produto, considerado a melhor configuração para a produção contínua e repetitiva de um único produto, as estações

de trabalho são sequenciadas, de modo que os produtos são montados de acordo com sua movimentação pelas estações, sendo cada uma delas responsável pela execução de uma parcela do trabalho.

4. Metodologia

Para GIL (1999), o método científico é um conjunto de procedimentos intelectuais e técnicos utilizados para atingir o conhecimento. Para que seja considerado conhecimento científico, é necessária a identificação dos passos para a sua verificação, ou seja, determinar o método que possibilitou chegar ao conhecimento.

Para o presente trabalho será utilizado à pesquisa bibliográfica, com base em livros e artigos, para o aprimoramento do conhecimento, e referencial teórico, observação do meio em que pretende aplicar os conhecimentos adquiridos, e participando das atividades diárias com coleta de dados.

Ainda para esta produção realizaremos uma entrevista com a proprietária da empresa, visto a necessidade de construção de um relato da própria história da empresa, pois a mesma ainda não dispõe deste registro para apreciação do público.

Para LAKATOS & MARCONE (2003), “a pesquisa bibliográfica não é mera repetição do que já foi dito ou descrito sobre certo assunto, mas propicia o exame de um tema sob novo enfoque ou abordagem, chegando a conclusões inovadoras”.

Ainda segundo LAKATOS & MARCONE (2003), “a observação é um técnica de coleta de dados para conseguir informações e utiliza os sentidos na obtenção de determinados aspectos da realidade”.

Para RIBAS & FONSECA (2008) “a pesquisa de campo consiste na observação de fatos e fenômenos tal como ocorrem espontaneamente. O objetivo da pesquisa de campo é conseguir informações e/ou conhecimentos (dados) acerca de um problema, para o qual se procura uma resposta”.

Com tudo, a pesquisa se enquadra como exploratório o que para GIL (1991, p. 41), pode se descrever como:

Estas pesquisas têm como objetivo proporcionar maior familiaridade com o problema, com vistas a torná-lo mais explícito ou a constituir hipóteses. Pode-se dizer que estas pesquisas têm como objetivo principal o aprimoramento de ideias ou

a descoberta de intuições. Seu planejamento é, portanto, bastante flexível, de modo que possibilite a consideração dos mais variados aspectos relativos ao fato estudado. Na maioria dos casos, essas pesquisas envolvem: (a) levantamento bibliográfico; (b) entrevistas com pessoas que tiveram experiências práticas com o problema pesquisado; e (c) análise de exemplos que "estimulem a compreensão".

6. Dados e resultados

A seguir seguem os dados levantados.

6.1. Tempo Padrão

A partir dos dados obtidos com a cronoanálise, foram desenvolvidos os cálculos de número de ciclos e tempo padrão, como pode se observar no quadro 1.

QUADRO 1 – Tempo padrão.

OPERAÇÃO 1 - OPERADOR 1 - MÁQUINA 1					
Processo	Média (SS:MsMs)	Amplitude	Nº de Ciclos	Tempo Normal	Tempo Padrão
Pegar a peça	10,57	1,00	1,88	10,57	15,37
Costurar a peça	27,00	5,00	7,21	27,00	39,27
Soltar a peça	3,71	1,00	15,27	3,71	5,40
Total				41,28	60,04
OPERAÇÃO 1 - OPERADOR 2 - MÁQUINA 1					
Processo	Média (SS:MsMs)	Amplitude	Nº de Ciclos	Tempo Normal	Tempo Padrão
Pegar a peça	10,29	4,00	31,76	10,29	14,97
Costurar a peça	21,14	4,00	7,52	21,14	30,75
Soltar a peça	2,43	1,00	35,59	2,43	3,53
Total				33,86	49,25
OPERAÇÃO 2 - MÁQUINA 2					
Processo	Média (SS:MsMs)	Amplitude	Nº de Ciclos	Tempo Normal	Tempo Padrão
Pegar a peça	5,29	2,00	30,04	5,29	7,69
Costurar a peça	4,71	2,00	37,89	4,71	6,85
Soltar a peça	3,71	2,00	61,08	3,71	5,40

			Total	13,71	19,94
OPERAÇÃO 3 - MÁQUINA 3					
Processo	Média (SS:MsMs)	Amplitude	Nº de Ciclos	Tempo Normal	Tempo Padrão
Pegar a peça	3,14	2,00	85,26	3,14	4,57
Costurar a peça	4,29	1,00	11,42	4,29	6,24
			Total	7,43	10,81
OPERAÇÃO 4 - MESA 4					
Processo	Média (SS:MsMs)	Amplitude	Nº de Ciclos	Tempo Normal	Tempo Padrão
Pegar a peça	1,00	0,00	0,00	1,00	1,45
Cortar a peça	1,43	1,00	102,98	1,43	2,08
Soltar a peça	1,00	0,00	0,00	1,00	1,45
			Total	3,43	4,98
OPERAÇÃO 5 - MÁQUINA 5					
Processo	Média (SS:MsMs)	Amplitude	Nº de Ciclos	Tempo Normal	Tempo Padrão
Pegar a peça	4,00	2,00	52,54	4,00	5,82
Costurar a peça	7,43	1,00	3,81	7,43	10,81
Soltar a peça	4,00	2,00	52,54	4,00	5,82
			Total	15,43	22,45
OPERAÇÃO 6 - MÁQUINA 7					
Processo	Média (SS:MsMs)	Amplitude	Nº de Ciclos	Tempo Normal	Tempo Padrão
Pegar a peça	3,29	2,00	77,67	3,29	4,79
Costurar a peça	15,00	2,00	3,74	15,00	21,82
			Total	18,29	26,61
OPERAÇÃO 7 - MESA 8					
Processo	Média (SS:MsMs)	Amplitude	Nº de Ciclos	Tempo Normal	Tempo Padrão

Pegar a peça	1,00	0,00	0,00	1,00	1,45
Costurar a peça	2,43	1,00	35,63	2,43	3,53
Soltar a peça	1,00	0,00	0,00	1,00	1,45
Total				4,43	6,43

OPERAÇÃO 8 - OPERADOR 1 - MÁQUINA 10

Processo	Média (SS:MsMs)	Amplitude	Nº de Ciclos	Tempo Normal	Tempo Padrão
Pegar a peça lado A	11,71	2,00	3,84	11,71	17,03
Costurar a peça lado A	18,14	2,00	2,55	2,55	3,71
Pegar a peça lado B	13,86	2,00	4,38	13,86	20,16
Costurar a peça lado B	18,00	2,00	2,59	18,00	26,18
Soltar a peça	4,86	2,00	35,59	4,86	7,07
Total				50,98	74,15

OPERAÇÃO 8 - OPERADOR 2 - MÁQUINA 10

Processo	Média (SS:MsMs)	Amplitude	Nº de Ciclos	Tempo Normal	Tempo Padrão
Pegar a peça lado A	8,57	1,00	3,84	8,57	12,47
Costurar a peça lado A	16,71	2,00	3,01	3,01	4,38
Pegar a peça lado B	8,57	1,00	2,86	8,57	12,47
Costurar a peça lado B	17,14	2,00	2,86	17,14	24,93
Soltar a peça	4,43	1,00	10,71	4,43	6,44
Total				41,72	60,69

OPERAÇÃO 9 - OPERADOR 1 - MÁQUINA 11

Processo	Média (SS:MsMs)	Amplitude	Nº de Ciclos	Tempo Normal	Tempo Padrão
Pegar a peça	7,29	2,00	15,82	7,29	10,60
Costurar a peça	43,43	3,00	1,00	43,43	63,17
Soltar a peça	2,00	0,00	0,00	2,00	2,91
Total				52,72	76,68

OPERAÇÃO 9 - OPERADOR 2 - MÁQUINA 11

Processo	Média (SS:MsMs)	Amplitude	Nº de Ciclos	Tempo Normal	Tempo Padrão
Pegar a peça	7,29	2,00	15,82	7,29	10,60
Costurar a peça	45,29	2,00	0,41	45,29	65,88
Soltar a peça	2,71	1,00	28,62	2,71	3,94
			Total	55,29	80,42

OPERAÇÃO 10 - MÁQUINA 16					
Processo	Média (SS:MsMs)	Amplitude	Nº de Ciclos	Tempo Normal	Tempo Padrão
Pegar a peça	4,86	2,00	8,90	4,86	7,07
Costurar a peça	22,71	3,00	3,67	22,71	33,03
Soltar a peça	3,29	1,00	20,52	3,29	4,79
			Total	30,86	44,89

Fonte: Elaborados pelos autores, 2017.

6.2. Cronoanálise

Com a elaboração do número de ciclos e tempo padrão, desenvolvidos a partir da cronoanálise, pode-se conhecer a capacidade de produção do setor, o qual se mostra desbalanceado, conforme quadro 2.

Quadro 2 - Tempos obtidos com a cronoanálise.

Operação	Tempo em segundos	Tempo decimal	Produção por hora	Produção por dia (08h:48min)
1 - Operador 1	60	1	60	528
1 - Operador 2	50	0.833	72	634
2	19	0.316	189	1663
3	10	0.166	361	3176
4	5	0.0833	720	6336
5	22	0.366	163	1434
6	26	0.433	138	1214
7	6	0,1	600	5280

8 - Operador 1	74	1.233	48	422
8 - Operador 2	60	1	60	528
9 - Operador 1	76	1.26	47	413
9 - Operador 2	80	1.333	45	396
10	45	0.75	80	704

Fonte: Elaborado pelos autores, 2017.

No quadro 3 observa-se a soma das operações iguais, levando em consideração que nas operações 4 e 7 é o mesmo operador, sendo assim a sua capacidade foi dividida.

QUADRO 3 – Resumo das operações.

Operação	Quantidade total por dia
Operação 1	1162
Operação 2	1663
Operação 3	3176
Operação 4	3168
Operação 5	1434
Operação 6	1214
Operação 7	2640
Operação 8	950
Operação 9	809
Operação 10	704

Fonte: Elaborado pelos autores, 2017.

6.3. Balanceamento de linha

A montagem do produto requer 13 operações. Os tempos médios de cada operação está descritos no quadro 2. A produção necessária é de 1000 unidades em 8 horas e 48 minutos. O tempo de produção disponível é de 528 minutos.

Pretende-se balancear todas as operações, para assim deixar todas com a mesma capacidade de produção, evitando os gargalos. A sequência das operações pode ser vistas no fluxograma, figura 2, o tempo de ciclo necessário atingir é:

$TC = \text{tempo de produção} / \text{quantidade de peças no tempo de produção.}$

$$TC = 533 \text{ minutos/ dia} / 1000 \text{ peças/dia} = 0,50 \text{ minutos/ peça.}$$

Tendo a definição do tempo de ciclo, podemos calcular o número de operadores que seriam necessários para esta produção. Sendo o T_i o tempo da peça em cada operação, temos:

$$N = \sum T_i / TC$$

$N = \text{tempo total para produzir uma peça na linha} / \text{tempo de ciclo}$

$$N = 8,55 \text{ minutos/ peça} / 0,50 \text{ min/ peça} = 17 \text{ postos de trabalho.}$$

Com os tempos obtidos com a cronoanálise, tempo padrão e observando a sequência das operações, a aplicação do balanceamento de linha pode ser feito conforme detalhado no quadro 4.

QUADRO 4 – Realocação de operadores.

Operação	Quantidade total por dia
Operação 1	1162
Operação 2	1663
Operação 3	1588
Operação 4	3168
Operação 5	1434
Operação 6	1214
Operação 7	2640
Operação 8	1450

Operação 9	1409
Operação 10	1408

Fonte: Elaborado pelos autores, 2017.

As alterações feitas seria o colaborador da operação 3, ser realocado também em meio expediente na operação 9, o operador das operações 4 e 7 como já citado, é o mesmo, assim ainda lhe sobra tempo para ajudar em outras funções pertinentes ao produto, e nas operações 8 e 9 ainda seria necessário a contratação de mais um operador em cada operação, já que a empresa dispõe de maquinário.

O último passo é calcular a eficiência do balanceamento (E).

A eficiência do balanceamento é igual a: $E = \sum Ti / N.TC.$

$E = 8,55 / 17,0,50 = 0,25$ ou 25%.

7. Conclusão

Foi utilizada a técnica do balanceamento da produção, na qual foi possível ajustar a produção à nova meta proposta, maximizando a utilização dos seus postos de trabalho, buscando unificar o tempo unitário de execução de cada etapa e assim, permitir que a empresa realize a produção de 1000 peças por dia.

Sob o prisma financeiro, deve haver um levantamento detalhando dos gastos referentes às duas opções da empresa: manter o ritmo da produção como programado ou torná-lo mais eficiente? Ambas as decisões envolvem investimentos que devem ser analisados e comparados para definir-se, qual entre as duas opções é a mais viável economicamente.

Nota-se que a evolução gerada no processo será significativa gerando ganhos financeiros e produtivos para a empresa.

REFERÊNCIAS

BATALHA, M.O. (Coord.). **Gestão agroindustrial**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2001.

BARNES, R.M. **Estudo de tempos e movimentos**: projeto e medida do trabalho. Tradução de Sergio Luis Oliveira Assis, José S. Guedes Azevedo e Arnaldo Pallota. 6. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1977.

- CORRÊA, Henrique L.; CORRÊA, Carlos A. **Administração da produção e operações**. 3 ed. São Paulo: Atlas, 2012.
- GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 1991.
- GIL, Antonio. Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 5.ed. São Paulo: Atlas, 1999.
- JUNIOR, I.F.B.T. **Tempos e Métodos**. Série Racionalização Industrial. Editora Itys Fides Bueno de Toledo Jr. e CIA. LTDA, 1989.
- LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. **Fundamentos de metodologia científica**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2003.
- MARTINS, P.G. & LAUGENI, F.P. **Administração da Produção** – São Paulo: Saraiva, 2006.
- MARTINS, Petrônio G.; LAUGENI, Fernando. **Administração da produção**.1. ed. São Paulo: Saraiva, 2002.
- MOREIRA, D. A. **Administração da produção e operações**. 2 d. rev. E ampl. São Paulo: Cenage Learning, 2008.
- PARANHOS, Moacyr Filho. **Gestão da Produção Industrial**. Curitiba: Editoria Ibpe, 2007.
- RIBAS, CINTIA C. Cavalheiro; FONSECA, Regina C. Veiga. **Manual de Metodologia**. Curitiba, 2008.
- SILVA, L.; PORTO, E. **O Balanceamento do Fluxo Produtivo à Luz da Toc: Caso Prático no Processo de Montagem de Calçados Autoclavados**. Rio de Janeiro, 2008.
- SUGAI, M. **Avaliação do uso do MTM (Methods-time Measurement) em uma empresa de metal-mecânica**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, São Paulo, 2003
- TUBINO, D.F. **Planejamento e Controle da Produção – Teoria e Prática**. São Paulo: Atlas, 2007.