

## **Análise do balanceamento de uma linha de produção em uma empresa de autopeças**

Paula Tatielle Dutra Wagmann (Centro Universitário Metodista Izabela Hendrix)

paulawagmann@gmail.com

Raquel Cirlene das Dores Araújo (Centro Universitário Metodista Izabela Hendrix)

raquel\_araujo570@hotmail.com

### **RESUMO**

*A indústria automobilística vem crescendo de maneira significativa nos últimos anos, exigindo assim a adoção de técnicas de produção que promovam o aumento de sua capacidade produtiva. O dimensionamento adequado da capacidade de produção através do balanceamento das operações auxilia na melhoria da produtividade do processo. O presente trabalho tem por objetivo analisar o balanceamento de uma linha de produção. Para tanto, é realizada a redistribuição dos tempos das atividades dos postos de trabalho e o aumento destes postos para adaptar a capacidade produtiva da linha ao aumento de demanda solicitado pelo cliente. Os resultados demonstram que a solução implementada proporcionou diminuição da ociosidade dos colaboradores, redução do tempo de processamento e atendimento à nova demanda solicitada.*

**Palavras-chave:** *Balanceamento; Postos de trabalho; Produtividade.*

### **1. Introdução**

O aumento acelerado da competição na indústria automobilística leva empresas a adotarem novas técnicas de produção, para obter sucesso e sobreviver à competição global (JONES; ROOS; WOMACK, 2004).

Diante deste cenário, são adotadas técnicas visando aumentar a capacidade, como o balanceamento de linha de produção. Por meio dessa ferramenta pode-se adequar o fluxo de produção a mão de obra, reduzir ociosidades, identificar o gargalo e, assim, equilibrar as etapas do processo de produção.

Neste contexto, esta pesquisa tem por objetivo analisar o balanceamento em uma linha de produção de chicotes automotivos de uma indústria de autopeças, localizada no estado de Minas Gerais para adequar sua capacidade a nova demanda do cliente.

A justificativa da realização desta investigação consiste na oportunidade de propor um novo balanceamento para linha de produção para adequar a capacidade produtiva á nova demanda do cliente, aproveitando os recursos disponíveis da melhor maneira.

O trabalho está organizado em cinco seções. Além desta introdução, na seção dois são apresentadas as teorias que sustentam a pesquisa aplicada tendo como referência os principais autores que estudaram o tema. Na seção três é abordada a metodologia usada. Na seção quatro

é exposta a discussão dos resultados e por fim na seção cinco são descritas as considerações finais.

## 2. Referencial Teórico

### 2.1 Balanceamento da linha

Ao longo do tempo, várias técnicas de balanceamento foram desenvolvidas e adaptadas para atender as particularidades de cada linha de produção.

Tubino (2007) define balanceamento como um conjunto de atividades que serão executadas de forma a garantir um tempo aproximadamente igual entre os postos de trabalho. Este tempo é definido como *Takt Time* ou tempo meta.

Blati; Cordeiro; Kelenxy (2010) referencia *Takt time* como a relação entre o tempo disponível para fabricação de um determinado item e sua demanda, objetivando adequar a produção á demanda existente, conforme Fórmula1.

$$Takt\ Time = \frac{\text{Tempo de trabalho disponível no período}}{\text{Demanda do mercado no período}}$$

O tempo máximo permitido de cada estação de trabalho antes que a tarefa seja passada para estação seguinte, é definida como tempo de ciclo (GRAEMI; PEINADO, 2007). Este é determinado pelo *Takt Time* e o número de operadores da etapa.

Baseado na mesma fórmula, conhecendo o tempo de ciclo e o *Takt Time* obtemos o número de operadores, conforme Fórmula 2.

$$\text{Tempo de Ciclo} = \frac{Takt\ Time}{\text{Número de Operadores}}$$

A perda por balanceamento é um ponto importante, definida por Slack; Chamber e Johnston (2008) como demonstra á Fórmula 3:

$$\% \text{ Ociosidade} = \frac{\sum \text{tempo ocioso em cada posto de trabalho}}{\text{Tempo de ciclo total}}$$

Enfim, o processo do balanceamento da linha de produção deixa em evidência seu gargalo, que é o recurso cuja capacidade é menor ou igual à demanda colocada nele (GOLDRATT; COX, 2014). Assim, uma linha de produção desbalanceada leva a sobrecarga de um posto de trabalho em relação ao outro, levando ao aumento de ociosidade no processo.

## 3. Metodologia

A natureza da presente pesquisa é aplicada, pois os resultados são práticos, solucionando um problema que ocorre na realidade (MARCONI; LAKATOS, 2002). Em relação à abordagem do problema, a pesquisa é do tipo quantitativo e qualitativo, pois em seu desenvolvimento serão utilizadas análises de características de fatos e variáveis que auxiliaram no entendimento do processo (MARCONI; LAKATOS 2002). A abordagem também é considerada como descritiva, pois busca interpretar, analisar os dados e informações do processo com a intenção de relacionar fatos e efeitos com possíveis opções de solução e melhoria para o presente caso (GIL, 2002).

A obtenção dos dados para análise foi efetuada junto à empresa pesquisada, sendo assim caracterizada como documental. Pois as fontes de dados são restritas a documentos e sua coleta pode ser feita no momento ou depois que o fenômeno acontece (MARCONI; LAKATOS, 2002). A fim de preservar a identidade da empresa alguns dados foram alterados, porém os mesmos não comprometem a eficiência da metodologia empregada.

Para realização da pesquisa foram adotadas estratégias a partir da metodologia usada para obter a descrição da linha antes das modificações, identificação e definição dos problemas encontrados, implantações das soluções destes problemas, descrição da linha de produção depois das modificações e por fim a comparação dos resultados obtidos na linha de produção.

#### **4. Discussão dos resultados**

##### **4.1 Análise da situação inicial**

A linha de produção de chicotes elétricos a ser estudada é composta na situação inicial por 14 operadores, divididos em 13 postos de trabalho, ficando um operador em cada posto e um operador curinga para substituição no posto de trabalho quando necessário. A carga horária diária da linha é de um turno diário de 8 horas e 6 minutos e o tempo médio de montagem dos chicotes é de 4392 segundos/peça, o que atende a demanda de 90 peças/dia.

O número de operadores necessários para linha de produção conforme a situação é calculada pela empresa conforme Fórmula 4:

$$\text{Operadores} = \frac{\text{Média tempo de montagem (seg)} * \text{Demanda (pçs)}}{\text{Carga horária da linha (seg)} * \text{Quant. de turno}}$$

$$\text{Operadores} = \frac{4392 * 90}{29160 * 1} = 13,55 = 14 \text{ operadores}$$

Fórmula 4: Cálculo da quantidade de operadores

Fonte: Elaborado pelas autoras com base na coleta de dados.

O *Takt Time* é calculado com base no tempo efetivo de trabalho disponível, 29.160 segundos, pela demanda do período, 90 peças, resultando em 324 segundos /peça.

Nessa situação a linha não atende a nova demanda de 130 peças, pois possui capacidade máxima de 93 peças/dia, levando á necessidade de readaptação da linha para não perder o contrato com o cliente devido à nova demanda.

A situação atual da linha é sintetizada na TABELA 1.

TABELA 1 – Situação da linha

<b>Demanda (pç/dia)</b>	<b>Capacidade da linha (pç/dia)</b>	<b>Quantidade de turnos</b>	<b>Operadores</b>	<b>Takt Time</b>
90	93	1	14	324 pçs/seg

Fonte: Elaborado pelas autoras com base na coleta de dados e observação direta.

A empresa estudada adota o tempo de ciclo como sendo o tempo que o funcionário leva para fazer sua atividade, somado ao seu tempo de caminhada.

Na TABELA 2 estão registradas as médias da coleta de 10 tempos de ciclo sucessivos na linha estudada para cada posto de trabalho em um período de tempo.

Observa-se que o posto de trabalho 03 é o gargalo do processo, com o maior tempo de ciclo, 300 segundos, ficando a produção da linha limitada a sua capacidade produtiva.

TABELA 2 – Tempo de ciclo

<b>Demanda (pç/dia)</b>	<b>Capacidade da linha</b>	<b>Quantidade de turnos</b>	<b>Operadores</b>	<b>Takt Time</b>
130	134 (pç/dia)	1	18	225 pçs/seg

Fonte: Elaborado pelas autoras com base na coleta de dados.

Com base no estudo das médias de tempo de ciclo (CT) e *Takt time*, aqui usado pela empresa com a sigla ATT, a FÓRMULA 5 demonstra em porcentagem a relação entre a capacidade da linha e o que realmente é usado em termos de tempo. Ou seja, são usados 68,23% da capacidade da linha para produzir 93 peças/dia.

$$\sum \frac{CT}{ATT} = \frac{2.874''}{4.212''} \quad \mathbf{68,23\%}$$

Fórmula 5: Aproveitamento do tempo

Fonte: Elaborado pelas autoras com base na coleta de dados.

A FIGURA 1 ilustra a situação atual da linha em relação ao tempo médio gasto para realizar o trabalho e o tempo ocioso de cada operador no posto de trabalho. Evidencia-se que o desbalanceamento da linha a partir da observação da variação dos tempos ociosos nos postos de trabalho.

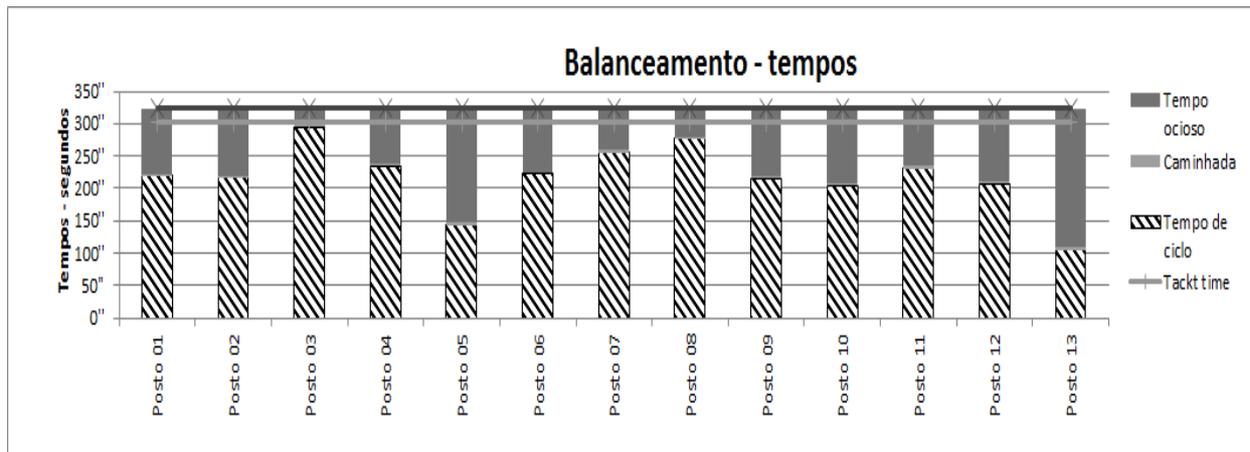


FIGURA 1: Estudo dos tempos da linha de produção.  
 Fonte: Elaborado pelas autoras com base na coleta de dados.

Para atender a nova demanda de 130 peças/dia, foi necessário promover o rebalanceamento da linha de produção.

#### 4.2 Cenário proposto

A proposta de rebalanceamento da linha foi estruturada em 18 operadores, divididos em 17 postos de trabalho, ficando um operador em cada posto e um operador curinga para substituição no posto de trabalho quando necessário. A carga horária diária da linha é de um turno diário de 8 horas e 6 minutos e o tempo médio de montagem dos chicotes é de 4146 segundos.

O número de operadores necessários para linha de produção conforme a situação é calculada pela empresa conforme Formula 6:

$$\text{Operadores} = \frac{\text{Média tempo de montagem (seg)} * \text{Demanda (pçs)}}{\text{Carga horária da linha (seg)} * \text{Quant. de turno}}$$

$$\text{Operadores} = \frac{4392 * 130}{29160 * 1} = 18,48 = 18 \text{ operadores}$$

Fórmula 6: Aproveitamento do tempo  
 Fonte: Elaborado pelas autoras com base na coleta de dados.

O Takt Time é calculado com base no tempo efetivo de trabalho disponível, 29.160 segundos, dividido pela demanda do período, 130 peças, resultando em 225 segundos /peça.

O GRÁFICO 1 ilustra a necessidade do aumento de operadores na linha estudada para que sua capacidade atenda a nova demanda, o gráfico foi gerado com base na capacidade da linha, calculada pelos tempos de média de montagem em relação ao tempo médio de ciclo.

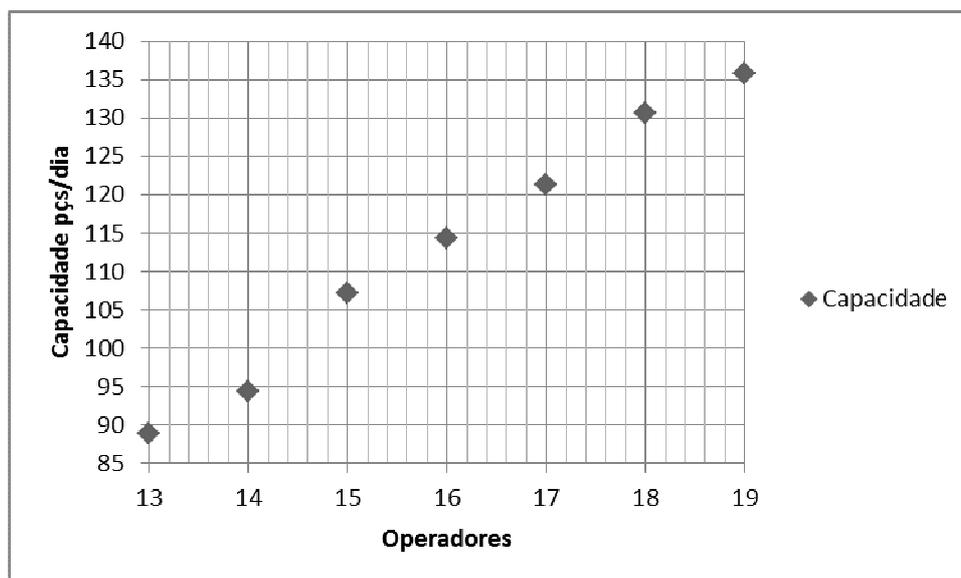


GRÁFICO 1: Comparação do tempo de ciclo x número de operadores.

Fonte: Elaborado pelas autoras com base na coleta de dados e observação direta.

A TABELA 4 demonstra a proposta feita para alteração da linha de produção, onde o *Takt Time* é calculado pela relação no tempo de trabalho disponível, 29.160 segundos, pela demanda do período, 130 peças, resultando em 225 segundos/peça.

A situação proposta para linha é sintetizada na TABELA 4.

TABELA 4 – Proposta

Demanda (pç/dia)	Capacidade da linha	Quantidade de turnos	Operadores	<i>Takt Time</i>
130	134 (pç/dia)	1	18	225 pçs/seg

Fonte: Elaborado pelas autoras com base na coleta de dados e observação direta.

A empresa estudada adota o tempo de ciclo como sendo o tempo que o funcionário leva para fazer sua atividade, somado ao seu tempo de caminhada.

Na TABELA 5 estão registradas as médias da coleta de 10 tempos de ciclo sucessivos na linha estudada para cada posto de trabalho em um período de tempo.

Observa-se que o posto 05 é o gargalo do processo, com o maior tempo de ciclo, 202 segundos, ficando a produção da linha limitada a sua capacidade produtiva.

TABELA 5 – Novos dados coletados

Local	Média CT
Posto 01	193"
Posto 02	198"
Posto 03	198"
Posto 04	200"
Posto 05	202"
Posto 06	197"
Posto 07	193"
Posto 08	191"
Posto 09	173"
Posto 10	198"
Posto 11	183"
Posto 12	188"
Posto 13	180"
Posto 14	183"
Posto 15	190"
Posto 16	198"
Posto 17	173"
Total	3238"

Fonte: Elaborado pelas autoras com base na coleta de dados.

Após o balanceamento da linha de produção, nota-se menor ociosidade nos postos de trabalho conforme ilustra a FIGURA 2.

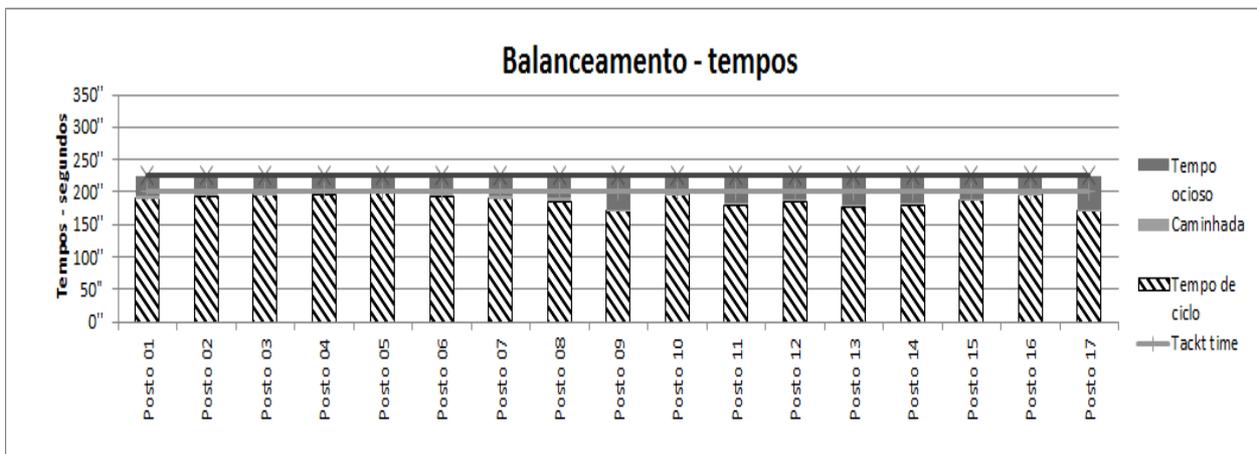


FIGURA 2: Resultado do balanceamento.

Fonte: Elaborado pelas autoras com base na coleta de dados.

Com base no estudo das médias de tempo de ciclo (CT) e *Tack time*, aqui usado pela empresa com a sigla ATT, na FÓRMULA 7 tem-se demonstrado em porcentagem a relação entre a capacidade da linha e o que realmente é usado em termos de tempo. Ou seja, para 100% da capacidade da linha são usados após o balanceamento 84,65% desta capacidade, para produzir 134 peças/dia.

$$\sum \frac{CT}{ATT} = \frac{3.238''}{3.825''} \quad \mathbf{84,65\%}$$

FÓRMULA 7: Resultado do aproveitamento do tempo.  
 Fonte: Elaborado pelas autoras com base na coleta de dados.

### 4.3 Análise comparativa do antes e depois do processo

O TABELA 5 ilustra a comparação das situações do antes e depois das alterações na linha de produção para atender a nova demanda.

TABELA 5 – Comparação de resultados

	Antes	Depois
Aproveitamento planejado	100%	100%
Aproveitamento da capacidade instalada	68,23%	84,65%
Nº de operadores	14	18
Takt time (segundos/pç)	324	225
Demanda (pç/dia)	90	130
Capacidade (pç/dia)	93	134

Fonte: Elaborado pelas autoras com base na coleta de dados.

Nota-se que o aproveitamento da linha passou de 68,23% para 84,65%, o que proporcionou a possibilidade de atender o aumento da demanda. Assim, o novo balanceamento e adaptação da capacidade da linha utilizando 18 operadores atende a nova demanda, implicando em a empresa estudada não perder o contrato com o cliente.

### 5. Considerações finais

Ao final dessa pesquisa pode-se verificar a importância da análise de balanceamento entre os postos de trabalho, no auxílio da tomada de decisão por meio do desempenho produtivo. A distribuição inadequada gera gargalos e ociosidade no processo, impactando diretamente de forma negativa na capacidade produtiva.

As técnicas empregadas possibilitaram demonstrar os pontos a serem corrigidos, identificando os tempos gastos em cada posto de trabalho para realização das atividades. Assim, aplicando a metodologia de balanceamento de linha foi possível apresentar uma nova configuração para a linha de produção estudada. Devido ao aumento da demanda, houve a necessidade de aumentar a quantidade de postos de trabalho, adaptando a capacidade da linha produzida.

Em um estudo futuro pode-se buscar a utilização de outras simulações de balanceamento, que poderão levar a obter desempenho diferente dos itens analisados e, conseqüentemente outro balanceamento, além de variações na quantidade de operadores, postos de trabalho e demanda.

## Referências

- BLATI, Anderson C.; CORDEIRO, Ramon W.L.; KELENXY Luiz Gustavo. *Balanceamento de operações – Aplicação da ferramenta de balanceamento de operações em uma linha de produção de bombas de combustíveis*. São Paulo, 2010.
- GIL, C.G. *Como elaborar projetos de pesquisa*. 4. Edição. São Paulo: Atlas, 2002
- GOLDRATT, Eliyahu; COX, Jeff. *A Meta – Um processo de melhoria contínua*. 2. Edição. São Paulo: Nobel, 2014.
- GRAEMI, Alexandre Reis; PEINADO, Jurandir. *Administração da Produção. Operações industriais e de serviços*. Curitiba: UnicenP, 2007.
- JONES ,Daniel T.; ROOS, Daniel; WOMACK, James P. *A máquina que mudou o mundo*. Rio de Janeiro: Elsevier 2004.
- MARCONI, M. A.; LAKATOS, E.M. *Técnicas de Pesquisa: planejamento e execução de pesquisas, amostragens e técnicas de pesquisa, elaboração, análise e interpretação de dados*. São Paulo: Atlas, 2002.
- TUBINO, D.F.. *Planejamento e Controle da Produção – Teoria e Prática*. São Paulo: Atlas, 2007.
- SLACK, Nigel; CHAMBERS, Stuart; JOHNSTON, Robert. *Administração da Produção*. 2ª Edição. São Paulo: Atlas, 2008.