

CRONOANÁLISE E BALANCEAMENTO DE LINHA DE MONTAGEM: ESTUDO DE CASO EM UMA MONTADORA DE VEÍCULOS

Nayara Oliveira Sudario Diniz (UFG)

nay_sudario15@hotmail.com

Naiara Faiad Sebba Calife (UFG)

naiaracalife@hotmail.com



No ambiente de manufatura, a carga de trabalho da mão-de-obra empregada nas linhas de montagem é diretamente afetada pela distribuição das tarefas e o volume produzido. Faz-se necessário o balanceamento da linha de montagem com vistas a distribuir o trabalho a ser realizado de maneira o mais equânime possível entre os postos de trabalho, objetivando manter uma carga de trabalho justa para os operadores e que atenda a produtividade almejada pela empresa. Diante desse contexto, o objetivo desse trabalho foi aplicar a cronoanálise e o balanceamento de linha em uma linha de montagem da área de tapeçaria de uma montadora de veículos para diminuir a ociosidade dos operadores da área, ocasionada por melhorias no processo que reduziram o tempo padrão das operações e afetaram o balanceamento da linha. Para realização do estudo foi adotada uma abordagem quantitativa e os dados foram obtidos por meio de medições diretas dos tempos das operações. Foi possível eliminar o excedente de mão-de-obra, reduzindo 8 operadores, e aumentar a carga de trabalho dos operadores remanescentes de 69,73% para 77,34%, aumentando assim a produtividade da área, sem ultrapassar a carga de trabalho máxima de 89%, valor determinado pela empresa para respeitar as tolerâncias necessárias para atendimento de necessidades pessoais e alívio de fadiga ocasionada pelo trabalho.

Palavras-chave: Estudo de tempos, cronoanálise, balanceamento de linha

1. Introdução

Historicamente, as organizações industriais começaram a fazer parte do cotidiano da humanidade apenas há dois séculos. Conforme afirma Chiavenato (2003), até meados do século XIX a sociedade era organizada de forma que existiam poucas e pequenas organizações, como pequenas oficinas, artesãos independentes, pequenas escolas, profissionais autônomos - como médicos, advogados e artistas que trabalhavam por conta própria.

Porém, com a invenção da máquina a vapor e sua posterior aplicação à produção, passou a existir uma nova concepção de trabalho, gerando profundas e rápidas mudanças de ordem econômica, política e social, fenômeno este conhecido como Revolução Industrial.

Martins e Laugeni (2005) ressaltam que a partir da substituição da força humana pela força da máquina, os antigos artesãos passaram a se agrupar nas primeiras fábricas. Juntamente com o surgimento das fábricas, surgiram as necessidades de padronização dos produtos e dos processos de fabricação, treinamento e desenvolvimento dos operadores, necessidade de quadros de gerência e supervisão das operações e técnicas de planejamento e controle.

Diante desse contexto, apareceu a Administração Científica no início do século XX, sendo que Frederick W. Taylor é considerado o seu precursor. Antes de Taylor, não havia nenhum pensamento por trás do trabalho. Não havia metodologia na realização das tarefas, apenas força bruta. Os gestores se detinham apenas a estabelecer quantidades a serem produzidas, não se preocupando com os processos.

Taylor (2010) mostrou em sua obra que é possível a maximização dos recursos no tempo otimizando a produção através da prescrição da maneira correta de se executar as tarefas para atingir então o máximo de eficiência. Barnes (1977) expõe que há várias ferramentas que podem ser utilizadas na solução de problemas de produtividade, dentre elas a cronoanálise, que consiste na determinação do tempo padrão de uma operação com base em algumas técnicas e procedimentos como a cronometragem, avaliação de ritmo, velocidade, entre outros.

Além da cronoanálise, o balanceamento de linha de montagem, conforme afirmam Souza e Pires (1999), é feito pelas empresas de manufatura com o objetivo de alcançar um equilíbrio entre a capacidade dos seus recursos e a demanda do mercado. Essa é uma forma de a empresa melhorar seus processos e atender ao mercado de maneira adequada, com chances de redução de custos.

Diante do contexto apresentado, o objetivo deste trabalho foi diagnosticar o estado atual de uma linha de montagem do setor de tapeçaria de uma montadora de veículos no que diz respeito à quantidade de mão de obra empregada e levantar a carga de trabalho ideal por meio da cronoanálise. Posteriormente verificou-se como o trabalho estava alocado nas estações e a partir dessa análise examinou-se o nível de balanceamento da linha de montagem da tapeçaria, observando se a mão de obra disponível estava sendo utilizada de maneira eficiente e se havia postos de trabalho desnecessários e, conseqüente, desperdício de recursos da organização.

2. Referencial Teórico

2.1. Estudo de Tempos

A melhor maneira de se executar uma determinada tarefa constitui o Método Padrão, e o tempo necessário para executar um ciclo do Método Padrão é definido como o Tempo Padrão.

De acordo com Martins e Laugeni (2005), existem os seguintes métodos de desenvolvimento dos tempos padrão: cronometragem, tempos sintéticos e amostragem do trabalho. Segundo estes autores, o estudo de tempos tem como finalidade estabelecer padrões de produção, fornecer dados para determinação de custos e para o balanceamento de linhas de produção. Afirmam ainda que os seguintes equipamentos são utilizados para o estudo de tempos: cronômetro de hora centesimal; filmadora; folha de observação; e prancheta para observações.

Ainda de acordo com os autores Martins e Laugeni (2005), as etapas para a determinação do tempo padrão de uma operação são:

- Divisão da operação em elementos;
- Determinação do número de ciclos a serem cronometrados;
- Avaliação da velocidade do operador;

- Determinação das tolerâncias;
- Atendimento às necessidades pessoais;
- Alívio da fadiga;
- Determinação do tempo padrão.

De posse de n cronometragens válidas, realiza-se uma média dos valores obtidos, obtendo-se assim o tempo médio (TM) ou tempo cronometrado (TC). A partir desse valor, calcula-se o tempo normal (TN) através da multiplicação do tempo médio pelo percentual de velocidade do operador. Por fim, calcula-se o tempo padrão (TP), multiplicando-se o tempo normal pelo fator de tolerância (MARTINS E LAUGENI, 2005).

$$TN = TM \times \text{fator de velocidade do operador}$$

$$TP = TN \times \text{fator de tolerância}$$

Martins e Laugeni (2005) ainda chamam a atenção para a necessidade de se atentar na determinação dos tempos padrões sobre a ocorrência de atividades acíclicas, como setup e sequenciamento. Os tempos para setup e sequenciamento devem ser separados do tempo da operação além de ser objeto de cronometragens separadas.

Rocha (2011) chama atenção para o fato de em uma linha de produção que fabrica vários modelos, ser necessário calcular o “tempo ponderado” (TPd) das operações, uma vez que determinada operação pode ter duração diferente de acordo com o modelo que está sendo produzido. Dessa forma, como há diferentes tempos para uma mesma operação de acordo com o modelo, calcula-se o tempo ponderado multiplicando o tempo da operação para cada modelo pelo volume a ser produzido daquele modelo e faz-se o somatório de todos os produtos obtidos e, em seguida, dividindo este somatório pelo volume total a ser produzido.

$$TPd = \frac{\sum_1^n \text{tempo padrão da operação para o modelo } n \times \text{volume a ser produzido para o modelo } n}{\text{volume total a ser produzido}}$$

2.2. Balanceamento de linha de montagem

Para Fonseca (2011), o balanceamento de linhas de produção nos dias atuais assume relevância indubitável, principalmente pelas alterações no nível de produção industrial. O fato de a procura (demanda) ter se alterado profundamente, tem um impacto significativo nas estruturas das indústrias. Nas indústrias em geral, o paradigma de produção se inverteu. Se antes a demanda implicava na produção em massa de produtos padronizados e em grandes quantidades, nos dias atuais a produção é feita em menores quantidades de produtos customizados. Conseqüentemente, os sistemas produtivos tem que se adaptar de forma a conseguir responder a demanda corrente. As linhas de produção devem ser flexíveis e estar balanceadas de forma que a produção de vários modelos em simultâneo seja efetuada de forma eficiente.

De acordo com Rocha (2011), com o objetivo de elevar ao máximo a utilização dos postos de trabalho e, conseqüentemente, da mão-de-obra empregada, faz-se o balanceamento de forma a atender as necessidades distintas da organização ao produzir o que o mercado necessita. Balancear consiste em nivelar a carga de trabalho dos vários postos que constituem uma linha, de maneira que estes trabalhem em sintonia com a demanda, de preferência utilizando o mesmo tempo unitário.

Quando se atinge essa racionalização do uso da mão-de-obra, perdas são evitadas, tais como ociosidade de recursos produtivos, e assim atinge-se os níveis almejados de produtividade e, conseqüentemente, menores custos operacionais. Dessa forma, as organizações obtêm poder competitivo, o que é almejado por todas elas. Apenas desta maneira conseguirão deter maior participação de mercado e garantir ganhos que viabilizem novos investimentos. O balanceamento visa otimizar a utilização dos recursos produtivos da organização.

Segundo Fernandes e Godinho Filho (2010), um dos principais problemas enfrentados pelas linhas de montagem é o problema de balanceamento de linha (*ALBP - Assembly Line Balance Problem*), que consiste em agrupar as tarefas em estações de trabalho de forma ordenada e equânime, que seja capaz de atender as restrições de precedência e alguma medida de eficiência seja adotada. As medidas mais utilizadas são minimizar o número de estágios (estações) e minimizar a perda de balanceamento, sendo que a perda de balanceamento consiste no desnivelamento das cargas de trabalho entre os postos da linha. Cada etapa da

produção de um produto gasta um tempo específico para que a estação de trabalho realize a tarefa que lhe cabe. Se cada estação gastar o mesmo tempo que as demais para realizar a sua etapa do processamento do produto então a linha está balanceada. Nesse caso, decisões de produzir mais ou menos dependem apenas do ritmo imposto ao sistema. Por outro lado, se os tempos de cada estação são diferentes, estudo adicional se faz necessário.

Davis (2001) apud Rocha (2011) expõe que algumas etapas são necessárias para balancear uma linha, sendo elas:

- Estabelecer qual a sequência das tarefas, usando um diagrama de precedência;
- Definir o tempo de ciclo necessário;
- Definir o número mínimo teórico de estações de trabalho;
- Escolher uma regra básica na qual as tarefas têm de ser alocadas às estações de trabalho e uma regra secundária para desempatar;
- Atribuir as tarefas uma a uma à primeira estação até que a soma dos tempos da estação seja igual ao tempo de ciclo. Repetir o processo nas estações seguintes;
- Avaliar a eficiência da linha.

O balanceamento de mão-de-obra para uma linha de produção acontece com base nos tempos padrões de produção calculados. Sempre que em uma linha de produção houver a montagem de mais de um produto, é preciso que se utilize o “tempo ponderado” obtido a partir das quantidades a serem produzidas de cada produto e tempo-padrão de cada um deles. Para saber o número de operadores que serão necessários para aquele tempo padrão (ou tempo ponderado, no caso de uma linha que produz vários tipos de produto) naquelas quantidades (volume), divide-se o resultado da multiplicação desses dois itens (tempo padrão e volume) pelo tempo disponível para produção (ROCHA, 2011).

$$\text{número de operadores} = \frac{\text{tempo padrão} \times \text{volume total a ser produzido}}{\text{tempo disponível para produção}}$$

3. Metodologia

Para se chegar ao objetivo do trabalho, utilizou-se de abordagem quantitativa uma vez que foram utilizados dados numéricos sobre as variáveis de análise obtidas por meio de medições realizadas no ambiente em estudo. O método adotado para análise da situação problemática identificada foi o estudo de caso. Para Godoy (1995) o estudo de caso caracteriza-se como um estudo que analisará detalhadamente uma determinada unidade.

Os dados foram coletados em documentos da empresa e através de observações e medições na linha de montagem da organização. Isso foi feito por meio da cronometragem das operações da linha de tapeçaria utilizando um cronômetro de minuto centesimal. Foram coletadas entre 5 e 10 amostras do tempo de cada operação, e registradas em planilhas, para cálculo do tempo médio, do tempo normal e do tempo padrão de cada uma delas. Posteriormente, o valor referente ao tempo padrão da operação foi inserido em planilhas de balanceamento para que o tempo ponderado fosse obtido para a realização do balanceamento.

4. Descrição e análise de caso

O estudo de caso foi realizado em uma indústria do setor automobilístico localizada no estado de Goiás. A empresa possui aproximadamente 3.300 postos de trabalhos entre funcionários próprios e terceiros, com uma capacidade produtiva de 180 a 300 carros/dia, podendo produzir até 100 mil carros/ano.

Na empresa analisada, o estudo de tempos e o balanceamento de linha de montagem está sob responsabilidade do departamento de “Engenharia Industrial”, que tem como suas principais atribuições: orçamentos, estudos de viabilidade, estudos de necessidade de mão-de-obra, estimativa de recursos para novos programas, justificativa de compra de novos equipamentos, estudos de capacidade (análise de gargalos), estudos acerca da produtividade da empresa, entre outros.

A área de tapeçaria foi realocada dentro da planta fabril e houve um processo de melhoria da qualidade das capas de tecidos utilizadas para revestir os estofamentos, o que foi feito por meio de um trabalho em conjunto com o fornecedor das mesmas. Essas mudanças diminuíram as distâncias percorridas pelos operadores e otimizou o processo de revestimento dos bancos produzidos, o que ocasionou em redução do tempo padrão da operação. Logo, houve

necessidade de reavaliação do tempo padrão das operações da linha de montagem da área de tapeçaria.

Antes da reavaliação do tempo padrão das operações e re-balanceamento da linha de montagem, era possível observar uma ociosidade significativa entre os operadores desta área, já que com as mudanças ocorridas houve redução da carga de trabalho dos mesmos. Sendo assim, verificou-se oportunidade de redução de custos com mão-de-obra direta aplicada à área.

Uma vez estabelecido o cronograma das atividades da primeira fase do estudo de cronoanálise, foi realizada uma reunião com o time de produção da área de tapeçaria, sendo este composto pelo supervisor da área e seus subordinados (encarregados e operadores) e engenheiro e/ou técnico de processo, pois era extremamente necessária a compreensão e colaboração de todos envolvidos no processo do chão de fábrica, para não comprometer a confiabilidade do estudo.

Tendo alinhado os objetivos do estudo com o pessoal do chão-de-fábrica, deu-se início a etapa de cronometragem das operações. Para tal, inicialmente realizou-se o descritivo de cada operação na folha de “*spot check*”, exemplificada na Figura 1, conforme a sequência de montagem. Concluído o descritivo das operações, iniciou-se então a cronometragem das operações discriminadas.

Figura 1 – Exemplo folha de “*spot check*” para marcação dos tempos cronometrados

FOLHA DE SPOT - CHECK												
ESTAÇÃO# _____										FOLHA ____ / ____		
OPERADOR: _____												
FOLHA PROCESO	ITEM	OPERAÇÕES	MODELO	TEMPO	TEMPO	TEMPO	TEMPO	TEMPO	MÉDIA	FREQ.	EFC.	TEMPO
				BÁSICO	BÁSICO	BÁSICO	BÁSICO	BÁSICO				NORMAL
OBSERVADOR: _____										DATA: ____ / ____ / ____		

Fonte: Banco de dados empresa estudada

Foram tomados todos os tempos necessários para compor a amostra a partir da qual se determinaria o tempo padrão das operações, Logo em seguida, foi feito o fechamento da folha de “spot check”, calculou-se o tempo médio (TM) de cada operação, e multiplicou-se pelo fator de eficiência do operador, quando o cronoanalista julgou necessário. Concluída esta atividade, obteve-se o tempo normal (TN) das operações.

A próxima etapa consistiu na consolidação dos dados coletados nas planilhas de balanceamento. Feita isto, verificou-se com os responsáveis da área se os registros espelhavam a realidade do chão de fábrica ou se havia alguma inconsistência, tal como omissão ou duplicação de alguma operação.

A regra adotada para realizar o balanceamento foi baseada no diagrama de precedência. Determinou-se o número de estações necessárias para realizar o trabalho dividindo o conteúdo do trabalho (tempo que se levaria para produzir uma unidade caso houvesse apenas uma

estação de trabalho atuando, que é o somatório do tempo padrão de todas as operações necessárias para fazer um produto) pelo tempo de ciclo, e após isso, dividiu-se as tarefas uma-a-uma entre as estações na sequência em que é feita a montagem até que o tempo da estação seja igual ou próximo ao tempo de ciclo.

A figura 2 mostra uma planilha de balanceamento de uma das estações da linha de montagem da área de tapeçaria, demonstrando que são considerados para o cálculo do tempo padrão da estação e a carga de trabalho do operador os seguintes dados: o tempo normal da operação (em minutos centesimais), o volume a ser produzido de cada modelo, o tempo de ciclo (em minutos centesimais) e a duração da jornada de trabalho (em minutos centesimais). Os dados da figura 2 são apenas ilustrativos, não correspondendo a realidade da linha.

Após consolidação dos dados sobre todas as estações da linha de montagem, o engenheiro/analista industrial analisou cada posto de trabalho e sua respectiva carga operacional, e verificou se estava dentro dos limites estipulados para a carga média padrão que foi definida pela diretoria industrial como 89%, sendo os demais 11% da jornada de trabalho dedicados às tolerâncias necessárias para atendimento de necessidades físicas dos operadores e alívio de fadiga.

O engenheiro observou a distribuição das tarefas entre os postos de trabalho e se havia necessidade de realocação de alguma operação para que houvesse nivelamento das cargas de trabalho de todos os operadores. Isso foi feito analisando o gráfico que comparava as cargas de trabalho de cada posto com a densidade dos mesmos, ou seja, quantos operadores se encontravam em cada estação para que não se corresse o risco de colocar mais operadores do que o suportado pelo espaço físico da estação de forma a prejudicar o fluxo das tarefas.

Figura 2 – Exemplo de planilha de balanceamento

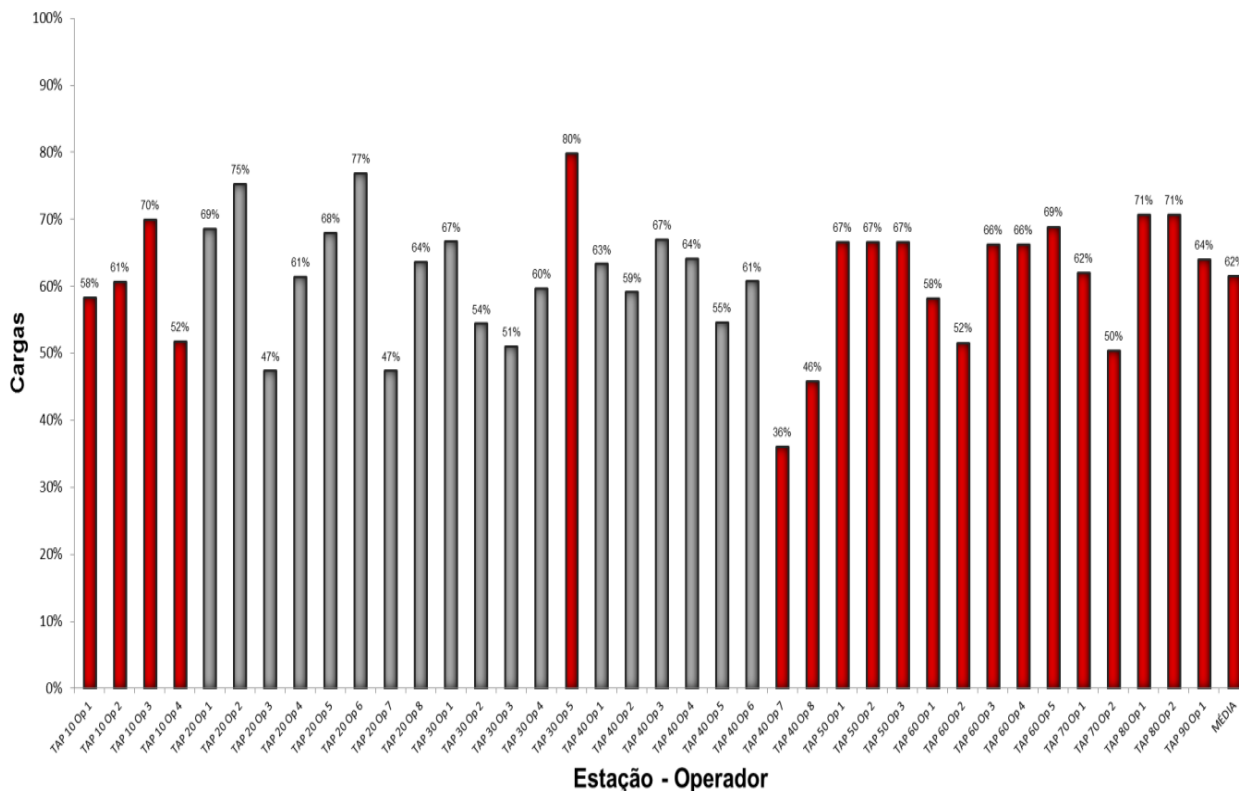
Line Balance / Current Work Standard (CWS)																					
Tapeçaria TAP 10																					
Volume - JPD										Mês: Outubro		Base - JPD: 20,24									
169,30										Jornada: 8,33		Ciclo: 2,862 Min./Vuc.									
Caminhonele										SUV			Operadores								
FFVMT 4X2 GL	FFVMT 4X2 HLS	DIESMT GL	DIESMT GLX	DIESMT GLS	DIESMT SAVANA	DIESMT HPE	DIESMT HPE	DIESMT HPE	FFVAT HPE	DIESMT HD	DIESAT HPE	FFVAT HPE									
0,00	11,38	17,47	10,16	6,83	3,54	4,72	24,20	4,86	4,72	3,59	11,67	3,64									
TOTAL: 88,18										TOTAL: 23,13											
TEMPO - Minutos																					
Seq	Op	Folha de Pôc	Descrição da Operação	%	FFVMT 4X2 GL	FFVMT 4X2 HLS	DIESMT GL	DIESMT GLX	DIESMT GLS	DIESMT SAVANA	DIESMT HPE	DIESMT HPE	DIESMT HPE	FFVAT HPE	DIESMT HD	DIESAT HPE	FFVAT HPE	Tempo Padronizado	Toda Acumulado	Operadores	
TAP 10	1	T0071	POSICIONAR BANCO A PARA INICIAR MONTAGEM DA ESTRUTURA DO ASSENTO DO BANCO DO PASSAGEIRO	100%	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050					0,026	0,026		
TAP 10	1	T0071	CONFERIR MÓDULO A SER MONTADO E DAR BAIXA NA INDICIAÇÃO	100%	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050					0,026	0,050		
TAP 10	1	T0071	DELOCAR ATE HACK DAS ESTRUTURAS DOS ASSENTOS DOS BANCOS DO PASSAGEIRO	100%	0,070	0,070	0,070	0,070	0,070	0,070	0,070	0,070	0,070					0,038	0,088		
TAP 10	1	T0071	DETER ESTRUTURA DO ASSENTO DO BANCO DO PASSAGEIRO NO HACK	100%	0,030	0,030	0,030	0,030	0,030	0,030	0,030	0,030	0,030					0,016	0,101		
TAP 10	1	T0071	DELOCAR ATE MESA DE MONTAGEM DAS ESTRUTURAS PARA POSICIONAR ESTRUTURA DO ASSENTO DO BANCO DO PASSAGEIRO	100%	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050					0,026	0,128		
TAP 10	1	T0071	POSICIONAR ESTRUTURA DO ASSENTO DO BANCO DO PASSAGEIRO NA MESA DE MONTAGEM	100%	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150					0,078	0,202		
TAP 10	1	SIN	DETERGAR BARRIL DE COMPREENSA DO ESPAÇAMENTO DA ESTRUTURA INTERIOR DO BANCO DO PASSAGEIRO SOBRE A BANCADA	100%	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040					0,020	0,222		
TAP 10	1	SIN	REALIZAR COMPREENSA DO ESPAÇAMENTO DA ESTRUTURA INTERIOR DO BANCO DO PASSAGEIRO	100%	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050					0,026	0,247		
TAP 10	1	SIN	DEOLVER CABARITO DE COMPREENSA DO ESPAÇAMENTO DA ESTRUTURA INTERIOR DO BANCO DO PASSAGEIRO SOBRE A BANCADA	100%	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040					0,020	0,267		
TAP 10	1	SIN	DETERGAR BARRIL DE COMPREENSA DO ESPAÇAMENTO DA ESTRUTURA INTERIOR DO BANCO DO PASSAGEIRO SOBRE A BANCADA	100%	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040					0,020	0,287		
TAP 10	1	SIN	REALIZAR COMPREENSA DO ESPAÇAMENTO DA ESTRUTURA INTERIOR DO BANCO DO PASSAGEIRO	100%	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050					0,026	0,312		
TAP 10	1	SIN	DEOLVER CABARITO DE COMPREENSA DO ESPAÇAMENTO DA ESTRUTURA INTERIOR DO BANCO DO PASSAGEIRO SOBRE A BANCADA	100%	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040					0,020	0,332		
TAP 10	1	T0071	DETER APLICAR ALCÓOL NA ESTRUTURA DO ASSENTO DO BANCO DO PASSAGEIRO	100%	0,090	0,090	0,090	0,090	0,090	0,090	0,090	0,090	0,090					0,046	0,378		
					2,330	2,330	2,330	2,330	2,330	2,330	2,330	2,330	2,330	2,860	2,860	0,000	0,000			1	48,3%

Tempo Padrão - TAP 10												
CAMINHOTE									SUV			
FFVMT 4X2 GL	FFVMT 4X2 HLS	DIESMT GL	DIESMT GLX	DIESMT GLS	DIESMT SAVANA	DIESMT HPE	DIESAT HPE	FFVAT HPE	DIESMT HD	DIESAT HPE	DIESAT HPE	FFVAT HPE
7,560	7,560	7,560	7,560	7,560	7,560	7,560	7,560	7,560	8,630	8,630	0,000	0,000
0,126	0,126	0,126	0,126	0,126	0,126	0,126	0,126	0,126	0,144	0,144	0,000	0,000

Fonte: Banco de dados da empresa estudada

Na Figura 3 encontram-se os dados referentes ao cenário da linha de montagem da área de tapeçaria anteriormente ao estudo de atualização dos tempos padrão de suas operações. Pode-se observar que havia uma grande discrepância na distribuição das operações de forma que alguns postos estavam com carga muito alta e outros com carga muito baixa. No cenário verificado na linha, estavam empregados 38 operadores com carga média de trabalho de aproximadamente 62% variando entre 36% e 80%, ficando assim evidente o grande desbalanceamento da linha de montagem.

Figura 3 – Cargas operacionais de cada operador no cenário anterior a realização do estudo



Após análise do gráfico de cargas de cada posto de trabalho o engenheiro/analista averiguou as oportunidades de performance geradas pelas baixas cargas operacionais, ou seja, observou-se onde era possível desfazer um posto de trabalho para reduzir custo com MOD (mão-de-obra direta), e assim, poder realocar as operações entre os postos remanescentes para aumentar a carga média da área através da redistribuição da carga dos postos que estavam baixas entre os postos que ainda tinham capacidade ociosa para absorver essas operações.

Feito essas observações, deu-se início ao balanceamento das cargas operacionais. Primeiramente, foi necessário inserir o volume do mês corrente de acordo com a planilha de previsões de produção que foi fornecida pelo setor comercial da fábrica. Esse passo foi extremamente importante, uma vez que, em se tratando de uma linha de produção multi-modelos, o volume a ser produzido de cada modelo interfere diretamente no tempo padrão das operações, pois o cálculo do tempo ponderado depende desse valor.

Outro ponto importante a ser destacado quanto ao balanceamento das cargas operacionais foi o conhecimento aprofundado do engenheiro/analista responsável pelos processos da linha, de

forma que quando houvesse realocação das operações entre as estações da linha, este tivesse ciência das restrições de sequencia de montagem e *linefeed* (conhecimento do posicionamento das peças nos *racks* de armazenamento, pois muitas vezes é inviável realocar uma operação por falta de espaço para alocação das peças na estação de destino e, se ainda assim fizer a realocação, o tempo padrão será prejudicado, pois haverá aumento do tempo de deslocamento do operador durante a execução das operações e, assim, perde-se produtividade).

Adicionalmente, o engenheiro/analista industrial deveria ter claro quais eram os postos fixos da estação, que são aqueles onde não era possível remover ou acrescentar operações devido a algum equipamento específico alocado no posto ou mesmo restrições de *linefeed*, além de fazer uma boa análise da densidade posto-a-posto da linha, principalmente se houvesse necessidade de acrescentar operadores, para que não corresse o risco de colocar mais pessoas do que o espaço suportava e, dessa forma, prejudicar o fluxo das operações.

Durante análise dos postos de trabalho era necessário estar atento às possibilidades de melhoria que impactavam diretamente o tempo das operações. É válido salientar que o balanceamento é uma atividade que deve ser executada sistematicamente, pois as cargas de trabalho variam mês a mês devido ao volume de produção mensal, já que este não é constante durante o ano.

A Figura 4 mostra as reduções no tempo padrão para produção de cada um dos modelos fabricados na linha, que resultou na oportunidade da redução de mão-de-obra direta empregada. Os valores referentes ao tempo tem como unidade o minuto centesimal.

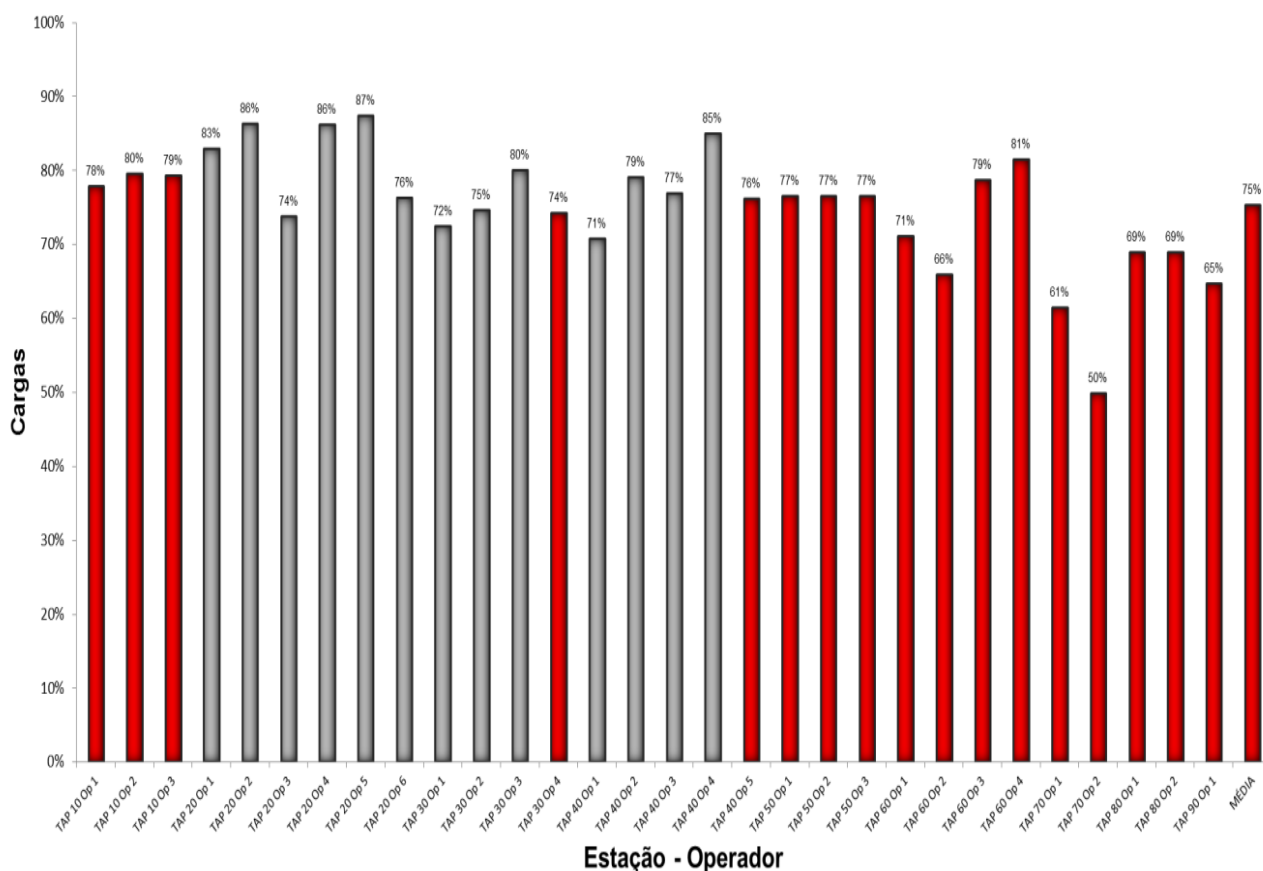
Figura 4 – Comparativo dos tempos padrão antes e depois da reavaliação dos tempos das operações da linha

MODELO	VERSÃO	TEMPO PADRÃO	TEMPO PADRÃO	DIFERENÇA	DIFERENÇA
		(ANTES)	(DEPOIS)	(ANTES X DEPOIS)	(ANTES X DEPOIS)
		(Minutos/Veículo)	(Minutos/Veículo)	(Minutos/Veículo)	(Horas/Veículo)
CAMINHONETE	FFV MT 4X2 GL	60,760	45,238	-15,522	-0,259
CAMINHONETE	FFV MT 4X2 HLS	60,760	45,058	-15,702	-0,262
CAMINHONETE	DIES MT GL	64,360	47,228	-17,132	-0,286
CAMINHONETE	DIES MT GLX	64,090	47,228	-16,862	-0,281
CAMINHONETE	DIES MT GLS	60,760	45,488	-15,272	-0,255
CAMINHONETE	DIES MT	98,130	76,768	-21,362	-0,356
CAMINHONETE	DIES MT HPE	84,790	71,688	-13,102	-0,218
CAMINHONETE	DIES AT HPE	84,790	71,688	-13,102	-0,218
CAMINHONETE	FFV AT HPE	84,790	71,688	-13,102	-0,218
SUV	DIES MT HD	93,590	84,598	-8,992	-0,150
SUV	DIES AT	93,590	84,598	-8,992	-0,150
SUV	DIES AT HPE	158,520	153,410	-5,110	-0,085
SUV	FFV AT HPE	158,440	153,410	-5,030	-0,084

Após realocar as operações entre postos de trabalho para obter um novo arranjo da linha de produção com aumento da carga média e diminuição da ociosidade, foi possível visualizar um novo cenário, que corresponde a oportunidade de performance de 8 *heads*, ou seja, diminuiu a necessidade de mão-de-obra direta em 8 operadores e, conseqüentemente, diminuição de custos com MOD.

A Figura 5 demonstra o aumento na carga operacional média dos operadores remanescentes, evidenciando que o tempo disponível para realização do trabalho destes foi melhor aproveitado com a nova configuração da linha. Observa-se que a nova configuração emprega 30 operadores (redução de 8 pessoas) com carga média de trabalho dos operadores de 78% (aumento de 16%), variando entre 50% e 88%, ficando menos discrepante a distribuição do trabalho entre os postos de trabalho.

Figura 5 - Cargas operacionais de cada operador no cenário proposto posterior a realização do estudo



A Figura 6 mostra um comparativo entre as cargas de trabalho de cada posto de trabalho e a quantidade de operadores empregados antes e após a realização do estudo, demonstrando os resultados obtidos quanto ao melhor aproveitamento da mão-de-obra e de seu tempo disponível de trabalho.

A finalidade principal de se realizar um estudo dessa natureza é a redução de custos por meio de melhorias na produtividade, tornando o sistema produtivo mais competitivo. Para demonstrar os ganhos obtidos através da performance de mão-de-obra na linha de montagem objeto desta pesquisa, a figura 7 mostra em valores financeiros o ganho obtido pela diminuição da necessidade de mão-de-obra na área reavaliada.

O custo de mão-de-obra utilizado como base para o cálculo do *saving* leva em consideração o valor do salário somado a todos os encargos trabalhistas. A economia que se obterá no período de um ano pela redução da MOD aplicada é de R\$371.447,53. Este valor é significativo e diz respeito à realização dos objetivos de performance de apenas uma área da fábrica, o que evidencia que o ganho obtido pela avaliação sistemática dos tempos padrão e balanceamento de todas as áreas produtivas da fábrica somados representam fator de extrema relevância para o bom desempenho competitivo da organização, como mostrado na Figura 7.

Figura 6 – Comparativo das cargas médias e quantidades de operadores antes e após

realização do estudo

Autorização de Mão de Obra					
Tapeçaria					
Outubro 2014 - 231,85 JPD					
1º Turno 8,33 hs - Posto à Posto					
ESTAÇÃO	QTD. DE OPERADORES (ANTES)	QTD. DE OPERADORES (DEPOIS)	CARGA MÉDIA (ANTES)	CARGA MÉDIA (DEPOIS)	Observações
TAP 10	4	3	71,28%	78,15%	Montagem das estruturas dos bancos dianteiros (Posto Fixo)
TAP 20	8	8	88,83%	83,58%	Revestimento dos bancos dianteiros
TAP 30	5	4	87,31%	77,88%	Montagem das carenagens dos bancos dianteiros
TAP 40	8	5	72,08%	78,44%	Revestimento dos bancos de traseiros
TAP 50	3	3	73,85%	78,15%	Revestimento apola cabeça e apola braço (Posto Fixo)
TAP 60	5	4	88,81%	77,71%	Revestimento dos painéis de porta
TAP 70	2	2	48,20%	58,05%	Sequenciamento do conjunto dos bancos (Posto Fixo)
TAP 80	2	2	73,52%	75,87%	Remoção e montagem das capas dos bancos dianteiros SUV (Posto Fixo)
TAP 90	1	1	88,50%	83,84%	Forno de Teto xxx/jyy (Posto Fixo)
Total Operadores / Carga Média	38	30	69,73%	77,34%	

Figura 7 – Economias financeiras resultantes da performance de mão-de-obra na área de tapeçaria da montadora

GANHOS COM A MELHORIA (PERFORMANCE MOD)					
- Redução de MOD (08 Heads)	RESULTADO (R\$)				
	Área	Performance MOD	Custo 01 MOD (R\$/Mês) *	Saving (R\$/Mês)	Saving (R\$/Ano)
	Tapeçaria	8	R\$ 3.869,25	R\$ 30.953,96	R\$ 371.447,53
		8	R\$ 3.869,25	R\$ 30.953,96	R\$ 371.447,53

DADOS:
* Considerou-se o custo médio de MOD de manufatura referente a Agosto de 2014 para realizar os cálculos de custo de MOD;

5. Considerações finais

O presente trabalho objetivou estudar a cronoanálise para determinação de tempo padrão das operações e sua aplicação no balanceamento de uma linha de montagem da área de tapeçaria de uma montadora de automóveis, na qual são produzidos vários modelos de produto. Dessa forma, buscou-se verificar quais eram as cargas de trabalho dos postos de trabalho existentes e equilíbrio entre a distribuição das tarefas entre os operadores, bem como se havia mão-de-obra excedente na linha de montagem.

Através dos procedimentos de pesquisa utilizados e da abordagem apresentada no referencial teórico, foi possível identificar 8 postos de trabalho excedentes na linha de montagem, os quais foram eliminados e as operações foram distribuídas entre os postos remanescentes através do balanceamento. Obteve-se um novo arranjo para a distribuição das tarefas que favorece melhor produtividade e eliminação de desperdícios da organização, com custos desnecessários com mão-de-obra.

Cabe ressaltar, que o balanceamento de linha de montagem é uma atividade que deve ser realizada de maneira sistemática uma vez que mudanças no ambiente produtivo, tais como alteração do volume produzido mês a mês, bem como modificações de processo e implementação de melhorias afetam o tempo padrão das operações e, conseqüentemente, o balanceamento da linha.

Para trabalhos futuros recomenda-se realizar o estudo de movimentos no postos de trabalho da tapeçaria, com vistas a melhorar o método de trabalho através da eliminação de movimentos desnecessários e adoção de uma sequência de trabalho que favoreça a produtividade, além de diminuição da fadiga e problemas de saúde ocasionados por adoção de métodos inadequados.

Referências

BARNES, Ralph M.; Estudo de movimentos e de tempos: projeto e medida do trabalho. São Paulo: Editora Blucher, 1977.

CHIAVENATO, Idalberto. Introdução à Teoria Geral da Administração. 7 ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2003.

DAVIS, M.; AQUILANO, N.; CHASE R., Fundamentos da Administração da Produção. Porto Alegre: Bookman, 2001.

FERNANDES, F. C. F.; GODINHO FILHO, M. FERNANDES, F. C. F.; GODINHO FILHO, M. Planejamento

e Controle da Produção: Dos fundamentos ao essencial. São Paulo: Atlas, 2010.: Dos fundamentos ao essencial. São Paulo: Atlas, 2010.

FONSECA, M.N.C.P. Sistema integrado de balanceamento de linhas de produção na indústria do calçado. 2011. 87 f. Tese (Mestrado Integrado em Engenharia Eletrotécnica) – Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, Portugal.

GODOY, A. S. **Pesquisa Qualitativa**: tipos fundamentais. Revista de Administração de empresas. São Paulo, Mai./Jun., v.35, n3, 1995, p. 20-29.

MARTINS, Petrônio G.; LAUGENI, Fernando P. **Administração da Produção**. 2 ed. São Paulo: Saraiva, 2005.

ROCHA, D. R. **Balanceamento de linha**: um enfoque simplificado. 2011

SOUZA, F. B.; PIRES, S. R. I. Análise e proposições sobre o balanceamento e uso de excesso de capacidade em recursos produtivos. Revista Gestão & Produção, v. 6, n.2, p.111-126, ago.1999.

TAYLOR, F.W. Princípios da Administração Científica. 8. ed. São Paulo: Atlas, 2010.