

Aplicação do estudo de tempos e movimentos na busca da capacidade produtiva de uma linha de produção de expositores

Matheus Andre Mallmann (Universidade de Santa Cruz do Sul) matheus.a.mallmann@hotmail.com
Lucas Espíndola (Universidade de Santa Cruz do Sul) lucasespindola@mx2.unisc.br
André Luiz Emmel Silva (Universidade de Santa Cruz do Sul) andresilva@unisc.br
Patrícia Paz Silva (Universidade de Santa Cruz do Sul) patriciapaz2306@gmail.com
Daniel Augusto Hoppe (Universidade de Santa Cruz do Sul) danielhoppe@unisc.br

Resumo:

O estudo dos tempos e movimentos permite conhecer de forma detalhada as atividades do processo produtivo, determinando o método mais eficiente para a execução de cada operação, evidenciando pontos capazes de serem melhorados e permitindo a redução dos custos de manufatura. Sendo assim, o objetivo do estudo é analisar uma linha de produção de expositores de uma empresa do ramo metalúrgico e, por meio do estudo de tempos e movimentos, identificar os gargalos e a capacidade produtiva, visando um aprimoramento dos processos internos. Para tanto, fez-se uso da cronoanálise e Diagrama PERT/CPM. O diagrama mostrou o tempo total necessário para a produção de um expositor e identificou as atividades “gargalo”, onde qualquer atraso irá resultar em atraso no tempo total de produção do expositor, também chamado de caminho crítico. Através do tempo padrão do “gargalo”, foi possível identificar a capacidade produtiva da empresa, que até então era desconhecida.

Palavras chave: Estudo de tempos e movimentos, Cronoanálise, PERT/CPM, Indústria metalúrgica.

Application of time and motion study in the pursuit of productive capacity of a production line of exhibitors

Abstract

The time and motion study allows to know in detail the activities of the productive process, determining the most efficient method for each operation, points can be improved and reducing manufacturing costs. Therefore, the objective of this study is to analyze a production line of exhibitors from a metallurgical company and, through time and motion study, identify bottlenecks and the production capacity, aiming at an improvement of the internal processes. There was use of cronoanalysis and PERT/CPM Diagram. The diagram showed the total time required for the production of an exhibitor and identified the activities "bottleneck", where any delay will result in delay in the total production time of the Exhibitor, also called the critical path. Through time the standard "bottleneck", it was possible to identify the productive capacity of the company, which until then was unknown.

Key-words: Time and motion study, Cronoanalysis, PERT/CPM, Metallurgical industry.

1. Introdução

O mundo globalizado exige organizações cada vez mais eficientes e produtivas para se manterem competitivas no mercado. A competitividade faz com que elas busquem constante

desenvolvimento de seus processos internos para fornecer produtos de alta qualidade a preços baixos, e assim, manter-se em contínuo crescimento. Segundo Araújo (2012) empresas com o objetivo de conquistar excelência organizacional e atentas ao mercado cada vez mais competitivo, têm aliado a melhoria contínua à abordagem de processos.

O estudo dos tempos e movimentos pode colaborar neste aspecto, pois permite conhecer de forma detalhada as atividades do processo produtivo, determinando o método mais eficiente para a execução de cada operação, evidenciando pontos capazes de serem melhorados, permitindo assim, redução dos custos de manufatura. Conforme Slack, Chambers e Johnson (2002) o estudo do trabalho leva sistematicamente a investigação de todos os fatores que afetam a eficiência e a economia de situações, sendo analisado para obter melhorias continuamente.

Apesar da crise financeira instalada no país, é crescente a demanda por expositores e *displays* por parte das empresas, pois segundo Monteiro (2016), estão acreditando no poder do *marketing* para atrair a atenção do desanimado consumidor e vender seus produtos. Mesmo com a crise, o consumo ainda existe e vai continuar existindo, porém o consumidor precisa de estímulos e o que o varejo pode fazer para impulsionar suas vendas é acertar em cheio no cliente que está propenso a comprar. Assim, o presente trabalho visa realizar uma análise do processo produtivo da linha de Expositores Alfa de uma empresa do ramo metalúrgico, através do estudo de tempos e movimentos, afim de identificar gargalos e verificar a capacidade produtiva para aprimoramento de seus processos internos.

A escolha da área se dá, pois atualmente a empresa não utiliza o estudo de tempos e movimentos para conhecer detalhadamente seus processos produtivos. Utilizam apenas a cronometragem simples e direta, sem qualquer embasamento teórico. Como o grande diferencial da empresa é a personalização dos produtos, uma das dificuldades é que há casos onde a classificação do processo produtivo é do tipo Projeto, alta customização, baixíssimo volume e nenhuma repetitividade (SLACK, 2013), não havendo sequer tempo e/ou justificativa para o estudo detalhado do trabalho. Em contrapartida, grande parte dos produtos são de fluxo intermitente, por encomenda (*jobbing*) e por lotes, onde o volume é mais alto em relação a classificação anterior e há repetitividade na produção devido a novas encomendas por parte dos clientes (MOREIRA, 2013). Nestes casos, de fluxo intermitente, identifica-se maior viabilidade e necessidade de implantação da cronoanálise.

2. Materiais e métodos

O estudo foi realizado em uma empresa metalúrgica, fabricante de expositores, *displays*, acessórios para gôndolas e grades aramadas para fogões, fornos e refrigeração em geral, localizada na região central do estado do Rio Grande do Sul, Brasil. Conta com 3.040 m² de área construída e 110 colaboradores.

O estudo concentrou-se na linha de Expositores Alfa (figura 1), pois vem se destacando nos últimos anos com a maior representatividade no faturamento, e tem apresentando grande crescimento nos últimos semestres, como pode-se observar no gráfico da figura 2. O gráfico (figura 2) apresenta percentualmente a representatividade do faturamento, acumulado por semestre, iniciando no ano de 2014 até o primeiro semestre de 2016. Além disso, demonstra o valor do faturamento acumulado por semestre, convertido em moeda fictícia, intitulada de Grilinhos (G\$), para preservar os reais valores de faturamento. Assim, o estudo tem grande relevância para a identificação de melhorias no processo produtivo e com isso aumentar a capacidade produtiva, reduzindo os custos de manufatura, fato este que abre uma série de possibilidades, como por exemplo, formar preços ainda mais competitivos e conquistar uma fatia maior do mercado, ou manter o preço de venda atual e aumentar a margem de lucro do

produto.

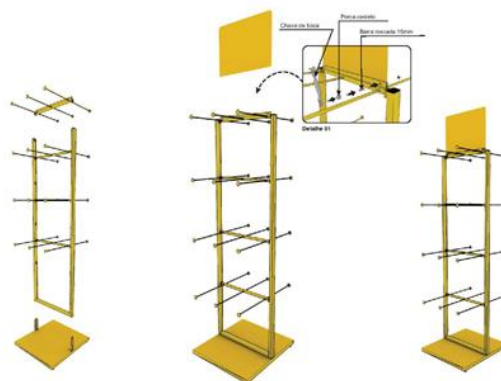


Figura 1 – Linha de Expositores Alfa

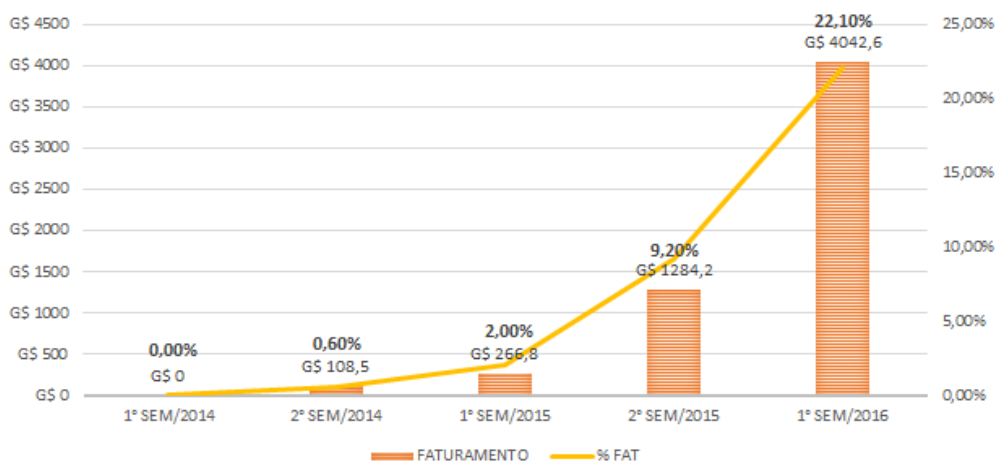


Figura 2 – Evolução da linha Alfa na representatividade do faturamento

Outra dificuldade encontrada no dia a dia da empresa é com relação ao cálculo da capacidade produtiva e identificação de gargalos, pois não há padronização nos métodos de trabalho, fazendo com que haja desperdícios de mão de obra em movimentos que não agregam valor ao produto. Segundo Chiavenato (2003) o estudo dos tempos e movimentos permite a racionalização do método de trabalho do operário e a fixação dos tempos padrões para execução das tarefas, além da eliminação do desperdício de esforço humano e dos movimentos inúteis; melhoria da eficiência e rendimento da produção pela especialização das atividades; definição de métodos e estabelecimento de normas para a execução do trabalho; etc.

Do ponto de vista dos colaboradores envolvidos no processo produtivo, haverá uma maior profissionalização com a padronização das operações, aumento da autoestima dado pelo envolvimento necessário e conhecimentos compartilhados neste processo de implantação. Uma melhor eficiência produtiva traz maior estabilidade financeira à empresa e aumentam as chances de continuarem com suas vagas de emprego, que beneficiam não só a si próprios, mas também suas famílias, o comércio local, o município com o recolhimento de impostos, etc.

3. Revisão bibliográfica

3.1 A indústria metalúrgica

A indústria metalúrgica, também conhecida como metal-mecânica, é dedicada a todos os segmentos responsáveis pela produção e transformação de metais. O segmento é responsável pela produção de uma infinidade de produtos, que vão da fabricação de bens e serviços intermediários, a máquinas, equipamentos, veículos e materiais de transporte. A diversidade de produtos originários deste segmento é consequência dos diversos processos e equipamentos utilizados na linha de produção, destacando-se os processos de deformação plástica, soldadura, fundição e usinagem (SANTIAGO, 2012).

Para Anschau (2011) o ramo metal-mecânico compreende uma enorme variedade de atividades relacionadas a transformação dos metais, e por esta razão, é também descrita como complexo metal-mecânico, que constitui um conjunto amplo e diversificado de ramos, de forma que a característica principal dos bens e serviços produzidos, consiste em conhecimentos e técnicas relacionados com a produção, processamento e utilização de metais, em especial o ferro, o aço e o alumínio.

3.2 Estudo de tempos e movimentos

O estudo de tempos e movimentos é o estudo sistemático dos sistemas de trabalho com os seguintes objetivos: desenvolver o sistema e o método preferido, usualmente aquele de menor custo; padronizar esse sistema e método; determinar o tempo gasto para uma pessoa qualificada e devidamente treinada, trabalhando em um ritmo normal, para executar uma tarefa ou operação específica; e orientar o treinamento do trabalhador no método preferido (BARNES, 1977).

Souza (2012) ressalta que os termos estudo de tempos e estudo de movimentos receberam diversas interpretações desde sua origem. O estudo de tempos, introduzido por Taylor, foi empregado especialmente na determinação de tempos-padrão, enquanto que o estudo de movimentos, elaborado pelo casal Gilbreth, foi utilizado na melhoria de métodos de trabalho. Segundo Moreira (2013), quando desenvolvemos métodos de trabalho que visam a eficiência dos movimentos do operador, estamos preocupados em eliminar movimentos desnecessários, reduzir a fadiga do operador, melhorar o arranjo físico e em buscar o melhor desempenho para ferramentas e equipamentos.

Lima et al (2014) descrevem que o estudo de tempos e movimentos tem por finalidade identificar os elementos componentes dos movimentos do operador, visando, principalmente, a melhoria de métodos e posterior fixação do tempo padrão. Afirma ainda que esta etapa é parte preliminar da organização e medida do trabalho e visa obter todos os elementos das operações, além de identificar áreas onde o trabalho possa ser racionalizado. Além da determinação do tempo padrão, o estudo de tempos e movimentos possibilita a racionalização da utilização de mão de obra, a eliminação de desperdícios e excesso de movimentos (CHIAVENATO, 2003).

3.3 Cronoanálise

De acordo com Almeida (2009), a cronoanálise é uma técnica de medição dos tempos e ritmos para um trabalho específico ser realizado sob certas condições, com o objetivo de obter o tempo necessário para a realização do trabalho, em um nível de desempenho satisfatório. Sugai (2003) diz que a cronoanálise teve origem nos estudos de Taylor, dando enfoque na capacidade do operador e avaliando o processo produtivo em suas divisões, e Gilbreth, destacando o estudo em razão dos movimentos desnecessários e a fadiga do operador.

A cronoanálise é o método utilizado para cronometrar e realizar análises do tempo que um operador leva para realizar uma tarefa no fluxo produtivo, permitindo um tempo de tolerância para as necessidades fisiológicas, possíveis quebras de maquinários, entre outras (OLIVEIRA, 2009). Segundo Oliveira (2012) ela é indicada quando há necessidade de melhorar a produtividade e entender detalhadamente o que ocorre no processo produtivo, bem como os desperdícios de tempo.

3.4 Avaliação do ritmo do operador

A avaliação do ritmo para Slack, Chambers e Johnson (2002) é um processo de análise da velocidade de trabalho do operador, ao conceito do observador, a respeito da velocidade de desempenho padrão. Deve ser levado em consideração alguns fatores relevantes na realização da tarefa, como a velocidade do movimento, esforço, destreza e consistência. Já Barnes (1977) comenta que o analista do estudo de tempos, enquanto analisa os dados ele avalia a velocidade do operador e a compara com o seu próprio conceito de ritmo normal, e posteriormente, este fator de ritmo será aplicado ao tempo selecionado para se obter o tempo normal. Apesar de haverem diversos métodos para se avaliar o ritmo, todos eles dependem da opinião do analista.

Um dos métodos existentes é a avaliação do ritmo através da habilidade e do esforço. A habilidade é avaliada observando a coordenação dos movimentos e o esforço, o empenho do operador em realizar o trabalho. A avaliação do ritmo nada mais é do que a média entre o valor do fator habilidade e o valor fator esforço, multiplicado por 100.

HABILIDADE										
A1	A2	B1	B2	C1	C2	D	E1	E2	F1	F2
<i>super hábil</i>		<i>excelente</i>		<i>bom</i>		<i>normal</i>	<i>regular</i>		<i>fraco</i>	
+0,15	+0,13	+0,11	+0,08	+0,06	+0,03	1	-0,05	-0,10	-0,16	-0,22

ESFORÇO										
A1	A2	B1	B2	C1	C2	D	E1	E2	F1	F2
<i>excessivo</i>		<i>excelente</i>		<i>bom</i>		<i>normal</i>	<i>regular</i>		<i>fraco</i>	
+0,13	+0,12	+0,10	+0,08	+0,05	+0,02	1	-0,04	-0,08	-0,12	-0,17

Figura 3 – Avaliação do ritmo pela habilidade e esforço

3.5 Determinação do tempo normal

O Tempo Normal (TN) é o tempo que o operador gasta para realizar sua tarefa normalmente, levando em consideração suas limitações e habilidades, porém, sem considerar nenhuma tolerância. Para Barnes (1977) o tempo normal é o tempo requerido para a realização de uma operação, sem levar em conta as interrupções e as condições operacionais especiais, ou seja, sem considerar as tolerâncias. O Cálculo do Tempo Normal (TN) é realizado através da equação:

$$TN = TO \times E$$

Onde:

TN = Tempo Normal

TO = Tempo cronometrado nas Observações (média)

E = Eficiência do operador (RITMO)

Silva e Coimbra (1980) também afirmam que o tempo normal não contém nenhuma tolerância, sendo ele composto apenas pelo tempo necessário para um operador qualificado

executar uma operação, em ritmo normal. Porém sabe-se que uma pessoa não consegue trabalhar o dia todo sem nenhuma interrupção, vai despende parte de seu tempo para suprir suas necessidades pessoais, em esperas inevitáveis por parada de máquina ou parada do operador e até mesmo por fadiga.

3.6 Determinação das tolerâncias

Barnes (1977) diz que a tolerância não é uma parte do fator de ritmo e são conseguidos resultados mais satisfatórios se ela for analisada separadamente. Ele classifica as tolerâncias em tolerância pessoal, de espera e fadiga.

Tolerância Pessoal: é o tempo reservado para as necessidades pessoais do trabalhador. Sua duração pode ser determinada através de um levantamento contínuo ou por amostragem. Para um trabalho leve, onde o operador trabalha 8 horas por dia sem períodos de descanso pré-estabelecidos, o trabalhador usará em torno de 2 a 5 % (10 a 24 min) por dia para suas necessidades pessoais.

Tolerância de Espera: as esperas podem ser evitáveis ou inevitáveis. As esperas evitáveis não devem ser consideradas para a determinação do tempo padrão, apenas as inevitáveis, como pequenos ajustes, tempo perdido devido a variações ocasionais no material e interrupções previstas, devem ser consideradas. Para se obter dados confiáveis, o tipo e a frequência das ocorrências de espera devem ser determinadas durante um período de tempo suficientemente extenso.

Tolerância de Fadiga: diz respeito a perda na capacidade produtiva do trabalhador, devido ao consumo de energia gerado pelo esforço no qual ele está submetido durante o dia de trabalho. Para Silva e Coimbra (1980) a fadiga resultante de um trabalho é afetada por vários fatores, como o esforço físico, o esforço mental, a monotonia e as condições ambientais.

3.7 Determinação do tempo padrão

Segundo Barnes (1977) o tempo padrão é igual ao tempo normal acrescido das tolerâncias necessárias. Já Souza (2012) é ainda mais detalhista ao conceituar o tempo padrão de uma operação, como a quantidade de tempo essencial para exercer uma atividade, em condições determinadas, de acordo com um método e processo pré-estabelecido, por um operador treinado e qualificado, possuindo habilidade média, trabalhando com um esforço médio durante todas as horas de sua jornada de trabalho, adicionando a este tempo normal as tolerâncias definidas para a operação.

$$TP = TN + (TN \times \%Tolerâncias)$$

Onde:

TP = Tempo Padrão

TN = Tempo Normal

$\%Tolerâncias$ = somatório dos percentuais de tolerância pessoal (P), de espera (AI) e fadiga (F).

4. Resultados

Nesta sessão, serão aplicados os métodos estudados na revisão da literatura, de modo a implantar a cronoanálise na linha de Expositores Alfa e com isso determinar o tempo padrão das operações envolvidas neste processo produtivo para, a partir destas informações, identificar gargalos e verificar a capacidade produtiva conforme o proposto para este estudo.

A cronoanálise seguiu os passos definidos por Barnes (1977): (i) Obter e registrar as

informações sobre a operação e o operador em estudo; (ii) Dividir a operação em elementos e registrar uma descrição completa do método; (iii) Observar e registrar o tempo gasto pelo operador; (iv) Determinar o número de ciclos a serem cronometrados; (v) Avaliar o ritmo do operador; (vi) Determinar as tolerâncias; e (vii) Determinar o tempo-padrão para a operação. Como a empresa não utiliza o estudo de tempos e movimentos para conhecer detalhadamente seus processos produtivos, partiu-se inicialmente para a elaboração de um documento que contivesse todos estes passos, com todas as informações necessárias para o cálculo do tempo padrão da operação, ao qual deu-se o nome de “folha de estudo homem-máquina”. A figura 3 mostra uma dessas folhas.

CÓDIGO DO PRODUTO: 6.303.0018										DESCRIÇÃO DO PRODUTO: EXPOSITOR "C" ESPECIAL MLC															
N° DA OPERAÇÃO: 1 DE 24										DESCRIÇÃO DA OPERAÇÃO: CORTAR GANCHO 7.0 X 515MM (A)															
MAQUINA: BTC										SETOR: PRIMARIO										N° FUNCIONÁRIOS: 1					
OPERADOR DA MAQUINA: JOÃO B.										CRONOMETRISTA: LUCAS ESPINDOLA										DATA: 03 / 05 / 2016				HORA: 10:20	
TEMPO TOTAL DE CICLO DAS N PEÇAS: 23,2 SEG										N° PEÇAS: 10 PEÇAS										TEMPO MÉDIO OBSERVADO: 2,32					
ELEMENTOS DA OPERAÇÃO																									
ITEM	DESCRIÇÃO	1°		2°		3°		4°		5°		6°		7°		8°		9°		10°		MÉDIA TO			
		OPER	MAQ	OPER	MAQ	OPER	MAQ	OPER	MAQ	OPER	MAQ	OPER	MAQ	OPER	MAQ	OPER	MAQ	OPER	MAQ	OPER	MAQ				
1	CORTAR ARAME BTC (MAQ)		2,35		2,31		2,29		2,32		2,25		2,26		2,25		2,30		2,34		2,27	2,294 seg			
2																						0 seg			
3																						0 seg			
4																						0 seg			
5																						0 seg			
6																						0 seg			
7																						0 seg			
8																						0 seg			
9																						0 seg			
TOTAL:		0	2,35	0	2,31	0	2,29	0	2,32	0	2,25	0	2,26	0	2,25	0	2,3	0	2,34	0	2,27	2,294 seg			
TOTAL:		2,35 seg		2,31 seg		2,29 seg		2,32 seg		2,25 seg		2,26 seg		2,25 seg		2,3 seg		2,34 seg		2,27 seg					

Tolerância para FADIGA (F) =	10%	Tempo Observado/Cronometrado (TO) =	2,294 seg	x 12	27,528 seg
Tolerância PESSOAL (P) =	4%	Tempo Médio Observado (TMO) =	2,320 seg	x 12	27,840 seg
Tolerância ESPERA (AI) =	2%	Tempo Normal (TN) = TO x E =	2,294 seg	x 12	27,528 seg
HABILIDADE =	1	Tempo Padrão (TP) = TN + TN (F+P+AI) =	2,661 seg	x 12	31,932 seg
ESFORÇO =	1				
EFICIÊNCIA "Ritmo" (E) =	100%				

PEÇAS POR EXPOSITOR

Figura 4 – Folha de estudo homem-máquina para atividade “A”

Para a realização da cronoanálise, o primeiro passo foi o registro cuidadoso das informações da operação e do operador no cabeçalho da folha, tais como: o código e a descrição do produto, o número e a descrição da operação, a máquina, o setor, o número de funcionários, nome do operador da máquina, nome do cronometrista, data e hora em que a cronometragem será realizada. Etapa esta que tornou-se necessário compreender o funcionamento do processo produtivo e sua sequência lógica.

Em posse das operações envolvidas no sistema, realizou-se a divisão de cada operação em elementos, seguindo as três regras básicas descritas por Barnes (1977): (i) os elementos devem ser tão curtos quanto o compatível com uma medida precisa. (ii); o tempo de manuseio deve ser separado do tempo-máquina; e (iii) os elementos constantes, cuja duração independe da dimensão, peso, comprimento e forma da peça, devem ser separados dos elementos variáveis, e cada um destes elementos foram informados na folha de estudo homem-máquina.

Partiu-se então para o registro do tempo gasto pelo operador, ou seja, registro do tempo observado (TO), realizado com auxílio de um cronômetro e através do método de leitura repetitiva. A determinação do número de ciclos a serem cronometrados é dada conforme o modelo utilizado pela Maytag Company descrita por Barnes (1977), onde através da relação R/X encontra-se o número de ciclos a serem cronometrados, para que se tenha um nível de

confiança de 95%. Porém, a aplicação do modelo resultou-se em uma pequena quantidade de ciclos a serem cronometrados, devido a baixa variabilidade das leituras obtidas. Com isso, afim de se ter resultados ainda mais representativos e evitar esta análise no momento da cronometragem, adotou-se como padrão a cronometragem de 10 ciclos para todas as operações.

A avaliação do ritmo dá-se através da habilidade e do esforço, ou seja, pela avaliação da coordenação dos movimentos e o empenho do operador em realizar o trabalho. Para se calcular o fator de ritmo dos funcionários, adota-se como fator normal 1 e sobre ele é somado ou subtraído os valores identificados nos parâmetros da figura 3, conforme julgamento do cronometrista. O fator de ritmo do funcionário, que é a média entre o valor do fator habilidade e o valor fator esforço, multiplicado por 100, é adicionado ao tempo observado (TO) para que se obtenha o tempo normal (TN).

Com os dados coletados no chão de fábrica em mãos, parte-se então para a etapa de alimentação das cronometragens na planilha digital da folha de estudo homem-máquina, onde células já estão previamente configuradas com as fórmulas necessárias para a realização dos cálculos automaticamente, dando agilidade aos resultados e evitando erros de cálculo. O cálculo do tempo normal (TN) está diretamente ligado ao ritmo do operador, como exemplo pode-se analisar a operação “A – Cortar Gancho 7.0 x 515MM”: ela possui um tempo observado de 2,294 segundos por peça, o operador foi avaliado com um ritmo de 100%, resultando em um tempo normal de 2,294 segundos por peça ($2,294 \text{ seg} \times 100\%$). Porém se este mesmo operador tivesse sido avaliado com um ritmo de 105%, o tempo normal aumentaria para 2,4087 segundos por peça ($2,294 \text{ seg} \times 105\%$), pois ele estaria realizando a tarefa em um tempo menor que o normal, devido ao seu ótimo ritmo.

Sabe-se que o tempo normal (TN) não possui nenhuma tolerância adicionada, e que nenhuma pessoa consegue trabalhar o dia todo sem nenhuma interrupção, portanto, é impossível considerá-lo como o tempo total da tarefa, ou seja, tempo padrão (TP). Para compor o Tempo Padrão é necessário que sejam determinadas as tolerâncias pessoais, de espera e de fadiga, para isso, consultou-se dados históricos da empresa e chegou-se as seguintes percentuais de tolerância: 10% para fadiga (52,8 minutos/dia), 4% de tolerância pessoal (21,12 minutos/dia) e 2% de tolerância de espera (10,56 minutos/dia). Ao informar estes dados na planilha, o Tempo Padrão é calculado automaticamente, considerando o Tempo Normal adicionado do percentual das tolerâncias definidas para cada operação. A figura 4 mostra um resumo dos dados obtidos para cada operação.

Objetivando analisar os dados a partir de uma representação gráfica das atividades do sistema e suas respectivas relações de dependência, elaborou-se um diagrama de rede pelo método do Diagrama de Flechas, que utiliza flechas para representar as atividades e nós para mostrar as relações de dependência entre as atividades, conhecido como Rede PERT/CPM. Para isso, foram analisadas as atividades precedentes e sucessoras de cada atividade envolvida no processo, resultando na rede da figura 6. A rede mostrou o tempo total necessário para a produção de um Expositor Alfa, e identificou as atividades “gargalo” envolvidas no processo produtivo, ou seja, atividades onde qualquer atraso irá resultar em atraso no tempo total de produção do expositor, também chamado de caminho crítico.

DESCRIÇÃO DA OPERAÇÃO	TO (seg)	FATOR DE RITMO	TN (seg)	FATOR DE TOLERÂNCIA	TP (seg)
A - CORTAR GANCHO 7.0 X 515MM	27,528	100%	27,528	16%	31,932
B - CORTAR A ALMA EM "L" 2.0 X 40 X 115MM	2,532	100%	2,532	16%	2,938
C - DOBRAR A ALMA EM "L" 2.0 X 40 X 115MM	9,48	100%	9,48	16%	10,997
D - CORTAR PERFIL "U" SUPORTE DA TESTEIRA 0.75 X 30 X 390MM	2,289	100%	2,289	16%	2,656
E - DOBRAR PERFIL "U" SUPORTE DA TESTEIRA 0.75 X 30 X 390MM	6,927	100%	6,927	16%	8,035
F - FURAR PERFIL "U" SUPORTE DA TESTEIRA 0.75 X 30 X 390MM	19,32	100%	19,32	16%	22,411
G - ACAB. NO PERFIL "U" SUPORTE DA TESTEIRA 0.75 X 30 X 390MM	6,79	100%	6,79	16%	7,876
H - CORTAR LONG. MAIOR DA BASE 500MM 1.20 X 25 X 25	15,539	100%	15,539	16%	18,025
I - FURAR LONGARINA MAIOR DA BASE 500MM 1.20 X 25 X 25	18,076	100%	18,076	16%	20,968
J - CORTAR LONG. MENOR DA BASE 450MM 1.20 X 25 X 25	15,444	100%	15,444	16%	17,915
K - CORTAR LONG. MAIOR DO CORPO 1460MM 0.90 X 20 X 30	8,331	100%	8,331	16%	9,664
L - CORTAR TRAVESSA INF. DO CORPO 410MM 0.90 X 20 X 30	8,6	100%	8,6	16%	9,976
M - FURAR TRAVESSA INF. DO CORPO 410MM 0.90 X 20 X 30	5,503	100%	5,503	16%	6,383
N - CORTAR TRAV. DA GANCHEIRA 390MM 0.90 X 15 X 15	16,824	100%	16,824	16%	19,516
O - FURAR TRAVESSA DA GANCHEIRA 390MM 0.90 X 15 X 15	74,108	100%	74,108	16%	85,965
P - ACABAMENTO TRAVESSA DA GANCHEIRA 390MM 0.90 X 15 X 15	21,376	100%	21,376	16%	24,796
Q - SOLDAR CONJUNTO DA BASE	106,324	100%	106,324	16%	123,336
R - ACABAMENTO NO CONJUNTO DA BASE	31,09	100%	31,09	16%	36,064
S - SOLDAR CONJUNTO DO CORPO	152,021	100%	152,021	16%	176,344
T - ACABAMENTO NO CONJUNTO DO CORPO	21,509	100%	21,509	16%	24,950
U - SOLDAR CONJUNTO DA GANCHEIRA	237,3	100%	237,3	16%	275,268
V - SOLDAR CONJUNTO DA GANCHEIRA SUPERIOR	111,628	100%	111,628	16%	129,488
X - SOLDA TOPO P/ARRUELAS NOS GANCOS DO CJ DA GANCHEIRA	200,264	98%	195,257	16%	226,499
Z - PRE MONTAGEM DO EXPOSITOR "C"	65,415	100%	65,415	16%	75,881

Figura 5 – Resumo dos dados obtidos para cada Operação

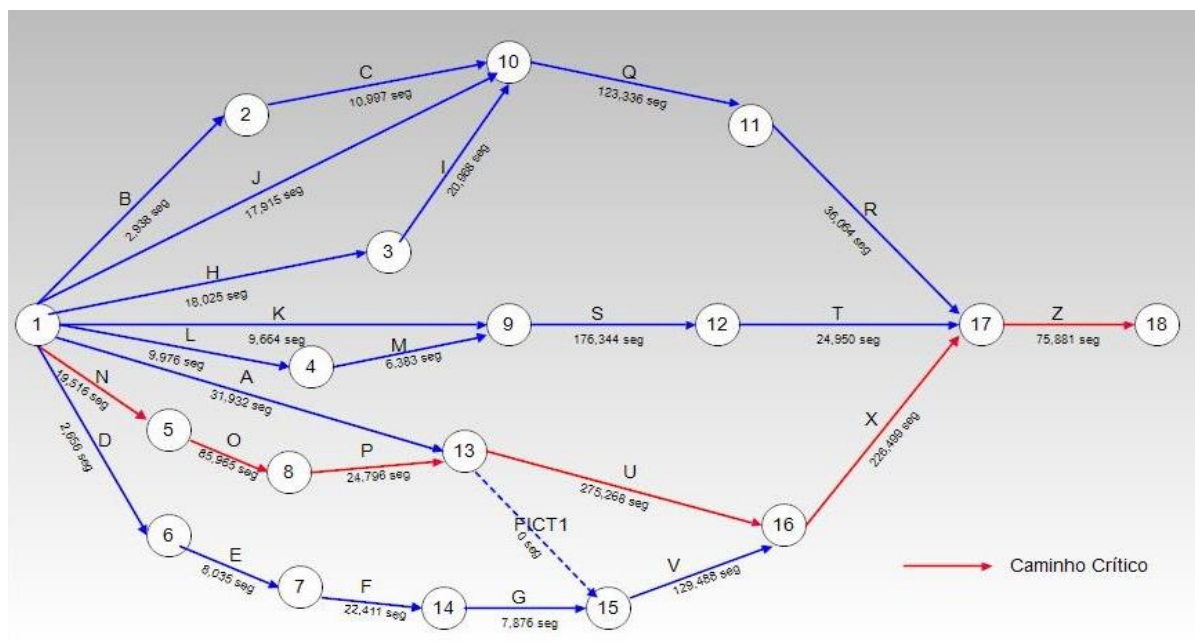


Figura 6 – Rede PERT/CPM

O tempo total para a produção de um Expositor Alfa é obtido através da soma das durações de todas as atividades do caminho crítico, ou seja, pela soma das durações das atividades: $N - O - P - U - X - Z$, que é igual a 707,925 segundo ou 11,8 minutos (11 minutos e 48 segundos). Sabe-se que o tempo do “gargalo” é o que determina a capacidade produtiva, isto é, que a operação de menor capacidade limita a capacidade total do sistema, e que o “gargalo” do sistema em estudo é a atividade U com um tempo de duração de 275,268 segundos, devido a sua menor velocidade de produção em relação as demais atividades.

A empresa trabalha 8,8 horas por dia (31.680 segundos/dia), e sabe-se que leva 707,925 segundos até sair a primeira peça. Ao dividirmos este limitante de tempo de 30.972,075 segundos ($31.680 - 707,925 = 30.972,075$) pelo tempo padrão do “gargalo”, é possível identificar que a capacidade produtiva da empresa é de 113 expositores/dia ($112 + 1 = 113$).

5. Conclusão

Ao aplicar o estudo de tempos e movimentos na linha de produção de Expositores Alfa, de maior representatividade no faturamento da empresa, conseguiu-se chegar ao tempo padrão e, a partir deste, calcular a capacidade produtiva, até então desconhecida. Desse modo, pode-se afirmar que as ferramentas aqui aplicadas, quando da forma e sequencia correta, e embasadas em referencial teórico, propiciam um resultado satisfatório ao final.

Ao identificar as restrições do sistema no final deste trabalho, pretende-se utilizar estes dados como base de informação para uma aplicação futura da Teoria das Restrições (TOC), que auxilia as organizações a alcançarem seus objetivos continuamente, explorando e elevando a(s) restrição(ões) do sistema.

Referências

ALMEIDA, B. F. O. *Método da elaboração de folha de processos em sistemas de manufatura*. In UFJF, 2009, Juiz de Fora – MG. Disponível em: <http://www.ufjf.br/ep/files/2014/07/2009_1_Bruno-Fernandes.pdf>.

ANSCHAU, L. A. K. *O Ramo Metal-mecânico e a Industrialização no oeste do Paraná*. In UNIOESTE, 2011, Toledo – PR. Disponível em: <http://tede.unioeste.br/tede/tde_arquivos/2/TDE-2011-12-12T134229Z-660/Publico/Luise%20A%20K%20Anschau.pdf>.

ARAÚJO, L. C. G. *Organizações, Sistemas e Métodos e as Tecnologias de Gestão Organizacional*. Vol. 2 – 4ª ed. – São Paulo: Atlas, 2012.

BARNES, R. M. *Estudo de Movimentos e de Tempo: projeto e medida do trabalho*. 6ª ed. - São Paulo: Edgard Blücher LTDA, 1977.

CHIAVENATO, I. *Introdução a Teoria Geral da Administração*. 7ª ed. - Rio de Janeiro: Elseiver, 2003.

LIMA, T. G. L. S.; MELO, G. A.; SANTOS, G. B. I.; AMORIM, C. M. S. *Mapeamento e elaboração de método de fabricação para bolsa feita com banner de lona sintética*. In ABEPRO, 2014, Curitiba - PR. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2014_TN_STP_195_107_25986.pdf>.

OLIVEIRA, C. L. P. A. *Análise e controle da produção em empresa têxtil, através da cronoanálise*. In UNIFOR, 2009, Formiga – MG. Disponível em: <<http://bibliotecadigital.uniformg.edu.br:21015/jspui/bitstream/123456789/70/1/CassiaLOliveira-EP.pdf>>.

OLIVEIRA, J. C. G. *Estudo dos tempos e métodos, cronoanálise e racionalização industrial*. 2012. Disponível em: <<http://www.administradores.com.br/artigos/administracao-e-negocios/estudo-dos-49tempos-e-metodos-cronoanalise-e-racionalizacao-industrial/63820/>>.

SANTIAGO, E. *Indústria metal-mecânica*. 2012. Disponível em: <<http://www.infoescola.com/economia/industria-metal-mecanica/>>.

SILVA, A. V.; COIMBRA, R. R. C. *Manual de tempos e métodos*. São Paulo: Hemus, 1980.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. *Administração da produção*. 2ª ed. - São Paulo: Atlas, 2002.

SLACK, N. *Princípios de Administração da Produção*. São Paulo: Atlas, 2013.

SOUZA, E. L. *Proposta e aplicação de um modelo de cronoanálise para os setores de soldagem e montagem de uma empresa de agronegócios.* In FAHOR, 2012, Horizontina – RS. Disponível em: <http://www.fahor.com.br/publicacoes/TFC/EngPro/2012/Edson_Luis_de_Souza.pdf>.

SUGAI, M. *Avaliação do uso do MTM (Methods Time Measurement) em uma empresa de metal-mecânica.* In UNICAMP, 2003, Campinas – SP. Disponível em: <<http://www.bibliotecadigital.unicamp.br/document/?down=vtls000307213>>.

MONTEIRO, I. *Matéria publicada para a TIVI em 13 de agosto de 2015 com informações de: O Negócio do Varejo, Exame.*

MOREIRA, D. A. *Administração da Produção e Operações.* 2ª ed. - São Paulo: Cengage Learning, 2013.