

DETERMINAÇÃO DA CAPACIDADE PRODUTIVA DE UMA CONFECÇÃO DE PEQUENO PORTE ATRAVÉS DO ESTUDO DE TEMPOS SOB O ENFOQUE DA TEORIA DAS RESTRICÇÕES

Fellipe Facanha Adriano (UFC)

fellipefa@hotmail.com

MAXWEEL VERAS RODRIGUES (UFC)

maxweelveras@gmail.com

carmelio araujo abou el hossn (UFC)

carmelio_hossn@hotmail.com

MARCOS LUIZ SOARES MOREIRA (UFC)

marcoslsm@hotmail.com

Cristiane de Mesquita Tabosa (UFC)

cristiane_dmt@yahoo.com.br



O domínio das informações da produção é imprescindível para o êxito de uma organização. Nesse propósito, o estudo de tempos se apresenta como uma ferramenta importante, pois é através dela que é possível estabelecer a duração de um dado processo e das atividades que o compõe. O trabalho tem como objetivo determinar a capacidade produtiva de uma empresa de pequeno porte, do ramo de confecção, por meio do estudo de tempos. O estudo de caso mostra a aplicação das seis etapas que envolvem o cálculo do tempo padrão, que são: A divisão da operação em elementos, a determinação do número de ciclos a serem cronometrados, a determinação do ritmo, o cálculo do tempo normal, a determinação das tolerâncias, e o cálculo do tempo padrão. Baseado nos dados obtidos foi identificado que a operação gargalo, ou seja, aquela que limita a capacidade produtiva é a atividade de revisão das peças.

Palavras-chaves: Teoria das restrições; estudo de tempos, capacidade produtiva.

1. Introdução

Uma gestão consistente da produção é imprescindível para que uma empresa obtenha bons resultados. Cientes disso, as organizações se propõem gerir sua produção baseado em indicadores e metas. No entanto, é bastante comum observar casos em que esses números são estabelecidos de forma empírica. O motivo que leva a isso é que poucas empresas se dispõem a conhecer profundamente o seu processo de fabricação. Esse tipo de comportamento pode acarretar em decisões equivocadas, já que o gestor estará fundamentado em informações imprecisas.

O atual cenário de competição obriga as empresas a buscar corretamente e acompanhar os dados da produção. O domínio dessas informações deixou de ser uma diferencial entre as organizações passando a ser uma exigência que sem a qual uma empresa não conseguiria sobreviver no mercado.

Existem algumas ferramentas que buscam atender essa necessidade. Nesse sentido, a elaboração de um estudo de tempos e métodos se apresenta como uma excelente alternativa. Essa abordagem mostra não somente o fluxo da atividade, mas vai além detalhando ela em movimentos e tempos padrões de cada operação. O resultado final são informações confiáveis que servem para o administrador aumentar a eficiência do trabalho.

Outro benefício proporcionado pelo estudo de tempos é a possibilidade de fixar com precisão a capacidade produtiva de uma manufatura. Para isso, deve-se interpretar os resultados do estudo de tempos com base nos princípios da teoria das restrições, onde o intuito é identificar o processo gargalo, ou seja, aquele que limita a capacidade produtiva do sistema.

O estudo foi realizado em uma confecção de pequeno porte localizada em Fortaleza/CE. Teve como objetivo aplicar o estudo de tempos sob a luz da teoria das restrições para determinar a capacidade de produção da empresa. Inicialmente será apresentada a revisão bibliográfica das técnicas utilizadas e, posteriormente, o estudo de caso.

Com relação à metodologia utilizada, pode-se afirmar que foi, quanto à natureza, uma pesquisa aplicada, onde os conhecimentos gerados servem para uma aplicação prática para problemas específicos. No que se refere à abordagem, é caracterizada como pesquisa exploratória, já que envolve levantamentos bibliográficos e contato com pessoas que tem familiaridade ou ligação com o problema estudado. Por último, classificam-se os procedimentos técnicos utilizados no presente trabalho como estudo de caso, já que o único objetivo é explorado, a fim que seja permitido o profundo e detalhado conhecimento do mesmo (GIL, 2010).

2. Estudo de tempos

As técnicas de estudo de tempos foram apresentadas pela primeira vez por Frederick Taylor no início do século passado. Baseado na mensuração do trabalho, feita de forma científica, utilizando técnicas estatísticas, era aplicada apenas em organizações do tipo industrial. Por tal motivo, Frederick W. Taylor é considerado o pai da administração científica.

Segundo Slack (2002), o estudo de tempo é uma técnica utilizada para registrar os tempos e o ritmo de trabalho para os elementos de uma tarefa especializada, realizada sob condições especificadas. Também é aplicada para a obtenção do tempo necessário para a realização do trabalho com um nível definido de desempenho.

A determinação do tempo padrão de uma tarefa oferece pelo menos duas grandes utilidades, afirma Moreira (1993). A primeira é de que ele serve para estudos posteriores que visem determinar o custo industrial associado a um produto. Já o segundo benefício consiste na possibilidade de se poder avaliar, pela redução ou não do tempo padrão, se houve melhoria no método de trabalho quando é feito um estudo de métodos.

Peinado e Graeml (2007) apontam que o estudo de tempos resulta em um padrão de referência que servirá para elaboração dos programas de produção, determinação do valor da mão-de-obra direta no cálculo do custo do produto vendido (CPV), estimativa do custo de um novo produto durante seu projeto e criação, balanceamento das linhas de produção e montagem e determinação da capacidade produtiva da empresa, que é a produção que uma operação pode entregar numa unidade de tempo definida (SLACK, 2008). O último benefício citado consiste no objetivo do presente estudo.

A técnica constitui-se de seis etapas para obtenção do tempo padrão de uma atividade. Essas etapas são uma adaptação do que foi proposto por Peinado e Graeml (2007). A figura 1 apresenta graficamente quais são essas etapas e sua sequência.



FIGURA 1 – Sequência das etapas do estudo de tempo. Fonte: adaptado de Peinado e Graeml (2007).

2.1 Divisão da operação em elementos

A primeira etapa consiste na divisão de uma operação total em partes menores a fim de que o método de trabalho tenha uma medida de tempo consistente. No entanto, deve haver o cuidado de não se dividir em parte muito pequenas, pois pode ocasionar a perda de precisão do tempo medido. Peinado e Graeml (2007) sugerem três regras para esse desdobramento, que são:

- Separar o trabalho em partes mais curtas quanto possível, mas longas o suficiente para que possam ser medidas com o cronômetro;
- As operações do trabalhador são consideradas independentes das da máquina, o que implica que seus tempos devem ser cronometrados separadamente;
- Assim como as operações, os atrasos de máquina e operador devem ser definidos separadamente.

2.2 Determinação do número de ciclos a serem cronometrados

Existem diversas maneiras para se chegar à quantidade correta de ciclos a serem aferidos. Algumas tabelas relacionam a quantidade de medições com o número de execuções da atividade em um ano, mas, em sua maioria, as técnicas são baseadas em fórmulas estatísticas, pois oferecem uma precisão maior em virtude de sua origem matemática.

Um exemplo dessa técnica é a proposta por Barnes (1977), onde a fórmula estatística é uma combinação do desvio padrão da distribuição por amostragem da média com a média da soma de todas as amostras. A desvantagem desse método é que para cada nível de confiança desejado, é multiplicado por um fator diferente.

Peinado e Graeml (2007) sugerem que a quantidade de ciclos pode ser obtida através de uma fórmula mais generalista, onde o executor do estudo pode decidir o nível de confiança

desejado e aplicar o seu valor correspondente, obtido através da tabela de distribuição normal, diretamente na fórmula 1.

$$n = \left(\frac{z \cdot R}{E_r \cdot d_2 \cdot \bar{X}} \right)^2 \quad (1)$$

Onde:

- n - número de ciclos a serem cronometrados;
- z - coeficiente de distribuição normal para uma probabilidade determinada;
- R - amplitude da amostra;
- E_r - erro relativo da medida;
- d_2 - coeficiente em função do número de cronometragens realizadas preliminarmente;
- \bar{x} - média dos valores das observações;

2.3 Determinação do ritmo

Para se calcular o tempo de execução de uma operação é preciso leva em conta a velocidade com que o operador trabalha. A isso se dá o nome de “ritmo”. Segundo Slack (2002), a avaliação do ritmo é o processo de avaliar a velocidade de trabalho do operador, com relação à velocidade correspondente ao desempenho padrão.

Para Peinado e Graeml (2007), a determinação do ritmo é a parte mais difícil para quem está executando o estudo de tempos, pois se trata de uma análise meramente subjetiva. Em virtude disso, propõe-se que quem irá aplicar o estudo de tempos, receba treinamento sobre a operação analisada, a fim de detectar uma possível lentidão ou rapidez provocada pelo operador avaliado.

Assim como a determinação do número de ciclos, existem diversas técnicas para avaliação de ritmo. No presente estudo, foi utilizado o método de avaliação de velocidade através do sistema *Westinghouse*, que consiste em avaliar a eficiência do operador em quatro fatores:

- a) Habilidade - competência para seguir um método;
- b) Esforço - associado à um ritmo constante durante uma operação;
- c) Condições – relaciona-se ao ambiente, as máquinas, as ferramentas, etc.;
- d) Consistência – se refere aos movimentos.

Esses aspectos não caracterizam como o operador realiza a operação, mas como o que a operação exige do operador. O sistema fornece uma tabela de valores numéricos para cada fator, conforme consta na tabela 1.

HABILIDADE			ESFORÇO		
+0,15	A1	Super-hábil	+0,13	A1	Excessivo
+0,13	A2		+0,12	A2	
+0,11	B1	Excelente	+0,10	B1	Excelente
+0,08	B2		+0,08	B2	
+0,06	C1	Bom	+0,05	C1	Bom
+0,03	C2		+0,02	C2	
0,00	D	Médio	0,00	D	Médio
-0,05	E1	Regular	-0,04	E1	Regular
-0,10	E2		-0,08	E2	
-0,16	F1	Fraco	-0,12	F1	Fraco
-0,22	F2		-0,17	F2	
CONDIÇÕES			CONSISTÊNCIA		
+0,06	A	Ideal	+0,04	A	Perfeita
+0,04	B	Excelente	+0,03	B	Excelente
+0,02	C	Boa	+0,01	C	Boa
0,00	D	Média	0,00	D	Média
-0,03	E	Regular	-0,02	E	Regular
-0,07	F	Fraca	-0,04	F	Fraca

Fonte: Barnes (1977)

TABELA 1 – Sistema Westinghouse para avaliação de ritmo

Depois de julgar o grau de cada um dos quatro critérios, somam-se os fatores correspondentes, resultando no que é chamado de “fator de ritmo”.

2.4 Cálculo do tempo normal

Depois de mensurado o fator de ritmo, calcula-se o tempo normal da operação. Segundo Barnes (1977), o tempo normal é o tempo necessário para um operador treinado executar uma determinada operação em um ritmo normal de trabalho. Em outras palavras, é o tempo “normalizado” de realização de uma atividade, pois minimiza as variações de ritmo do operador. Sua fórmula é dada por:

$$TN = TC \times V \quad (2)$$

Onde:

- TN - Tempo normal;
- TC - tempo cronometrado ou selecionado;
- V - fator de ritmo.

Esse valor ainda não pode ser considerado como o tempo de realização da operação já que desconsidera a influência do ambiente de trabalho sobre a condição física do operador. Logo, para suprir essa deficiência, devem-se somar valores de tolerâncias no tempo normal.

2.5 Determinação das tolerâncias

Durante um dia de trabalho, um trabalhador necessita realizar interrupções, seja para necessidades pessoais ou por motivos alheios à sua vontade. Assim, tolerância nada mais é do que o tempo necessário para que o operador execute a operação em um ritmo normal acrescido dessas interrupções. Barnes (1977) classifica as interrupções em três, que são:

- a) Tolerância pessoal - tempo despedido com necessidades fisiológicas, por exemplo;
- b) Tolerância por espera - são condições não controladas pelo operador que resultam em paradas. Exemplo: manutenção de máquinas, ajustes ligeiros no processo/máquinas;

c) Tolerância por fadiga - tempo despedido pelo operador com recuperação do desgaste físico e mental resultante do nível de atividade exercida.

A aplicação da tolerância é calculada em função dos tempos de permissão que a empresa esta disposta a conceder. Dessa forma, deve-se somar o tempo disponibilizado por ela para cada um dos tipos de tolerância e, em seguida, calcular o fator de tolerância. Peinado e Graeml (2007) afirmam que esse fator é encontrado através da seguinte fórmula:

$$FT = \frac{1}{1-p} \quad (3)$$

Onde:

- FT - Fator de tolerância;
- p - porcentagem de tempo concedido dividido pelo tempo total do expediente.

2.6 Cálculo do tempo padrão

O cálculo do tempo padrão (TP) é o último e mais simples de todos os procedimentos do estudo de tempos. Para obtê-lo, basta multiplicar o tempo normal (TN) pelo fator de tolerância (FT) (GRAEML e PEINADO, 2007). Logo, a formulação fica então representada:

$$TP = TN \times FT \quad (4)$$

3. Teoria das restrições

Partindo do princípio de que o objetivo de toda empresa é ganhar dinheiro, agora e no futuro, o fator limitante para o ganho infinito são as restrições que toda empresa possui. Segundo Goldratt *apud* Rogers (2006), restrição é qualquer coisa que limita um melhor desempenho de um sistema, como o elo mais fraco de uma corrente, ou ainda, alguma coisa que não se tem suficiente. Peleias (2002) salienta que as restrições podem ser políticas e físicas ou de recursos. A primeira é relativa a normas, procedimentos e práticas usuais do passado. A segunda diz respeito a mercados fornecedores, equipamentos, materiais, pedidos e pessoas. Segundo Antunes (2008), as restrições podem ser classificadas ainda em internas, quando a demanda total de um produto é maior que a capacidade da fábrica, por exemplo, ou externas, que é quando a restrição está relacionada ao mercado ou quando a capacidade dos fornecedores é inferior à necessidade da empresa. No presente trabalho será dada ênfase às restrições físicas e internas encontradas em uma indústria de confecção.

Conforme Bornia (2002), a ideia básica da Teoria das Restrições (TOC) é identificar as restrições que limitam os ganhos da empresa e gerenciar eficazmente a utilização dessas restrições, proporcionando a maximização do lucro. A essas restrições utiliza-se um termo amplamente utilizado na TOC, que é “gargalo”. Os gargalos são considerados como recursos restritivos do sistema, ou seja, aqueles que limitam a capacidade produtiva da fábrica. Existem também os recursos não-gargalos, que são os que possuem capacidade maior do que a demanda, não servindo de empecilho para o cumprimento do programa de produção. Sendo assim, os recursos não gargalos deverão estar subordinados aos gargalos para que não haja um acúmulo de estoques (CORRÊA e GIANESI, 1996).

Para Antunes (2008), a Teoria das Restrições está estruturada em cinco passos globais que funcionam como um procedimento para a ampliação do ganho, que é a meta nas empresas industriais. São eles:

- a) Identificar a restrição do sistema – Bornia (2002) afirma que todo sistema possui pelo menos uma restrição que limita o desempenho da empresa e, conseqüentemente, o ganho da mesma;
- b) Explorar a restrição do sistema – Tirar o máximo proveito das restrições para a obtenção de melhores resultados. O desempenho dos gargalos determinará o desempenho de todo o sistema (BORNIA, 2002);
- c) Subordinar qualquer outra coisa à decisão anterior – Antunes (2008) aponta que independente da restrição ser interna ou externa, essa etapa consiste no interesse de reduzir ao máximo os investimentos e as despesas operacionais, e ao mesmo tempo garantir o ganho teórico máximo do sistema de produção, definido no passo anterior. Em outras palavras, é fazer com que todos os recursos do sistema operem de acordo com o recurso restritivo.
- d) Elevar a capacidade da restrição – Bornia (2002) salienta que este passo procura aumentar a capacidade dos recursos restritivos. Para isso, podem ser tomadas várias ações físicas sobre o sistema, como a compra de máquinas e o aumento da eficiência do recurso gargalo, no caso de restrições internas. Já para as restrições externas, sugere-se que os esforços sejam direcionados para o aumento da demanda no mercado, através de ações de marketing, por exemplo, (ANTUNES, 2008).
- e) Se uma restrição for quebrada, voltar ao primeiro passo – Antunes (2008) aponta que isso ocorre porque ao eliminar o gargalo, é bem provável que novas restrições apareçam, podendo ser internas ou externas. Bornia (2002) complementa afirmando que agindo dessa forma, cria-se um ciclo de aprimoramento do sistema produtivo, o que resulta na melhoria contínua da empresa, tornando-a cada vez mais competitiva.

4. Estudo de caso

4.1 A empresa

O trabalho foi realizado em uma confecção de pequeno porte localizada no centro de Fortaleza-CE. Especializada na produção de moda íntima feminina, a empresa conta com 15 funcionários (13 de produção, um de supervisão e um administrativo). Atualmente, produz em média 1200 a 2000 unidades de calcinha/dia.

A empresa dedica-se apenas à fabricação de calcinhas. Tendo sua produção feita de forma empurrada, em ritmo máximo, desconsiderando as variações no ritmo de trabalho entre os processos e com a fabricação das peças antes mesmo dos pedidos de compra das mesmas.

Como a confecção tem pouco tempo de funcionamento, ainda possui pouca variedade de produtos. Pode-se separar os produtos em dois grandes grupos de acordo com a matéria prima base que são *cotton* e microfibrã. Apesar de haver poucas diferenças entre os modelos, a meta de produção do primeiro é de 2000 unidades/dia, enquanto a que é feita com microfibrã é de 1400 unidades/dia. Essa diferença decorre do fato de que o tecido de microfibrã é bastante maleável, o que dificulta o processamento da peça nas máquinas.

Segundo o supervisor da empresa, cerca de 70% de todas as peças produzidas utilizam o *cotton*. Logo, pode-se apontar como sendo essa a razão pela qual esse foi o tipo escolhido para estudo. Também segundo esse funcionário não há diferenças relevantes no tempo de produção entre os diferentes tipos de modelos e tamanhos das calcinhas de *cotton*.

Para uma melhor compreensão de como funciona a operação da empresa, foi elaborado um fluxograma da atividade produtiva da empresa, ele está descrito esquematicamente na figura 3 utilizando os cinco símbolos propostos pela *American Society of Mechanical Engineers*, em

1947, onde o “círculo” significa operação, o “quadrado” inspeção, a “seta” representa transporte, o “quadrado com a lateral circular” as atividades ociosas e o “triângulo” mostra as atividades de armazenagem.

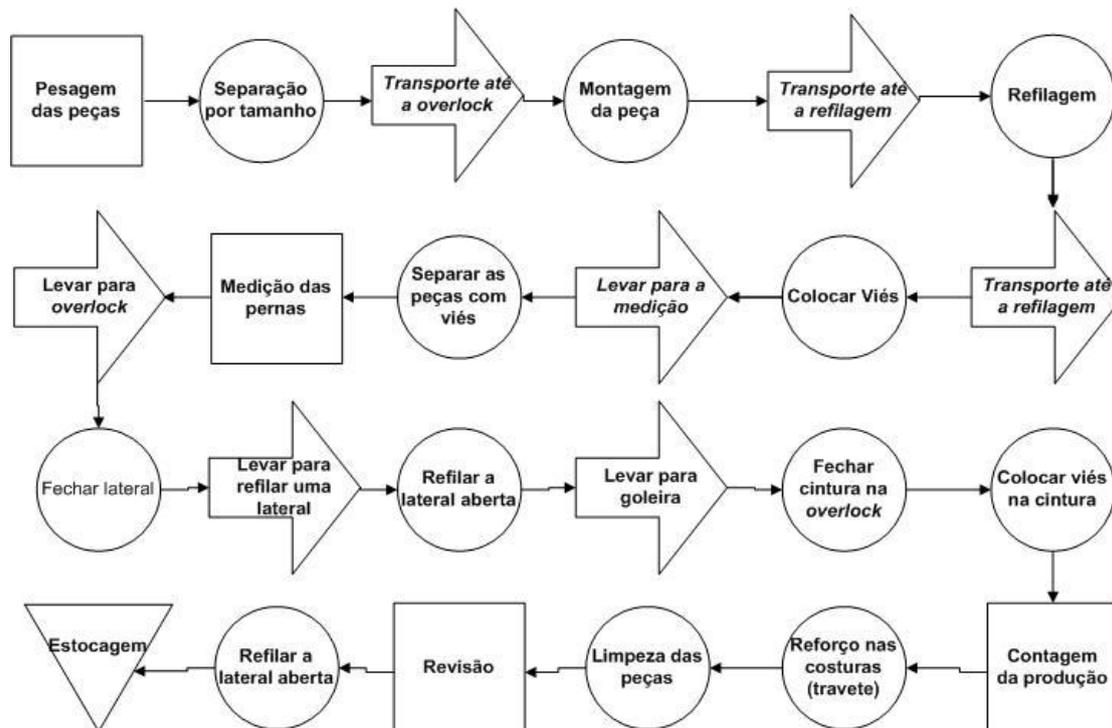


FIGURA 3 – Fluxograma de todas as operações produtivas da empresa. Fonte: Autor (2010).

Com apenas três meses de funcionamento, a empresa realizou estudos relacionados à análise de tempos e fluxo de processo, ambos elaborados logo no início das operações da empresa. Essas informações auxiliaram na tomada de diversas decisões para a melhoria do processo produtivo como contratações, aquisição de novas máquinas e alterações no layout.

Após essas alterações não foram feitas novas medições de tempo. Surge-se daí a necessidade um novo estudo que contemple tanto a determinação da capacidade produtiva, como também a identificação da operação mais crítica, ou seja, aquela que limita a produção (gargalo) a fim de torná-la mais produtiva.

4.2 Estudo de tempos

Seguindo o procedimento mostrado no início do trabalho, para a realização do estudo de tempos, primeiramente, fez-se necessário dividir o processo em sete etapas principais, formando um fluxograma resumido em que se apresentam apenas as atividades mais relevantes. As demais operações foram omitidas, pois, como correspondem apenas às operações de transporte e pequenas atividades manuais, o tempo demandado por elas são bastante inferiores se comparados ao dos outros processos.

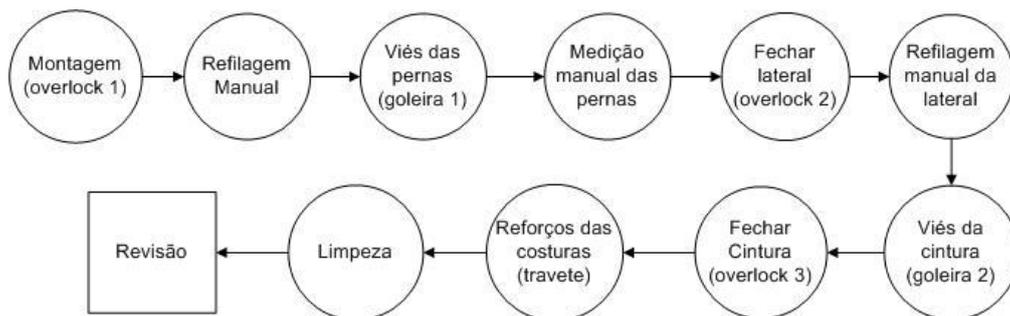


FIGURA 4 – Fluxograma reduzido das operações produtivas da empresa. Fonte: Autor (2010).

Vale ressaltar novamente que a legenda utilizada é a mesma do fluxograma completo, onde o “círculo” significa operação e o “quadrado” corresponde às atividades de inspeção.

A segunda etapa consistiu na determinação do número de ciclos a ser cronometrado. Optou-se por utilizar um erro relativo de 5%, o que significa que o nível de confiança desejado é de 95%. O valor de D_2 se refere a um coeficiente probabilístico em função do número de amostras cronometradas. Como foram feitas inicialmente vinte medições para cada operação, o valor de D_2 é de 3,735. Vale salientar que os valores de Z , de D_2 e do erro relativo são constantes para todas as operações. O resultado pode ser observado na tabela 3.

Operação	Descrição	Média das observações (s)	Amplitude	Número de ciclos
1	Montagem	29,19	10,55	15
2	Refilagem manual	16,26	6,11	16
3	Vies das pernas	15,54	4,21	9
4	Medição manual das pernas	9,69	4,50	24
5	Fechar lateral	8,89	4,31	26
6	Refilagem manual da lateral	9,05	7,72	81
7	Vies da cintura	7,43	6,20	77
8	Fechar cintura	8,02	5,22	47
9	Reforço das costuras	11,25	4,94	22
10	Limpeza	25,17	14,48	37
11	Revisão	26,30	12,83	27

Fonte: Autor (2010).

TABELA 3 – Determinação da quantidade de medições das principais operações

Para as operações que tiveram o número de ciclos menor que vinte, utilizou-se a média calculada como tempo selecionado. No entanto, para o restante, com número de medições maior que vinte, foram feitas cronometragens adicionais até atingir o número indicado na tabela 3.

De posse do tempo médio de todas as operações, foi calculado ritmo e a tolerância relacionada a cada tarefa. As operações estudadas podem ser divididas em três tipos, as atividades realizadas em máquinas (overlock, goleira e travete), atividades manuais (refilmagens e limpeza) e a revisão que, apesar de ser manual, difere das demais, pois é a única realizada em pé durante todo o expediente. Vale ressaltar que variáveis como temperatura, luminosidade e umidade relativa do ar são comuns a todas as operações. Já o nível de ruído e as condições ergonômicas são mais evidentes nas operações que utilizam máquinas e na revisão, respectivamente.

Para as atividades realizadas em máquinas o ritmo foi o de 0,05 e tolerância de 9%. Mesmo com o operador exposto a ruídos de alta intensidade, a tolerância em virtude à fadiga não é tão elevada porque os operadores utilizam equipamentos de proteção auricular. Para as operações manuais foi estipulado um fator de ritmo de 0,07 e fator de tolerância de 11%. O que justifica valores maiores para esse tipo de atividade é o esforço físico o qual o operador está sujeito. Por último, tem a revisão, que se apresenta como sendo a operação que além de submeter o trabalhador às piores condições ergonômicas, exige do operador um elevado grau de concentração. Tais fatores aumentam a fadiga, influenciando diretamente na capacidade produtiva desse um setor. Os valores determinados para fator de ritmo e de tolerância foram de 0,10 e 15%, respectivamente.

Para se chegar ao tempo padrão da atividade, primeiramente teve-se que calcular o tempo normal, que é o tempo médio cronometrado acrescido do fator de ritmo (soma-se um a esse valor e multiplicando-o pelo tempo médio). Por último, adiciona-se ao tempo normal a porcentagem das tolerâncias destinadas pela empresa aos trabalhadores seja para necessidades físicas, como por esperas durante o trabalho. O resultado pode ser observado na tabela 4.

Operação	Descrição	Tempo médio cronometrado (s)	Fator de ritmo	Tempo normal (s)	Fator de tolerância	Tempo padrão (s)
1	Montagem	29,19	0,05	30,65	9%	33,41
2	Refilagem manual	16,26	0,07	17,40	11%	19,31
3	Vies das pernas	15,54	0,05	16,32	9%	17,79
4	Medição manual das pernas	10,23	0,07	10,95	11%	12,15
5	Fechar lateral	9,17	0,05	9,63	9%	10,50
6	Refilagem manual da lateral	10,03	0,07	10,73	11%	11,91
7	Vies da cintura	8,48	0,05	8,90	9%	9,70
8	Fechar cintura	9,06	0,05	9,51	9%	10,37
9	Reforço das costuras	11,78	0,05	12,37	9%	13,48
10	Limpeza	24,65	0,07	26,38	11%	29,28
11	Revisão	24,74	0,10	27,21	15%	31,29

Fonte: Autor (2010)

TABELA 4 – Cálculo do tempo normal e padrão das principais operações

Os funcionários da empresa trabalham oito horas diárias, de segunda a sexta feira, totalizando 40h semanais. Vale salientar que, segundo a direção da empresa, é frequente serem feitas horas extras no sábado, geralmente, pelo período da manhã. Apesar de não influenciar na capacidade diária de produção, esse fato pode apontar que a empresa não está conseguindo cumprir suas metas de produção.

O procedimento adotado no cálculo da capacidade de produção fundamentou-se na Teoria das Restrições. Com os tempos padrões de todas as operações, calculou-se a capacidade de cada um baseado na carga horária diária. Desta forma, o elemento de menor capacidade limita a capacidade total, em outras palavras, o recurso gargalo é quem determina a quantidade máxima que pode ser produzida.

No cálculo da capacidade produtiva, consideraram-se os tempos padrões de cada atividade, o limitante de tempo de 480 minutos diários e o número de máquinas ou operadores para cada elemento. Dividindo-se o limitante de tempo pelo tempo padrão de um processo, tem-se a capacidade de produção de uma peça em uma determinada máquina ou de um operário. Logo, multiplicando-se esse valor pela quantidade de máquinas ou de trabalhadores de uma operação, tem-se a capacidade total de produção de cada processo.

Através da tabela 5, pode ser observado que muitos dos processos têm *outputs* inferiores à meta estipulada pela direção, que é de 2000 peças diárias. Esse fato reforça a necessidade da empresa ter que dispor de horas extras.

Apesar das operações de montagem e viés das pernas possuírem capacidade inferior à 2000 peças diárias, elas conseguem atingir esse número, pois as máquinas utilizadas nos processos fechamento da lateral e da cintura e colocação de viés da cintura, *overlock* e goleira, respectivamente, podem ser alocadas para realizar as operações mais demoradas. O mesmo acontece com as atividades de refilagem manual e limpeza, que tem seu déficit de produção reduzido pela transferência temporária dos funcionários do setor de medição das pernas e refilagem manual das pernas.

Operação	Descrição	Tempo Padrão (min)	Capacidade diária unitária	Número de máquinas / operadores	Capacidade diária total
1	Montagem	0,5568	862	2	1724
2	Refilagem manual	0,3218	1491	1	1491
3	Vies das pernas	0,2965	1618	1	1618
4	Medição manual das pernas	0,2025	2370	1	2370
5	Fechar lateral	0,1750	2742	1	2742
6	Refilagem manual da lateral	0,1985	2418	1	2418
7	Vies da cintura	0,1616	2970	1	2970
8	Fechar cintura	0,1728	2777	1	2777
9	Reforço das costuras	0,2246	2137	1	2137
10	Limpeza	0,4880	983	2	1966
11	Revisão	0,5215	920	1	920

Carga horária de 480 min/dia

Fonte: Autor (2010)

TABELA 5 – Determinação da capacidade produtiva das principais operações

Diante dos resultados obtidos, observa-se que o recurso gargalo do processo produtivo é a revisão. Diferentemente das outras operações que não tem capacidade de atingir a meta, mas que podem momentaneamente ter funcionários ou máquinas disponibilizadas para suprir esse déficit, a revisão é um trabalho meramente manual e que deve ser realizado por alguém que tenha conhecimentos avançados sobre o produto.

Segundo os gerentes da confecção, é estoque intermediário gerado entre a limpeza e revisão é uma constante. Para que se evitar o acúmulo das peças nesse ponto, nas manhãs de sábado, três funcionários trabalham em regime de hora extra durante todo o mês.

Caso a direção queira continuar com políticas de ajuste de capacidade no recuso gargalo, sugere-se que em vez de horas extras, passe a fazer variação da força de trabalho, da mesma forma que já acontece com alguns processos. No entanto, terá que investir em treinamento de funcionários de operações mais ociosas, a fim de torná-los capacitados para exercer a atividade de revisão. Deve-se observar se esse deslocamento de mão de obra, mesmo de forma temporária, não irá prejudicar o nível de produção dos setores de origem.

Outro fato que se conclui ao observar a tabela é que, apesar de enxuta, a linha de produção é desbalanceada e, em alguns pontos, dimensionada de forma insuficiente para atender a quantidade desejada pela direção da empresa.

5. Considerações finais

O presente trabalho possibilitou calcular os tempos padrões das principais operações que compõem esse processo produtivo e, baseado na teoria das restrições, determinar qual desses é o recurso gargalo. Por essa teoria, observa-se que o que limita uma maior produção de peças é a revisão dos produtos acabados.

Vale salientar que a gerência busca ajustar a capacidade. Uma prova disso é a adoção de horas extras. Apesar de ser o método mais rápido e conveniente para o ajuste da capacidade, isso pode fazer com que os níveis de produtividade diminuam, pois há um limite para a quantidade de tempo extra que os operários conseguem suportar (SLACK, 2002).

Outra sugestão é o estudo de métodos no setor de revisão. Podem ser aplicados métodos baseados na economia de movimentos, melhoria do posto de trabalho e das suas ferramentas utilizadas. Slack (2002) afirma que um local de trabalho que atenda às necessidades ergonômicas do trabalhador reduzem os índices de fadiga e de desgastes ou danos físicos, afetando positivamente no nível de produtividade do mesmo.

Por último, a empresa ainda pode efetuar a contratação de mais um funcionário para esse posto. Porém, por ser a alternativa mais onerosa para a mesma, aconselha-se que dê prioridade para as opções citadas anteriormente. Somente com a realização de uma mudança no setor de revisão é que a empresa poderá alcançar a meta estabelecida.

6. Referências

- ANTUNES, J. et al. *Sistemas de produção: Conceitos e práticas para projeto e gestão da produção enxuta*. Porto Alegre: Bookman, 2008.
- BARNES, R. M. *Estudo de movimentos e de tempos: Projeto e medida do Trabalho*. São Paulo: Edgard Blucher, 1977.
- BORNIA, A. C. *Análise gerencial de custos: Aplicação em empresas modernas*. Porto Alegre: Bookman, 2002.
- CORRÊA, H. L.; GIANESI, I. G.N. *Just In Time, MRP II e OPT: um enfoque estratégico*. 2ª ed. São Paulo: Atlas, 1996.
- GIL, A. C. *Como elaborar projetos de pesquisa*. São Paulo: Atlas, 2010.
- MOREIRA, D. A. *Administração da produção e operações*. São Paulo: Pioneira, 1993.
- PEINADO, J.; GRAEML, A. R. *Administração da produção: operações industriais e de serviços*. Curitiba: Unicenp, 2007.
- PELEIAS, I. R. *Controladoria: gestão eficaz utilizando padrões*. São Paulo: Saraiva, 2002.
- ROGERS, P.; REIS, E. A.; SECURATO, J. R. *Teoria das Restrições e Decisões de Longo Prazo: Caminho para a Convergência*. Revista de Negócios. Vol. 11, n. 4, p. 83-99, 2006.
- SLACK, N.; CHAMBERS, S. JOHNSTON, R. *Administração da Produção*. 2ª ed. São Paulo: Atlas, 2002.
- SLACK, N. et al. *Gerenciamento de operações e de processos: Princípios e prática de impacto estratégico*. Porto Alegre: Bookman, 2008.