

CÁLCULO DO TEMPO NORMALIZADO (TN) DE UM CICLO DE TRABALHO

Autores: Gomez, A.; Mesquita, M.; Monteiro, J.; Rodrigues, B.; Serra, C.; Soares, F.; Sobral, N.

Resumo

No âmbito da UC “Ergonomia e Estudo do Trabalho” visitamos a fábrica da empresa de confeção *Cortêxtil* com o intuito de cronometrar os elementos de uma operação de costura de etiquetas em calças de ganga. Além disso, analisamo-los numa ótica de Estudo dos tempos e calculamos o Tempo Normalizado (TN) de um ciclo de trabalho. Para chegar a este valor calculamos a média dos tempos observados (TO), os Fatores de Atividade (FA), o número de observações necessárias (N') e por fim os Ajustamentos de dificuldade. Foi ainda uma experiência enriquecedora para o grupo na medida que permitiu um contacto direto com a realidade industrial.

1. INTRODUÇÃO E OBJETIVOS

O estudo do trabalho é uma ferramenta muito poderosa, pois permite geralmente aumentar a produtividade significativamente sem ter de adquirir equipamento novo. (Organização Internacional do Trabalho, 1984). A operação de costura foi escolhida uma vez que os elementos constituintes são facilmente identificáveis e por serem de curta duração. O objetivo do trabalho é verificar se o operador efetua a operação acima ou abaixo do tempo de ciclo normalizado. Em contexto industrial este estudo dos tempos é oportuno para, por exemplo, modificar a política salarial, pela adoção, de um sistema de prémios de produtividade.

2. METODOLOGIA

Uma vez chegados à fábrica, a primeira decisão a tomar foi sobre o processo que deveríamos observar, cronometrar e analisar. Escolhemos a etapa da produção em que são afixadas as etiquetas às calças, pois trata-se de um processo relativamente simples, mas que engloba vários elementos, todos eles com curta duração.

O ciclo inicia-se quando a operadora pega e ajusta a calça (elemento 1). De seguida coloca a etiqueta no sítio onde vai ser cosida (elemento 2) e, após isto, coloca o conjunto na máquina (elemento 3). Em seguida, a operadora aciona dois pedais um a seguir ao outro (elemento 4), um primeiro que prende a calça na posição certa para poder coser a etiqueta e um segundo que vai coser a etiqueta à calça com um comprimento de fio pré-definido. Segue-se o ato de coser (elemento 5), e por fim, a operadora tira a calça da máquina e pousa-a no carrinho (elemento 6). Inicialmente, consideramos o acionamento de cada pedal separadamente, no entanto os tempos eram demasiado curtos para os conseguir medir, pelo que passamos a considerar o acionamento de ambos os pedais como uma só etapa.

Existe também um elemento ocasional (elemento 7) que consiste em buscar uma caixa de 200 etiquetas e que, como tal, ocorre de 200 em 200 ciclos. Apenas conseguimos observar este elemento uma vez e como tal considerámos um fator de atividade de 100%.

Precisão e dimensão da amostra

Ao efetuarmos um estudo de tempos verifica-se que há desigualdades nos tempos observados para o mesmo elemento, mesmo que o trabalhador tente manter um ritmo constante (ver Anexo A). Esta variabilidade pode levantar dúvidas quanto à fiabilidade das medições feitas. Por esta razão, é preciso determinar o número mínimo de observações a efetuar (N'), de forma a obter uma amostra representativa. (da Costa & Arezes, 2003)

Para o cálculo do N' começamos por calcular a média dos tempos observados (TO) de cada elemento, cujo valor consideramos que, por ser subjetivo, equivale ao Fator de Atividade de 100% (FA100%), já que é executado por um operador bem treinado, que trabalha a um ritmo regular. O FA para cada ciclo (FAx) é calculado da seguinte forma:

$$FAx = \frac{FA100\% \times 100}{TOx} \quad (1)$$

Depois de obtermos o FA de cada ciclo, determinamos a sua média para cada elemento. Por meio dos valores obtidos até agora, conseguimos calcular o desvio-padrão (s). Contudo, tivemos a atenção de não calcular o desvio padrão (fórmula (2)) para o elemento ocasional, elemento 7, porque só temos um ciclo.

$$s = \sqrt{\frac{\sum(TO - \overline{TO})}{N - 1}} \quad (2)$$

Num momento posterior, fomos capazes de calcular o N' para cada elemento, exceto para o elemento 7 (não temos o seu desvio padrão). Para a fórmula (3) usamos um nível de confiança (δ) de 95% e a precisão (Z) de 2%.

$$N' = \left(\frac{Z \times s}{\epsilon \times \overline{TO}} \right)^2 \quad (3)$$

Com 20 ciclos verificamos que o N' dos elementos 1, 2 e 4 era superior ao nosso N (número de ciclos), o que provou que o nosso número de medições foi insuficiente para os mesmos elementos. Por consequente, voltamos a fazer mais medições do tempo observado (TO), nomeadamente mais 20 para o elemento 1 e mais 10 para o elemento 2 e 4. O que foi suficiente para que o nosso N' fosse inferior ao N.

O Tempo Normalizado

Provando que as nossas medições foram suficientes, podemos avançar para o cálculo do tempo normalizado (TN) (ver Anexo A), que representa o tempo que seria preciso para efetuar o elemento de trabalho se o executante trabalhasse à cadência normal (ritmo de atividade que o trabalhador pode manter durante todo o dia de trabalho sem a ocorrência de fadiga – Atividade de Referência no valor de 100%) (da Costa & Arezes, 2003).

E logo após calculamos o TN do ciclo (fórmula (5)), que é a soma dos TN de cada elemento.

$$TN \text{ elemento} = \overline{TO} \times \frac{FA}{100} \quad (4)$$

$$TN \text{ ciclo} = \sum TN \text{ elemento} \quad (5)$$

Para finalizar os cálculos, calculamos o tempo de ciclo (T ciclo) através da soma da média dos tempos observado de cada elemento, exceto o do elemento ocasional.

Técnica de avaliação do desempenho do executante – AVALIAÇÃO OBJETIVA

Utilizamos a Avaliação Objetiva, pois este sistema de avaliação (proposto por Mundel) possui a intenção de eliminar as dificuldades inerentes à avaliação subjetiva ou da cadência, através da avaliação do ritmo observado por comparação com um ritmo padrão de referência (da Costa & Arezes, 2003) e de seguida a aplicação de um ajustamento de dificuldade, que consiste num incremento percentual, a aplicar ao valor obtido na avaliação anterior.

Este ajustamento consiste uma avaliação dividida em 6 Categorias (1-Partes do corpo utilizadas; 2 – Utilização de pedais; 3 – Trabalho com ambas as mãos; 4 – Coordenação olhos-mãos; 5 – Requisitos de manipulação; 6 - Peso/Força). No Anexo B, podemos observar as condições a que cada elemento está sujeito e apresentamos o respetivo código e ajustamento (%) para cada elemento.

Por meio dos novos dados do ajustamento voltamos a calcular o tempo normalizado (TN) para cada elemento através da fórmula (6).

$$TN = \overline{TO} \times \left(\frac{FA \times (1 + \sum aj)}{AR} \right) \quad (6)$$

Em que $\sum aj$ corresponde à soma das percentagens dos ajustamentos calculados na categoria 6, através da tabela “Ajustamentos de dificuldades para avaliação objetiva do desempenho, segundo Mundel (1955)”.

De seguida, calculamos o TN do ciclo, somando os TN's obtidos com a fórmula anterior, exceto o TN do elemento ocasional (elemento 7) que foi dividido por 200, porque este só ocorre de 200 em 200 ciclos.

3. RESULTADOS E CONCLUSÕES

Para resumir os resultados obtidos através das variadas fórmulas referidas anteriormente, apresentamos na seguinte tabela (Tabela 1) os valores obtidos nas médias dos Tempos Observados (TO) e dos Fatores de Atividade (FA) de cada elemento, juntamente com o valor do desvio padrão (s), o número de ciclos medidos, o seu respetivo N' e o ajustamento total que foi necessário cada elemento. E para finalizar, na última coluna, através da fórmula (6), temos os valores dos Tempos Normalizados (TN).

Tabela 1. Resultados Finais.

Elemento	\overline{TO}	\overline{FA}	s	N	N'	$\sum aj$	TN
1	1,56	101,49	0,19	40	24,82	0,11	1,76
2	1,77	101,08	0,19	30	18,03	0,08	1,93
3	2,17	100,78	0,20	20	13,18	0,11	2,43
4	0,72	101,35	0,09	30	22,60	0,06	0,78
5	1,62	101,09	0,17	20	16,60	0,15	1,89
6	1,23	101,02	0,13	20	17,83	0,11	1,38
7	15	100,00		1		0,14	17,10

Constatamos também que o tempo de ciclo (T ciclo=9,08s) é menor que o tempo normalizado de ciclo (TN ciclo=10,25s). Logo podemos concluir que se faz o trabalho mais rapidamente do que a cadência normal. (Organização Internacional do Trabalho, 1984) Tal sucedeu também nos ajustamentos.

Para além disso, como era de esperar o tempo normalizado de ciclo após ajustamentos (TN ciclo=10,25s) é maior do que sem ajustamentos (TN ciclo = 9,25s).

Como limitação, verificamos que, inicialmente, o número de observações não era suficiente para um nível de confiança de 95% e um erro de 0,05. Como tal, tivemos que nos deslocar novamente à fábrica, para cronometrar mais ciclos. Outrossim, sentimos a dificuldade de os elementos do ciclo terem tempos muito curtos e difíceis de cronometrar.

BIBLIOGRAFIA

- Sebenta: da Costa, L. F., & Arezes, P. M. (2003). Introdução ao Estudo do Trabalho. Guimarães: Universidade do Minho.
- Livro: Organização Internacional do Trabalho. (1984). Introdução ao Estudo do Trabalho. Lisboa: Editora Portuguesa de Livros Científicos, Lda.

ANEXOS

ANEXO A – TEMPOS NORMALIZADOS

	Elemento 1		Elemento 2		Elemento 3		Elemento 4		Elemento 5		Elemento 6		Elemento 7	
Ciclos	TO	FA	TO	FA	TO	FA	TO	FA	TO	FA	TO	FA	TO	FA
1	1,38	113,28	1,61	109,65	2,17	100,00	0,72	100,46	1,30	124,96	1,31	94,01	15,00	100,00
2	1,88	83,15	1,73	102,04	2,04	106,37	0,70	103,33	1,73	93,90	1,07	115,09		
3	1,51	103,53	1,59	111,03	2,62	82,82	0,86	84,11	1,46	111,27	1,34	91,90		
4	1,34	116,66	1,73	102,04	1,93	112,44	0,62	116,67	1,71	95,00	1,13	108,98		
5	1,31	119,33	2,18	80,98	2,22	97,75	0,74	97,75	1,23	132,07	1,08	114,03		
6	1,52	102,85	2,08	84,87	2,27	95,59	0,78	92,74	1,62	100,28	1,13	108,98		
7	1,36	114,94	1,93	91,47	1,84	117,93	0,68	106,37	1,67	97,28	1,08	114,03		
8	1,34	116,66	1,82	97,00	1,82	119,23	0,62	116,67	1,65	98,45	1,15	107,09		
9	1,58	98,94	1,72	102,64	2,32	93,53	0,61	118,58	1,80	90,25	1,27	96,97		
10	1,77	88,32	1,95	90,53	2,08	104,33	0,68	106,37	1,52	106,88	1,31	94,01		
11	1,63	95,90	1,83	96,47	2,07	104,83	0,64	113,02	1,57	103,47	1,47	83,78		
12	1,83	85,42	1,90	92,91	2,17	100,00	0,64	113,02	1,69	96,12	1,38	89,24		
13	1,38	113,28	1,93	91,47	2,50	86,80	0,82	88,21	1,57	103,47	1,15	107,09		
14	1,71	91,42	1,65	106,99	2,19	99,09	0,91	79,49	1,69	96,12	1,33	92,59		
15	1,41	110,87	1,70	103,84	2,14	101,40	0,73	99,09	1,57	103,47	1,50	82,10		
16	2,15	72,71	2,06	85,70	2,13	101,88	0,60	120,56	1,84	88,29	1,19	103,49		
17	1,25	125,06	1,68	105,08	2,18	99,54	0,62	116,67	1,92	84,61	1,17	105,26		
18	1,89	82,71	1,65	106,99	2,42	89,67	0,65	111,28	1,56	104,13	1,29	95,47		
19	1,48	105,63	1,54	114,63	2,15	100,93	0,66	109,60	1,74	93,36	1,10	111,95		
20	1,47	106,34	1,41	125,20	2,14	101,40	0,63	114,81	1,65	98,45	1,18	104,36		
21	1,47	106,34	1,80	98,07			0,76	95,18						
22	1,71	91,42	1,89	93,40			0,83	87,15						
23	1,60	97,70	1,49	118,48			0,81	89,30						
24	1,65	94,74	1,58	111,73			0,83	87,15						
25	1,70	91,96	1,59	111,03			0,70	103,33						
26	1,80	86,85	1,68	105,08			0,75	96,44						
27	1,40	111,66	1,65	106,99			0,78	92,74						
28	1,38	113,28	1,85	95,42			0,71	101,88						
29	1,44	108,56	1,69	104,46			0,80	90,42						
30	1,55	100,85	2,05	86,11			0,82	88,21						
31	1,54	101,51												
32	1,30	120,25												
33	1,48	105,63												
34	1,36	114,94												
35	1,49	104,92												
36	1,62	96,50												
37	1,70	91,96												
38	1,75	89,33												
39	1,74	89,84												
40	1,66	94,17												

FA (100%)	1,56	1,77	2,17	0,72	1,62	1,23	15,00
N	40	30	20	30	20	20	1
TO (média)	1,56325	1,765333333	2,17	0,723333333	1,6245	1,2315	15
FA (média)	101,4851937	101,0765377	100,7770958	101,3526386	101,092376	101,0205392	100,00
s	0,194684199	0,187372639	0,196977156	0,085956418	0,165480958	0,12999089	
N'	24,81558508	18,0251499	13,18354605	22,59433897	16,60261904	17,82694757	
TN	1,58646729	1,784337813	2,186862978	0,733117419	1,642245649	1,24406794	15

T ciclo	9,077917
TN ciclo	9,252099

Elemento 1 - Pegar e ajustar calça
 Elemento 2 - Colocar a etiqueta na calça
 Elemento 3 - Por o conjunto na máquina
 Elemento 4 - Pressionar os pedais seguidamente para agarrar a calça e coser
 Elemento 5 - Coser
 Elemento 6 - Tirar calça e pousar no carrinho
 Elemento 7 - Buscar uma caixa de 200 etiquetas

ANEXO B – AJUSTAMENTOS

Categoria	Elemento 1	Elemento 2	Elemento 3	Elemento 4	Elemento 5	Elemento 6	Elemento 7
	<i>Pegar e ajustar a calça</i>	<i>Colocar a etiqueta na calça</i>	<i>Por o conjunto na máquina</i>	<i>Pressionar os pedais seguidamente para agarrar a calça e coser</i>	<i>Coser</i>	<i>Tirar a calça e pousar no carrinho</i>	<i>Buscar uma caixa de 200 etiquetas</i>
1	Tronco e membro superior	Todo o membro superior	Todo o membro superior	Apenas uso dos dedos	Todo o membro superior	Tronco e membro superior	Levantar baico c/ ajuda pernas
2	Sem pedais	Sem pedais	Sem pedais	Um pedal com o fulcro fora do pé	Sem pedais	Sem pedais	Sem pedais
3	As duas mãos ajudam-se	As duas mãos ajudam-se	As duas mãos ajudam-se	As duas mãos ajudam-se	As duas mãos ajudam-se	As duas mãos ajudam-se	As duas mãos ajudam-se
4	Visão moderada	Visão moderada	Constante, mas não próxima	Trabalho grosseiro	Cuidadosa, bastante próxima	Visão moderada	Visão moderada
5	Manipulação grosseira	Apenas controlo grosseiro	Apenas controlo grosseiro	Apenas controlo grosseiro	Manipulação com cuidado	Manipulação grosseira	Manipulação grosseira
6	Peso/Força exercida = 0.5 kg	Peso/Força exercida = 0 kg	Peso/Força exercida = 0.5kg	Peso/Força exercida = 0kg	Peso/Força exercida = 0 kg	Peso/Força exercida = 0.5 kg	Peso/Força exercida = 1 kg

Categoria	Elemento 1		Elemento 2		Elemento 3		Elemento 4		Elemento 5		Elemento 6		Elemento 7	
	Código	Ajust(%)	Código	Ajust(%)	Código	Ajust(%)	Código	Ajust(%)	Código	Ajust(%)	Código	Ajust(%)	Código	Ajust(%)
1	E	8	D	5	D	5	A	0	D	5	E	8	E2	10
2	F	0	F	0	F	0	G	5	F	0	F	0	F	0
3	H	0	H	0	H	0	H	0	H	0	H	0	H	0
4	J	2	J	2	K	4	I	0	L	7	J	2	J	2
5	N	0	O	1	O	1	O	1	Q	3	N	0	N	0
6	0,5	1	0	0	0,5	1	0	0	0	0	0,5	1	1	2

Ajustamento = $\Sigma A_j \times 0,01$	0,11	0,08	0,11	0,06	0,15	0,11	0,14
TO (média)	1,56	1,77	2,17	0,72	1,62	1,23	15,00
FA (média)	101,49	101,08	100,78	101,35	101,09	101,02	100,00
T ciclo	9,08						
TN	1,76	1,93	2,43	0,78	1,89	1,38	17,10

TN ciclo	10,25
-----------------	-------