

REDUÇÃO DA PRODUTIVIDADE COMO UMA DAS CONSEQUÊNCIAS DO CANSAÇO FÍSICO, EM TAREFAS REPETITIVAS.

AMORIM, Angélica de Souza¹ NICACIO, Joaquim Eduardo de Moura²

RESUMO: O presente estudo teve por objetivo demonstrar por meio da curva de aprendizagem com auxílio do método estatístico de simulação *bootstrap*, as influências que o rendimento produtivo pode sofrer, aqui apresentados como causa o cansaço físico e a fadiga resultante da realização de atividades de caráter repetitivo. Como método foi observado o processo de montagem de um quebra-cabeça de 100 peças, simulando uma jornada de oito horas de trabalho, onde foram realizadas 24 montagens completas. Na análise dos resultados, constataram-se oscilações após o período de aprendizagem, no tempo médio de montagem, o que consumiu mais tempo no processo, consequentemente resultantes do cansaço físico de longas horas na execução de uma mesma tarefa. Este consumo de maior tempo gera na operação de montagem, atrasos e maiores custos para a empresa, tanto de produção como de pessoal, além de incidentes que podem ocorrer devido ao estado físico e mental do funcionário.

PALAVRAS CHAVES: Cansaço físico, Curva de aprendizagem, Simulação Bootstrap, Custos.

ABSTRACT: The present study aimed to demonstrate through the learning curve with the aid of the statistical method of bootstrap simulation, the influences that the production yield may suffer, presented here as a cause physical exhaustion and fatigue resulting from carrying out activities of a repetitive . Methodology was observed the process of assembling a jigsaw puzzle 100 pieces, simulating an eight hours of work, which was performed 24 complete assemblies. In analyzing the results, they found themselves oscillations after the learning period, the average time of assembly, which consumed more time in the process, thus resulting in physical exhaustion from long hours in the execution of the same task. This consumption longer generates the assembly operation, delays and higher costs for the company, both production personnel, and incidents that may occur due to the physical and mental condition of the employee.

KEY WORDS: Physical fatigue, learning curve, Bootstrap Simulation, and costs.

1. INTRODUÇÃO

Por natureza o ser humano é competitivo, e isso o leva a buscar melhores alternativas para estar entre os primeiros. No meio organizacional acontece o mesmo, as empresas buscam e formulam estratégias competitivas que possam mantê-las no topo. Uma de suas estratégias para o alcance de seus objetivos é o fator humano, que através de seu conhecimento na área em que atua, é tido como gerador de redução de custos e aumento de qualidade.

Após as revoluções que aconteceram e mudaram o mundo, os métodos de trabalho foram aprimorados. Os avanços tecnológicos ofereceram as empresas maiores produtividades e economia de tempo, lhes proporcionando menos custos com as operações. As formas da execução das tarefas transitaram do método manual para o informatizado, gerando atividades repetitivas, monótonas e alienantes.

¹ Bacharel em Administração - UFMT

² Professor Mestre e professor de Contabilidade - UFMT

Ainda que todo esse processo tenha trazido maior produtividade, fatores que interferem no comportamento das pessoas que as executam, como: falta de motivação, condições ambientais de trabalho, cansaço, absenteísmo, reduzem o seu rendimento produtivo.

Partindo do processo da produção em massa, com suas operações padronizadas a fim de produzir maiores quantidades com menos custos, temos o problema: na execução de tarefas repetitivas, quais são os efeitos que o cansaço físico e a fadiga causam no desempenho produtivo?

A hipótese é que o cansaço físico na execução dessa atividade consome maior tempo na produção e aumento de custo. O objetivo geral foi mostrar que através do uso da curva de aprendizagem e com o emprego da simulação numérica *bootstrap* é possível observar as oscilações que o rendimento produtivo apresenta devido ao cansaço e a fadiga.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

A Revolução Industrial constitui-se num conjunto de mudanças tecnológicas com impacto no processo produtivo em nível econômico e social. Iniciada na Inglaterra em meados do século XVIII expandiu-se pelo mundo a partir do século XIX.

Ao longo do processo, a era agrícola foi superada, a máquina foi suplantando o trabalho humano, uma nova relação entre capital e trabalho se impôs. Novas relações entre nações se estabeleceram e surgiu o fenômeno da cultura de massa, entre outros eventos.

Essa transformação foi possível devido a uma combinação de fatores, como o liberalismo econômico, a acumulação de capital e uma série de invenções. O capitalismo tornou-se o sistema econômico vigente.

A partir da Revolução Industrial o volume de produção aumentou extraordinariamente: a produção de bens deixou de ser artesanal e passou a ser maquinofaturada; as populações passaram a ter acesso a bens industrializados e deslocaram-se para os centros urbanos em busca de trabalho. As fábricas passaram a concentrar centenas de trabalhadores, que vendiam a sua força de trabalho em troca de um salário. O trabalho do operário era muito diferente do trabalho do camponês: tarefas monótonas e repetitivas.

Surgiram e cresceram novas empresas para fornecer, em grandes quantidades, os novos produtos que haviam sido criados e que as pessoas tanto desejavam. Nos Estados Unidos e na Europa, as empresas industriais expandiram-se aceleradamente para fornecer esses produtos e serviços. Nasceu daí a necessidade de estudar formas de lidar com enormes quantidades de recursos humanos e materiais de todos os tipos.

O movimento da Administração Científica, liderado por Taylor, traz como princípios o aumento da eficiência da produção por meio da racionalização do trabalho, para evitar desperdícios.

A Teoria da Administração Científica foi iniciada por Frederick W. Taylor (1856-1915) e se fundamenta na aplicação de métodos da ciência positiva, racional e metódica aos problemas administrativos, a fim de alcançar a máxima produtividade.

Essa teoria provocou uma verdadeira revolução no pensamento administrativo e no mundo industrial. Sua principal preocupação foi eliminar o desperdício e elevar os níveis de produtividade por meio de aplicação de métodos e técnicas de engenharia industrial. (CHIAVENATO, 2004).

Frederick W. Taylor baseou seu sistema no estudo de tempos e movimentos, cronometrando os tempos e movimentos de operários siderúrgicos. Criou também o sistema de tarifas diferenciadas, onde o empresário remunerava seus funcionários por desempenho, ganhos por maior produção. A teoria de tempos e movimentos de Taylor aumentava a produtividade assustadoramente, tornando os processos mais eficientes e rápidos.

Segundo (STONER, 1999, p.25) Taylor baseou sua filosofia em quatro pilares:

- ✓ O desenvolvimento de uma verdadeira ciência da administração, de modo que pudesse ser determinado o melhor método para realizar cada tarefa;
- ✓ A seleção científica dos trabalhadores, de modo que cada um deles ficasse responsável pela tarefa para a qual fosse mais bem habilitado;
- ✓ A educação e o desenvolvimento científico do trabalho; e,
- ✓ A cooperação íntima e amigável entre a administração e os trabalhadores.

A administração como ciência também investiu no estudo de tempos e movimentos para melhorar a eficiência do trabalhador, pois este é explicado como fornecedor de economia de gastos e aumento da produtividade.

Taylor verificou que os operários aprendiam a maneira de executar as tarefas por meio da observação dos companheiros vizinhos. Notou que isso levava diferentes métodos para fazer a mesma tarefa e uma grande variedade de instrumentos e ferramentas diferentes em cada operação.

Como há sempre um método mais rápido e um instrumento mais adequado que os demais, esses métodos e instrumentos melhores podem ser encontrados e aperfeiçoados por meio de uma análise científica e um acurado estudo de tempos e movimentos, em vez de ficar a critério pessoal de cada operário. Essa tentativa de substituir métodos empíricos e rudimentares pelos métodos científicos recebeu o nome de Organização Racional do Trabalho (ORT).

Para Taylor, o operário não tem capacidade, nem formação, nem meios para analisar cientificamente o seu trabalho e estabelecer racionalmente o método ou processo mais eficiente. (CHIAVENATO citado por PIETRO, 2007).

Este estudo tinha como objetivo eliminar o desperdício de esforços humanos, adaptar os operários às tarefas, treinar os operários e estabelecer normas de execução do trabalho.

O estudo se efetuava da seguinte maneira: Taylor viu a possibilidade de segmentar cada tarefa e cada operação em uma série ordenada de simples movimentos. Os movimentos inúteis eram eliminados enquanto os úteis eram aprimorados, para proporcionar economia de tempo e de esforço.

A essa análise de trabalho era seguida do estudo do tempo médio que o operário levaria para a execução do trabalho. Com isso padronizava-se o método de trabalho e o tempo destinado à sua execução, proporcionando maior eficiência.

A cronometragem é o método mais empregado na indústria, para medir o trabalho. Em que pese o fato de o mundo ter sofrido consideráveis modificações desde a época em que Taylor estruturou a administração científica e o estudo de tempos cronometrados, objetivando medir a eficiência individual.

Essa metodologia continua sendo muito utilizada para que sejam estabelecidos padrões para a produção e para os custos industriais. As principais finalidades desse método são:

- ✓ Estabelecer padrões para os programas de produção.
- ✓ Fornecer os dados para a determinação dos custos padrões.
- ✓ Estimar o custo de um produto novo.
- ✓ Fornecer dados para o estudo de balanceamento de estrutura de produção.

De acordo com Anzanello *et al.*, o desenvolvimento seminal das curvas de aprendizado deve-se ao comandante da base aérea Wright (1936), sendo resultante da observação da redução no custo da montagem de aviões durante a Primeira Guerra Mundial. Essa redução obedecia a uma taxa constante, com a duplicação da quantidade de aviões produzidos, levando Wright a formular uma regra prática, denominada "curva de 80%", para a indústria aeronáutica da época. Segundo essa regra, a montagem de determinada quantidade de aeronaves sofria redução de 20% no custo acumulado médio a cada duplicação da quantidade produzida (TEPLITZ, 1991; COOK, 1991; BADIRU, 1992; ARGOTE, 1999).

Segundo Leite (2002, p. 23), a primeira vez que um pedreiro executa uma alvenaria, ele é, indubitavelmente, ineficiente no seu trabalho. Como ele ganha experiência com o passar do tempo, provavelmente melhora suas paredes, executando-as com as seguintes características: de modo mais rápido, com melhor qualidade, com menor desperdício e com custos reduzidos. O mesmo fenômeno é observado, regularmente, no setor da indústria e de negócios.

Na primeira vez em que um produto é fabricado ou um serviço é executado, os custos são altos, o trabalho tende a ser ineficiente e o tempo é desperdiçado. Com a

experiência adquirida, há uma redução do custo e a eficiência e a qualidade melhora.

Dado seu pioneirismo, o modelo de Wright é formalmente conhecido como "modelo potencial", fazendo com que outros modelos baseados em curvas matemáticas desta natureza possuam denominações específicas. A curva é representada por:

$$(1) \quad y = C_1 x^b$$

onde, y indica o tempo (custo) médio por unidade demandado para a produção de x unidades e C_1 é o tempo (custo) da primeira unidade produzida. O parâmetro b (declividade da curva de aprendizado) é gerado por intermédio de manipulação matemática da taxa de aprendizado do trabalhador (medida percentualmente), sendo seu valor compreendido no intervalo -1 a 0. Valores de b próximos da unidade negativa indicam um elevado percentual de aprendizado e assimilação rápida dos preceitos da tarefa (TEPLITZ, 1991; BADIRU, 1992; ARGOTE, 1999; DAR-EL, 2000).

O modelo de Wright pode ser manipulado de forma a permitir o cálculo do tempo (custo) total demandado para fabricação de x unidades através da função:

$$y_{1 \rightarrow x} = C_1 x^{b+1}$$

(2) e do tempo (custo) necessário para fabricação de uma unidade específica x , por intermédio da função:

$$y_x = C_1 [x^{b+1} - (x-1)^{b+1}]$$

(3) Tais relações encontram-se compiladas em tabelas baseadas na taxa percentual de aprendizado, permitindo a obtenção dos resultados de maneira direta (WRIGHT, 1936; TEPLITZ, 1991).

Por conta de sua flexibilidade, o modelo potencial tem sido utilizado na elaboração de estratégias de produção (KORTGE, 1993), estimativas de tempo para conclusão de determinadas tarefas (TEPLITZ, 1991), verificação do efeito de paradas no processo produtivo (JABER; BONNEY, 1996; ARGOTE, 1999) e levantamento das consequências das modificações nos parâmetros de um processo durante a sua execução (TOWILL, 1985). Dentre os setores que fazem uso da curva de aprendizado potencial, merecem destaque a indústria de semicondutores (COOK, 1991), calçados (JACINTO, 2001), construção civil (LEITE, 2002), eletrônicos e aeroespacial (GARVIN, 2000), automotiva (DAR-EL, 2000) e de

montagem de caminhões (ARGOTE, 1999). Exemplos da aplicação de curvas potenciais no monitoramento de custos podem ser obtidos em Teplitz (1991).

Segundo Santos (1999, p. 20), até o final da década de 70 surgiram teorias objetivando explicar o processo de aprendizagem e a retenção de informações, ou seja, a aprendizagem motora foi delimitada como sendo a área de estudo preocupada com a investigação dos mecanismos variáveis responsáveis pela mudança no comportamento motor de um indivíduo.

O modelo matemático abstrato representativo da aprendizagem leva em consideração uma relação inversa entre o aumento do número de montagens e a redução do tempo médio em montagem. Considerando que ao efetuar a primeira montagem o tempo médio, em proporção, é 100%, pois, não há ainda condições do cérebro guardar e processar informação anteriormente adquirida. Nessa ótica a função representativa pode ser colocada assim:

$$Tma = \frac{A}{x}$$

(4)

onde x é o número de montagens, $A = 100\%$ e Tma é o tempo médio acumulado.

Quando x aumenta muito, podemos verificar que a fórmula (1) precisa ser ajustada para

$$Tma = \frac{A}{x^{-n}}$$

(5)

Quando queremos estabelecer um padrão de comportamento de montagem, podemos estabelecer um *índice do conhecimento* a partir dessa função. Exemplificando através da tabela 2:

Tabela 2 Duplicação de unidades montadas e seu tempo médio acumulado

Unidades Produzidas	Tempo médio acumulado (%)
1	100,00
2	80,00
4	64,00
8	51,20
16	40,96
32	32,77
64	26,21
128	20,97
256	16,78

Fonte: construção da autora.

O índice do conhecimento pode ser determinado a partir da segunda montagem (NICACIO, 2009, p.76)

$$Ic = \frac{80}{100}$$

(6)

Para efeito de planejamento da produção é conveniente trabalhar com uma função representativa do tempo total de aprendizagem, uma vez que a empresa já conhece a função do tempo médio acumulado. A função pode ser determinada pela observação do diagrama de dispersão e, como consequência, pode ser efetuada a regressão polinomial.

Para efeito de acompanhar o desenvolvimento de algum colaborador ou de um determinado grupo na produção de um bem, o conhecimento prévio da derivada da função do custo total denominada função marginal da curva do conhecimento do tempo total, fornece esse meio de controle (NICACIO, 2009, p. 83).

Um dos métodos de simulação recentemente utilizados é o Bootstrap. Esse método foi originalmente proposto por Bradley Efron em um influente artigo publicado no *Annals of Statistics*, em 1979. Ele baseia na construção de distribuições amostrais por reamostragens. Tem por base a ideia de que o pesquisador pode tratar sua amostra original como se ela fosse a população que deu origem aos dados e usar as amostragens, *com reposição da amostra original*, para gerar pseudo-amostras de mesmo tamanho. (NICÁCIO, 2011, p.140).

O uso dessa técnica de simulação remonta ao século passado quando, em 1908 o estatístico Student utilizou um método, hoje chamado de Monte Claro, para estimar coeficiente de correlação de sua t - distribuição.

Os métodos de simulação têm grande importância como ferramenta em inúmeros projetos tais como de voo, sistema de comunicação telefônica, determinação do número ótimo de reparos em máquinas, etc. Uma das razões fundamentais do homem utilizar a simulação é a necessidade de previsão do futuro e, com a aplicação da computação intensiva, a redução de custos de projetos.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

A pesquisa se caracteriza quanto a seus meios como sendo uma pesquisa de campo, que é a investigação empírica realizada no local onde ocorre ou ocorreu um fenômeno ou que dispõe de elementos para explicá-lo. Sendo observado num local específico o processo de montagem de peças, de caráter repetitivo que possibilitou a obtenção dos dados para avaliação de desempenho.

Quanto aos fins a pesquisa é explicativa, tendo como principal objetivo tornar algo inteligível justificando-lhe os motivos. Visa esclarecer quais fatores contribuem de

alguma forma para a ocorrência de determinado fenômeno (VERGARA, 1997, p. 46). Mostrou-se por meio da curva de aprendizagem as oscilações no comportamento do aluno, decorrentes do cansaço.

Para a realização do estudo foi utilizado um quebra cabeças de 100 peças nas dimensões de 30 x 22 centímetros, uma mesa comum de mármore, uma cadeira e um relógio com marcação de horas, minutos e segundos. Foi utilizado o *software* Matlab 6.5. Foi utilizada uma mesa medindo 100 x 80 cm. Foi utilizada uma cadeira metálica confortável e uma sala com iluminação adequada e temperatura constante.

Como base no capítulo 5 (NICÁCIO, 2011, p.143) foi realizada uma experiência com um aluno do curso de Administração da UFMT, onde foram observados os seus movimentos e cronometrado o tempo em que realizava cada montagem.

Numa simulação de uma jornada de trabalho de aproximadamente oito horas por dia, tendo duas horas para descanso e refeição, o aluno Sidnei Dalla Nora, (Administração/Primavera do Leste) realizou 24 montagens completas do quebra cabeças. Os tempos iniciais e finais de cada montagem e a média acumulada foram anotados numa planilha.

A constância de valores semelhantes determinou o fim do processo de aprendizagem e, a partir daí, iniciou-se a observação da variabilidade de tempo após esse processo. A observação de valor *outlier*, caso haja, não trará nenhuma restrição uma vez que sua existência é real e reflete um comportamento do indivíduo.

Obtida esta sequência de tempos, foi utilizada a média estatística *Bootstrap* com emprego do *software* Matlab 6.5 com 2000 reamostragens para cada planilha de tempo, determinando dessa forma a média populacional do tempo total de montagem.

Em seguida foi realizada a regressão polinomial do tempo total com base no diagrama de dispersão que apresentou essa tendência. Para a avaliação da regressão foi efetuada uma análise de variância de um critério com a finalidade de verificar as hipóteses: $H_0: \mu_0 = \mu_1$ e $H_a: \mu_0 \neq \mu_1$. O pressuposto da análise de variância da normalidade dos resíduos foi verificado pelo gráfico QQplot.

Com a finalidade de acompanhar a evolução dos tempos de montagem, utiliza-se a função do tempo marginal, que nada mais é do que a derivada primeira da função do tempo total em um determinado ponto desejado. Esse procedimento permite comparar o tempo de montagem de determinada ordem, por exemplo: a quarta montagem, com o tempo previsto pela função considerada como modelo dessa mesma ordem.

Caso haja grande discrepância, então, medidas de correção podem ser tomadas para garantir a estabilidade da produção e evitar aumento de custo de mão

de obra desnecessário. Essa harmonização traz grande benefício para o processo de produção como um todo.

4. RESULTADOS

A tabela 4 apresenta os tempos de montagem executados pelo aluno Sidnei.

TABELA 4 – Planilha de tempos de montagem

Nº da Montagem	Hora inicial	Hora final	Tempo Total (s)	Tempo médio Acumulado (s)
01	08 h 34 min	09 h 01 min 15 s	1635 s	1.635,00 s
02	09 h 04 min	09 h 25 min 12 s	1272 s	1.453,50 s
03	09 h 28 min	09 h 58 min 21 s	1821 s	1.576,00 s
04	10 h 02 min	10 h 23 min 36 s	1296 s	1506,00 s
05	10 h 26 min	10 h 44 min 56 s	1136 s	1.432,00 s
06	10 h 47 min	11 h 05 min 09 s	1089 s	1.374,83 s
07	11 h 08 min	11 h 25 min 48 s	1068 s	1.035,22 s
08	11 h 28 min	11 h 45 min 13 s	1033 s	1.034,94 s
09	11 h 48 min	12 h 06 min 31 s	1111 s	1.043,39 s
10	14 h 00 min	14 h 14 min 50 s	890 s	1.028,05 s
11	14 h 17 min	14 h 31 min 04 s	844 s	1.011,32 s
12	14 h 34 min	14 h 51 min 37 s	1057 s	1.015,13 s
13	14 h 54 min	15 h 08 min 23 s	863 s	1.003,43 s
14	15 h 10 min	15 h 24 min 52 s	892 s	995,47 s
15	15 h 27 min	15 h 40 min 22 s	802 s	982,57 s
16	15 h 43 min	15 h 55 min 14 s	734 s	967,03 s
17	15 h 58 min	16 h 11 min 58 s	838 s	959,44 s
18	16 h 13 min	16 h 29 min 33 s	993 s	961,31 s
19	16 h 31 min	16 h 45 min 11 s	851 s	955,50 s
20	16 h 48 min	17 h 02 min 33 s	873 s	951,38 s
21	17 h 05 min	17 h 17 min 42 s	762 s	942,36 s
22	17 h 20 min	17 h 33 min 24 s	804 s	936,07 s
23	17 h 36 min	17 h 49 min 07 s	787 s	929,59 s
24	17 h 52 min	18 h 05 min 22 s	802 s	924,27 s

Fonte: construção da autora.

A partir da décima montagem, o tempo médio tende a uma estabilização. Como consequência cessa o processo de aprendizagem e, em termos contábeis o custo, como remuneração da mão de obra, se estabiliza. A partir daí torna-se mais fácil efetuar o planejamento da produção uma vez que o orçamento de mão de obra será mais preciso. A figura 1 apresenta o diagrama de dispersão do tempo médio acumulado.

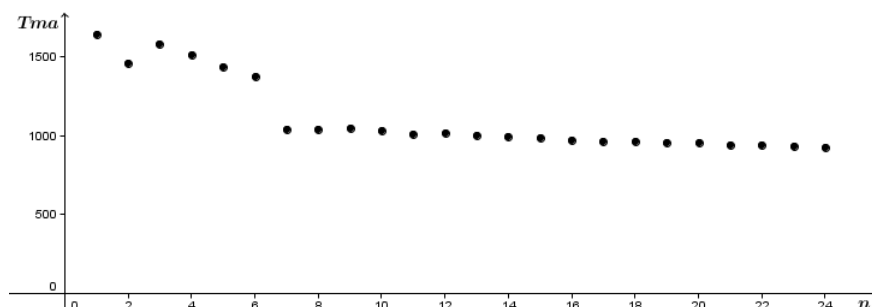


Figura 1 Diagrama de dispersão do tempo médio acumulado

Fonte: construção da autora.

A figura 2 apresenta a média populacional do tempo total em segundos simulado pela aplicação da simulação *Bootstrap* em 1000 reamostragens.

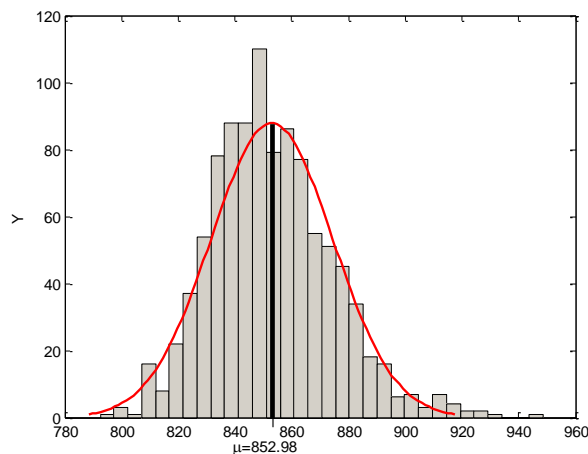


Figura 2 – Simulação *Bootstrap*

Fonte: construção da autora.

A Figura 3 apresenta o tempo total de montagem, notando três picos que mostram um descontrole na sequência de montagem apresentando um sinal

característico de cansaço. Esses picos interferem na produtividade reduzindo-a, pois consomem mais tempo para a mesma peça de montagem.

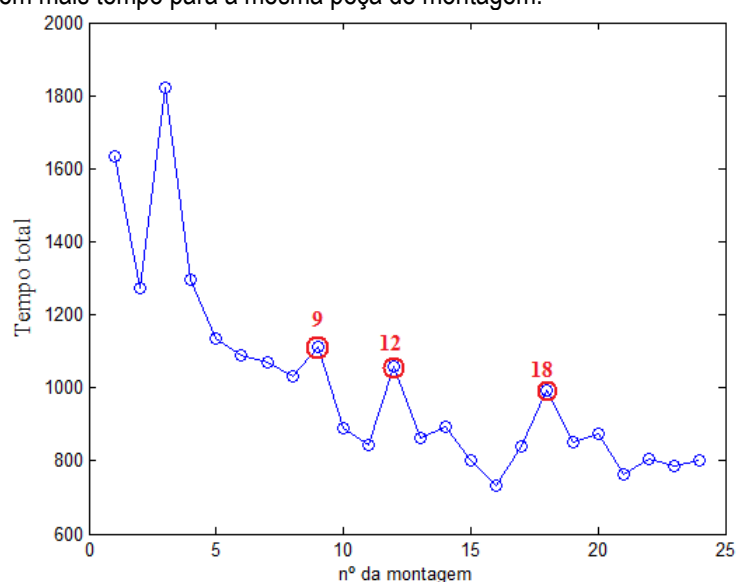


Figura 3 Tempo total de montagem

Fonte: construção da autora.

A figura 4 mostra a equação de regressão do tempo total acumulado.

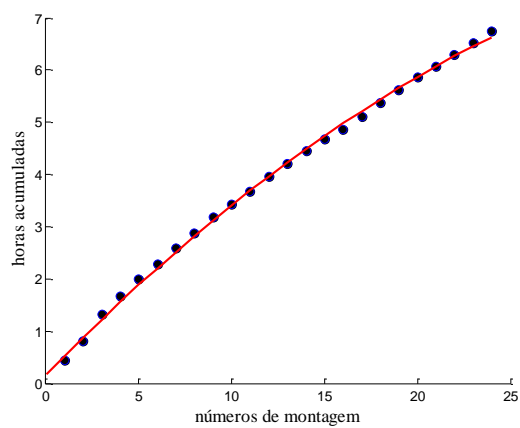


Figura 4 Regressão do tempo total acumulado

Fonte: construção da autora.

A equação de regressão da curva do tempo total é: $T_e = - 0.0039x^2 + 0.3629x + 0.1682$. Com ela é possível saber quais são os valores de tempo total estimado no intervalo de $[0, 24]$ o que para efeito de orçamento e planejamento da produção é de grande importância.

Com base nela é deduzida a função marginal do tempo total que permite um acompanhamento de qualquer unidade montada para efeito de gerenciamento do tempo previsto para execução da tarefa.

Para efeito da avaliação da regressão polinomial é levado a efeito uma análise de variância de um critério – ANOVA para comparar a variação devida à regressão com a variação devida ao resíduo. A tabela 5 apresenta a Anova.

Tabela 5 – Análise de Variância

Fonte de Variação	gl	SQ	QM	F
Regressão	1	0.35	0.35	0.08
Resíduos	$n-2 = 23$	95.02	4.13	
Total	$n-1 = 24$	95.37		

Fonte: construção da autora.

A figura 5 apresenta o gráfico QQplot dos resíduos mostrando a normalidade dos resíduos uma vez que os pontos estão muito próximos da reta de regressão.

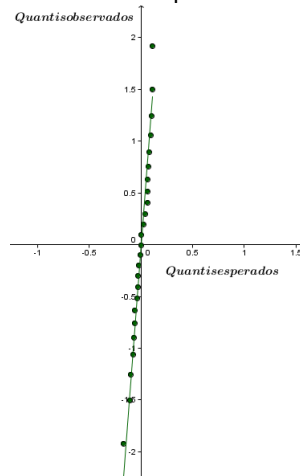


Figura 5 Gráfico QQplot da normalidade dos resíduos

Fonte: construção da autora.

Em entrevista realizada com o aluno, após o término do estudo, sobre como ele se sentiu durante a jornada de oito horas e se algum aspecto interferiu no seu desempenho, este relatou que questões como: a) as condições do ambiente para realização do trabalho eram favoráveis, não havendo ruídos que interferisse na sua

concentração, a não ser pela iluminação que num dado período do dia, causava reflexos nas peças dificultando a identificação das mesmas. b) por ficar um longo período na mesma posição, sentiu-se cansado, principalmente no final do período da manhã e no meio do período da tarde. c) e nos momentos em que sentiu essa fadiga, notou que, tinha dificuldade em localizar as peças, mesmo já tendo efetuado o processo várias vezes, e que em certos momentos elas pareciam desaparecer, levando-o a consumir mais tempo em uma montagem.

5. CONCLUSÃO

Dentro da organização, além de todos os mecanismos tecnológicos e sistemas de informação, para obtenção de maior produtividade e qualidade, o funcionário é um grande detentor de habilidades que contribuem para o melhor desempenho organizacional. Seu conhecimento na atividade que desempenha, proporciona redução de custos com produção, retrabalhos, e de pessoal.

Por meio da utilização da curva de aprendizagem, foi possível avaliar o desempenho na montagem das peças, e notar as oscilações de tempo gastas em cada montagem, justificando essas oscilações como consequência de cansaço físico e fadiga. Nos momentos de mais tempo gastos com a montagem, percebe-se além do tempo perdido, o desgaste do executor da atividade ao encontrar dificuldades na realização da mesma.

A partir do que foi pesquisado, outros aspectos de comportamento e ambiente podem ser levados em consideração, em relação a influências na produção, como: desgaste mental, visual, auditivo, e condições de ambiente de trabalho. Sobre o aspecto produtividade, com certeza os funcionários que passam pelo processo de aprendizagem contribuirão muito mais para ela.

Esse procedimento permite uma redução substancial dos custos, um aumento na precisão do planejamento empresarial, um parâmetro de medida elaborado por critérios científicos e que ajuda o empresário na tomada de decisão quanto a formação do custo da remuneração da mão de obra. Quanto à administração dá a ela os mecanismos científicos para decidir quando é necessário alterar o processo produtivo quanto ao desgaste físico e mental do funcionário.

REFERÊNCIAS

- ANZANELLO, Michel J A; FOGLIATTO, Flávio S. **Gestão e Produção. Curvas de aprendizado: estado da arte e perspectivas de pesquisa**. Disponível em: < <http://www.scielo.br/scielo.php> >. Acesso em 12 ago 2008.
- ARGOTE, L. **Organizational Learning: Creating, Retaining and Transferring Knowledge**. New York: Springer Verlag, 1999.
- BADIRU, A. B. **Computational Survey of Univariate and Multivariate Learning Curve Models**. IEEE Transactions on Engineering Management, New Jersey, v. 39. n. 2. P. 176-188, 1992.
- CHIAVENATO, Idalberto. **Introdução à Teoria Geral da Administração**. 3. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004.

- COOK, J. A. **Competitive Model of the Japanese Firm**. Journal of Policy Modeling, New York, v.3, n.1, p. 93-114, 1991.
- DAR-EL, E. M. **Human Learning: from Learning Curves to Learning Organizations**. New York: Springer, 2000.
- LEITE, Madalena Osório. **A Utilização das Curvas de Aprendizagem no Planejamento da Construção Civil**. 2002. 93 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Faculdade de Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, 2002.
- GARVIN, D. **Learning in Action: A guide to put the learning organization to work**. Boston: Harvard Business School Press, 2000.
- JABER, M. Y.; BONNEY, M. **Productions Breaks and the Learning Curve: the Forgetting Phenomenon**. Applied Mathematics Modelling, New York, v. 20, n. 20, p. 162-169, 1996.
- JACINTO, A. A. **Estudo da curva de aprendizagem em uma indústria exportadora de calçados**. 2001. Monografia (Graduação em administração com habilitação em Comércio Exterior) Lajeado: Univates – Centro Universitário, 2001.
- KORTGE, G. **Link Sales Training and Product Life Cycles**. Industrial Marketing Management, Netherlands, v. 22, n. 3, p. 239.245, 1993.
- NICACIO, Joaquim Eduardo de Moura. **Simulações Numéricas com Emprego do MATLAB**. Cuiabá: EdUFMT, 2011.
- **Gestão de Custos Empresariais com emprego de métodos quantitativos**. Cuiabá: EdUFMT, 2009.
- PIETRO, Tatyane Silva. **A CURVA DE APRENDIZAGEM COMO FATOR ESTRATÉGICO PARA REDUZIR OS CUSTOS E ATINGIR A VANTAGEM COMPETITIVA**. 2007. Monografia (Bacharel em Administração) - Faculdade de Administração, Economia e Ciências Contábeis, Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, MT, 2007.
- SANTOS, Myrian Tizuko Sasaki; MOCCELLIN, João Vitor. **O projeto da produção e a programação integrados a um sistema de administração da produção voltado para a construção civil**. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 1999, Rio de Janeiro). Anais do XIX ENEGEP. Rio de Janeiro, 1999.
- STONER, James A. F. ;FREEMAN, R. Edward. **Administração**. 5. ed. Rio de Janeiro: Prentice Hall do Brasil, 1999.
- TEPLITZ, C. J. **The Learning Curve Deskbook: A reference Guide to Theory, Calculations and Applications**. New York: Quorum Books, 1991.
- TOWILL, D. R. **Management Systems Applications of Learning Curves and Progress Functions**. Engineering Costs and Production Economics, Netherlands, v. 9, p. 369-383, 1985.
- WRIGHT, T. P. **Factors Affecting the Cost of Airplanes**. Journal of the Aeronautical Sciences, London, v. 3, p. 122-128, 1936.
- VERGARA, Sylvia Constant. **Projetos e Relatórios de Pesquisa em Administração**. 8. ed. São Paulo: Atlas, 2007.