

DECISÕES DE PLANEJAMENTO E CONTROLE DE CUSTOS: UMA ABORDAGEM QUANTITATIVA

José Maria Dias Filho
Masayuki Nakagawa

Resumo:

O presente trabalho procura demonstrar que o uso de métodos quantitativos pode contribuir para melhorar as funções de planejamento e controle e, conseqüentemente, favorecer a otimização dos resultados das organizações, sobretudo em épocas de maior competitividade. Parte-se do entendimento de que algumas técnicas estatísticas, a exemplo da análise de regressão, em muito podem contribuir para fixar bases de comparação mais racionais e estabelecer níveis de custos a partir dos quais as investigações se tornam necessárias. Observações empíricas sugerem que muitos gestores investigam ou deixam de investigar variações de custos baseando-se em critérios muito subjetivos. Em regra, não se considera que somente variações significativas devem ser investigadas, uma vez que a adoção indiscriminada de procedimentos corretivos pode prejudicar os resultados. Por mais óbvio que isso possa parecer, em muitas circunstâncias implementam-se controles que acabam provocando dispêndios superiores a seus benefícios. Não se leva em consideração, por exemplo, que os padrões podem variar dentro de determinado intervalo em razão de fatores aleatórios. Isso expressa desconhecimento de que muitas técnicas estatísticas podem contribuir para minimizar o grau de subjetividade das decisões relativas a controle de custos.

Palavras-chave:

Área temática: *Gestão Estratégica de Custos*

**DECISÕES DE PLANEJAMENTO E CONTROLE DE CUSTOS: UMA
ABORDAGEM QUANTITATIVA**

José Maria Dias Filho
Mestrando em Controladoria e Contabilidade- FEA/USP
Professor da Universidade Estadual de Feira de Santana -BA
Avenida Nossa Senhora da Assunção,780, Bloco B, Apto.102
Bairro Butantã, São Paulo - SP, CEP 05359-001
e-mail:zemariadias@uol.com.br
Prof. Dr. Masayuki Nakagawa
Professor da Universidade de São Paulo (USP)

Área Temática: Gestão Estratégica de Custos

DECISÕES DE PLANEJAMENTO E CONTROLE DE CUSTOS: UMA ABORDAGEM QUANTITATIVA

Área Temática: Gestão Estratégica de Custos

Resumo

O presente trabalho procura demonstrar que o uso de métodos quantitativos pode contribuir para melhorar as funções de planejamento e controle e, conseqüentemente, favorecer a otimização dos resultados das organizações, sobretudo em épocas de maior competitividade. Parte-se do entendimento de que algumas técnicas estatísticas, a exemplo da análise de regressão, em muito podem contribuir para fixar bases de comparação mais racionais e estabelecer níveis de custos a partir dos quais as investigações se tornam necessárias.

Observações empíricas sugerem que muitos gestores investigam ou deixam de investigar variações de custos baseando-se em critérios muito subjetivos. Em regra, não se considera que somente variações significativas devem ser investigadas, uma vez que a adoção indiscriminada de procedimentos corretivos pode prejudicar os resultados. Por mais óbvio que isso possa parecer, em muitas circunstâncias implementam-se controles que acabam provocando dispêndios superiores a seus benefícios.

Não se leva em consideração, por exemplo, que os padrões podem variar dentro de determinado intervalo em razão de fatores aleatórios. Isso expressa desconhecimento de que muitas técnicas estatísticas podem contribuir para minimizar o grau de subjetividade das decisões relativas a controle de custos.

1. Introdução

Partindo do princípio de que a grande finalidade do custo-padrão é o controle de custos, na medida em que fixa uma base de comparação entre custos incorridos e planejados, este trabalho tem por objetivo demonstrar a conveniência da aplicação de métodos quantitativos na determinação dos padrões e na definição das circunstâncias em que as variações devem ser investigadas.

Do ponto de vista comportamental, busca-se estimular o uso de técnicas que indiquem, com boa margem de segurança, quando as variações devem ser investigadas, haja vista que muitas discrepâncias entre custos planejados e realizados são pouco significativas ou devidas a fatores aleatórios. Como tais investigações absorvem recursos econômicos, a atenção do gestor deve recair sobre variações controláveis e que possam comprometer a eficácia da empresa.

Infelizmente os sistemas contábeis induzem ao entendimento de que um valor fixado em orçamento é uma medida isolada aceitável. Assim, o usuário das informações contábeis não se dá conta de que os valores orçados estão contidos numa faixa de resultados possíveis e aceitáveis e que, por isso, as variações de custos podem flutuar aleatoriamente dentro de certos limites.

Se o padrão estabelecido não é a única medida aceitável, uma vez que ele próprio deve corresponder a um intervalo de valores possíveis, então um dos problemas gerenciais é determinar intervalos de padrões adequados e

definir até que ponto as variações devem ser submetidas à investigação. É claro que em determinadas circunstâncias qualquer variação pode exigir uma investigação, mas não raro os gestores acabam adotando critérios subjetivos que muitas vezes geram investigações pouco proveitosas ou até mesmo prejudiciais aos resultados.

2. Justificativas

Entendemos que as variações de custos por si próprias não chegam a revelar problemas nem oportunidades, porém, quando significativas, atuam como indicadores de desvios que podem ameaçar a continuidade da empresa ou pelo menos comprometer a sua eficácia. Mesmo quando favoráveis, as variações relevantes devem ser investigadas, uma vez que podem ter sido geradas por decisões que embora contribuam para a maximização de um resultado setorial poderão inviabilizar a otimização do resultado global da empresa.

Horngren (2000) salienta que é preciso compreender as causas de uma variação antes de utilizá-la como medida de desempenho. A título de exemplo, esse autor cita que um gerente de compras de determinada empresa poderia efetuar uma transação que resultasse numa variação favorável de preços dos materiais, em razão dos seguintes fatores: negociação eficaz com fornecedores; aquisição de materiais de qualidade inferior; e, finalmente, obtenção de descontos por ter realizado a compra em grandes quantidades. Note-se que os dois últimos motivos poderiam onerar os resultados gerais, dada a probabilidade de produzirem maior quantidade de sucatas e maiores custos de estocagem, respectivamente.

O referido exemplo demonstra que a análise das variações de custos é um procedimento complexo que deve ser executado preferencialmente com o apoio de métodos quantitativos a fim de se examinar a cadeia de valor da empresa como um todo. A “simples” variação de eficiência de uma matéria-prima, por exemplo, pode estar associada a um conjunto de variáveis diversificadas, tais como: inadequação de processos, má qualidade da própria matéria-prima, desvio de mão-de-obra ou de equipamentos para outras atividades, congestionamento de ordens de produção, etc.

Por outro lado, os custos de fabricação podem ser deliberadamente aumentados para se obterem produtos ou serviços de maior qualidade, desde que tais custos sejam compensados pelos resultados obtidos com a venda dos bens e serviços correspondentes.

Como se observa, técnicas estatísticas tornam-se necessárias para se determinar se uma variação foi provocada por fatores aleatórios ou por problemas e ajustes relacionados com o processo operacional. Desde que esse processo se mantenha sob controle, esforços econômicos deverão ser poupados em investigações de variações atribuíveis ao acaso. Assim, instrumentos como testes de significância mostram-se relevantes para se alcançar um equilíbrio econômico entre os custos da investigação de variações realmente aleatórias e o custo de se ignorar alterações significativas no comportamento do processo.

Portanto, para que um sistema de custo baseado em padrões cumpra sua finalidade, um dos requisitos fundamentais é a definição adequada dos limites de controle. Investigações desprovidas de base técnica podem até ser mais prejudiciais aos objetivos da organização do que os próprios desvios. Assim, é preciso considerar que os processos operacionais apresentam

alguma variabilidade que deve influenciar na determinação dos padrões e, conseqüentemente, na decisão de investigar as discrepâncias que poderão ocorrer entre o planejado e o realizado. Sem isso, as informações de custos perderão significado como instrumento de apoio ao processo decisório.

3. Métodos Quantitativos em Controle de Custos: Referencial teórico

Diversos autores têm procurado demonstrar que técnicas estatísticas podem ser empregadas para se aprimorar o processo de investigação das variações de custos. Juers (1967), por exemplo, argumenta que, ao invés de se basear em julgamentos subjetivos sobre comportamentos de custos, o contador pode aplicar algumas ferramentas estatísticas relativamente simples, como análise de variâncias, para determinar se uma variação é suficientemente significativa a ponto de justificar uma investigação.

Seguindo a mesma linha de raciocínio, Koelher (1968) demonstra que o uso de técnicas estatísticas de natureza probabilística é fundamental para estabelecer controles sobre variações de custos, uma vez que “fixa padrões de chances de ocorrências”. Luh (1968) propõe um refinamento do custo padrão, passando a denominá-lo de “custo controlado” através de técnicas estatísticas voltadas para avaliar o grau de eficiência operacional das organizações. Esse autor explica que para se determinar se os custos reais estão sob controle, a distribuição de probabilidades desses custos deve ser comparada com os padrões fixados, a fim de se identificarem desvios significativos.

Kim (1983) explica que os modelos de investigação de variações de custos podem ser classificados em quatro abordagens centrais, conforme seguem: o Gráfico de Controle, a abordagem da Teoria da Decisão, a Programação Dinâmica e a abordagem do Controle Marcoviano.

O Gráfico de Controle se baseia no conceito estatístico do teorema do limite central e tem sido largamente utilizado na indústria para finalidades de controle de qualidade. Segundo Trueblood e Cywert (1957), a teoria do Gráfico de Controle baseia-se no comportamento das médias da amostra. Uma vez que se pode aproximar o universo razoavelmente através de uma distribuição normal, pode-se admitir com segurança que as médias aritméticas serão distribuídas normalmente. Mesmo que o universo seja anormal, a distribuição das médias da amostra geralmente aproximar-se-á de uma distribuição normal, se a amostra for suficientemente grande.

O referido Gráfico é uma maneira de se observar o comportamento de um processo, auxiliando na diferenciação entre variações devidas ao acaso (aleatórias) e variações que necessitam de investigação. Ao utilizá-lo, o gestor parte da premissa de que os processos operacionais estão sempre sujeitos a alguma quantidade de variação aleatória.

A Teoria da Decisão aplicada à investigação de custos envolve uma estimação de custos “*payoffs*” associada a diferentes ações e à determinação daquela que se caracteriza como a melhor alternativa por proporcionar a otimização dos resultados esperados. Essa técnica está se popularizando na literatura contábil, tendo sido aplicada inicialmente a problemas gerenciais, tais como controle de estoques, orçamentos, análise *custo-volume-lucro*, auditoria, variação de custos etc.

A Programação Dinâmica aplicada à investigação de problemas relacionados com variação de custos lida com o valor crítico que determina quando a probabilidade de os custos estarem fugindo aos níveis aceitáveis é suficientemente grande para justificar uma investigação.

Kaplan (1969), ao aplicar a Programação Dinâmica, considerou duas posições de operação (sob controle e fora de controle) com duas alternativas de investigação (nenhuma investigação e completa investigação). As principais contribuições desse estudo de Kaplan são: introduziu a programação dinâmica no ambiente contábil, a fim de investigar variações de custos; considerou o valor do dinheiro no tempo; e seu modelo se mostra mais fácil de ser aplicado do que alguns anteriores como o de Bather (1963), por exemplo.

O controle Marcoviano aplicado à investigação de variações de custos enfatiza a determinação de um limite ótimo de controle, utilizando custos relevantes ao invés de arbitrários. Dittman e Prakash (1978) estavam interessados em determinar um limite ótimo para investigar tais variações. Utilizando matrizes de transição da cadeia de Markov, os autores obtiveram uma equação para os custos esperados por período num processo operacional controlado, $C(x)$. Segundo Kim (1983), utilizando-se essa equação, um custo operacional que minimiza o custo esperado é escolhido como o limite crítico.

Penelope Sue (1982) adverte que métodos quantitativos não têm sido aplicados com maior amplitude para analisar variações de custos porque os contadores não são suficientemente instruídos para lidar com tais técnicas ou não se mostram dispostos a utilizá-las. Nesse mesmo sentido, Kaplan (1975) alerta que embora as técnicas de controle de qualidade sejam largamente difundidas no ambiente da manufatura, a aplicação de instrumentos quantitativos na área de controle de custos ainda se encontra em fase incipiente. Esse autor acrescenta que, de forma geral, excetuando-se as organizações mais desenvolvidas, raramente se observa a aplicação de procedimentos estatísticos para finalidades de controles de variações de custos. Por isso, ele considera que, em regra, os contadores não têm reconhecido uma distinção conceitual entre uma variação de custo significativa e não-significativa.

Ainda segundo Kaplan (1975), uma avaliação cabal sobre a utilidade de modelos matemáticos e estatísticos para auxiliar na análise de variações de custos é algo que ainda está a depender de estudos empíricos. Porém, em seu entendimento, existem razões suficientes para alicerçar a crença de que tais modelos são benéficos para a gerência, na medida em que eliminam a necessidade de se examinar grande volume de relatórios sobre variações (item por item), a fim de detectar discrepâncias significativas. Além disso, entende-se que um modelo formal também poderia fornecer análises detalhadas acerca das variações, permitindo observações mais desagregadas do que as que seriam possíveis sem o auxílio de técnicas estatísticas.

De acordo com Kaplan, outro fator que vem indicar a conveniência de se utilizar modelos estatísticos para analisar variações de custos é o fato de a literatura psicológica fornecer fortes evidências de que as pessoas tendem a subestimar, sistematicamente, as probabilidades subjetivas baseadas em amostras de determinados eventos. Em outras palavras, um gerente imbuído da crença de que todo transcorre de acordo com o planejado em determinado processo, poderia ser induzido a interpretar uma grande variação de custos como um desvio accidental, enquanto que um modelo estatístico indicaria claramente uma baixa probabilidade de que tal variação derivou de uma mera casualidade.

4. Estimativa de Padrões Físicos

Os métodos utilizados para se obterem estimativas de custos são classificados, na literatura contábil, em duas categorias: *Estudos de Engenharia Industrial e Análise de Dados Históricos*. O método baseado em estudos de engenharia leva em consideração projetos de produtos, volume de materiais aplicados na produção e outros insumos. Já a análise de dados históricos utiliza como parâmetro para a definição de custos médias passadas relativas à fabricação de produtos e serviços.

4.1 Estudos de Engenharia Industrial

Esse método tem por objetivo estabelecer relações físicas entre os insumos produtivos e as saídas do processo. Embora sua aplicação não se restrinja ao ambiente da manufatura, o referido método assume grande significado na área de produção, uma vez que se propõe a resolver o problema da predição de custos, indicando tecnicamente quanto deveria custar determinado produto ou serviço. Cada processo produtivo é “intimado” a gerar determinada quantidade de produtos dado certo volume de materiais, mão-de-obra, equipamentos, etc.

Segundo Guerreiro (1984:59), a estimativa de custos baseada em estudos de engenharia está mais sintonizada com o futuro do que com o passado, determinando, portanto, uma boa abordagem tanto filosófica quanto prática em situações operacionais marcadas por constantes mudanças de trabalhadores, habilidades, materiais, máquinas, processos e produtos, ou seja, em circunstâncias em que dados históricos perdem significado. Nesse mesmo trabalho, o autor acrescenta que as estimativas resultantes desse método, baseadas na análise e observação direta dos processos produtivos, são bastante precisas, sendo empregado com muito sucesso na estimação de custos diretos de produtos, tais como mão de obra direta e materiais diretos, sobretudo quando tais custos assumem grande participação no custo total.

Supondo que determinado produto seja processado num único departamento, absorvendo matéria-prima, mão-de-obra e determinados serviços de máquinas, estudos de engenharia poderiam revelar que cada unidade produzida demandaria 3 quilos de matéria-prima, em seu maior grau de qualidade. De igual forma, através de estudos de tempo e movimento, o volume ideal de horas/homem poderia ser fixado, hipoteticamente, em 2 horas por unidade de produto. Nessas circunstâncias, o custo primário unitário seria determinado através da seguinte fórmula:

$$\text{CUSTO PRIMÁRIO} = 3(\text{custo unit. da matéria-prima}) + 2(\text{taxa de mão de obra})$$

Apesar de sua utilidade, afirma-se que o método em destaque não proporciona estimativas muito acuradas do custo total, haja vista suas relações secundárias entre alguns *inputs* e *outputs* dos departamentos. A propósito, Guerreiro (1984:60), salienta que a única restrição vinculada ao método denominado estudos de engenharia “é que ele atende somente estimativas de itens de custos associados diretamente com a unidade do produto”. Além disso, afirma-se que esse método tende a ser dispendioso porque diferentes *mixes* de materiais podem ser utilizados para produzir o mesmo tipo de produto.

Como regra geral, o referido método é aplicado satisfatoriamente quando os custos dos materiais e da mão de obra representam significativa proporção dos custos totais e também quando a relação entre os insumos produtivos e os produtos fabricados permanece estável em determinado

intervalo de tempo. Satisfeita essa condição, a equação de estimativas acima apresentada pode ser utilizada em períodos futuros sem ajustes de maior profundidade.

4.2 Estimativas Baseadas em Dados Históricos: Princípios Básicos

Diferentemente do método baseado em estudos de engenharia, a análise de dados históricos busca fornecer estimativas de custos futuros com base em relações de períodos anteriores. O grau em que em tais estimativas se revelam adequadas depende de como os custos futuros se comportarão em relação aos passados.

Segundo Guerreiro (1984:60), “nas estimativas de custos com base em dados passados, pode-se pressupor a relação linear ou não linear entre os custos e o nível de atividade.” Na hipótese mais utilizada, que é a relação linear, busca-se explicar o comportamento dos custos através da seguinte equação:

$$Y = a + bx$$

Onde:

Y = Custo total (variável dependente)

a = Total de custos fixos (intercepto)

b = Custo unitário variável em função de X

x = Nível de atividade (variável independente)

Dopuch et al (1974) alerta que as seguintes etapas deverão ser observadas para viabilizar a utilização de métodos baseados em dados passados:

- a) Selecionar a variável dependente – representa o elemento de custo cujo valor se deseja determinar;
- b) Selecionar a variável ou variáveis independentes – a escolha deve priorizar variáveis que exerçam maior efeito sobre os custos observados, ou seja, as que possuam maior poder explicativo para o comportamento dos custos. De acordo com Dopuch (1974), entre as mais utilizadas destacam-se: mão de obra direta, horas-máquina e número de unidades produzidas.
- c) determinar o intervalo de significância para a variável a ser explicada;
- d) verificar se a política de classificação contábil não exerce influência significativa nos dados observados. Dopuch, na obra referenciada, alerta que às vezes os contadores efetuam classificações que podem distorcer as relações existentes entre o volume de atividade e os custos observados.

Diante disso, objetivando prevenir riscos dessa natureza e outros que potencialmente poderão afetar a qualidade das estimativas, recomenda-se adotar os seguintes cuidados:

- a) os dados relativos a custos e atividades deverão se referir ao mesmo período;
- b) os dados devem se apresentar adequadamente classificados, evitando-se que a produção do período X_2 seja confrontada com custos do período X_1 , por exemplo.
- c) os dados devem ser classificados por unidade de produto ou por departamento;
- d) deve-se verificar até que ponto os custos imputados aos produtos ou aos centros de custos são oriundos de rateios. Se parcela

- substancial de custos fixos for alocada a diferentes unidades de produtos ou centros de custos, o coeficiente do custo variável na equação de regressão ficará superestimado;
- e) observar a homogeneidade dos dados – é necessário verificar se as variações ocorridas nos custos refletem apenas mudanças no nível de atividades. Caso se verifiquem, por exemplo, mudanças tecnológicas de período a período, ou então no nível de preços dos insumos ou ainda nas habilidades de mão-de-obra, a mensuração dos custos será uma mistura no nível de atividades e mudanças ocorridas no meio ambiente.
 - f) o período de tempo considerado nas observações deve ser suficientemente longo para possibilitar a coleta de dados significativos e curto o bastante para refletir diferentes taxas de atividade;
 - g) “colocar os valores passados em moeda de mesmo poder aquisitivo” (Guerreiro,1984); Em se tratando de comparar dados históricos, é fundamental que as moedas estejam niveladas quanto ao poder aquisitivo.
 - h) Construir um diagrama de dispersão. Normalmente, esse diagrama serve para indicar a validade da relação que se supõe existir entre as variáveis. Por outro lado, ele também ajuda a decidir se é mais adequado utilizar-se um modelo linear ou curvilíneo (não linear) para prever comportamentos dos custos.

4.2.1 Técnicas Utilizadas para Estimar Custos a partir de Dados Históricos

Uma vez que os dados tenham sido processados, resta decidir qual técnica deve ser empregada nas estimativas de custos. Os métodos variam em função do grau de dificuldade, do custo envolvido na respectiva aplicação e também em razão da utilidade que cada um apresenta nas mais complicadas situações. Dentre os mais conhecidos, destacam-se: o método análise de contas, a técnica dos pontos máximo e mínimo, o método de ajustamento visual e, finalmente, o método dos mínimos quadrados.

□ O Método dos Mínimos Quadrados – Regressão Simples

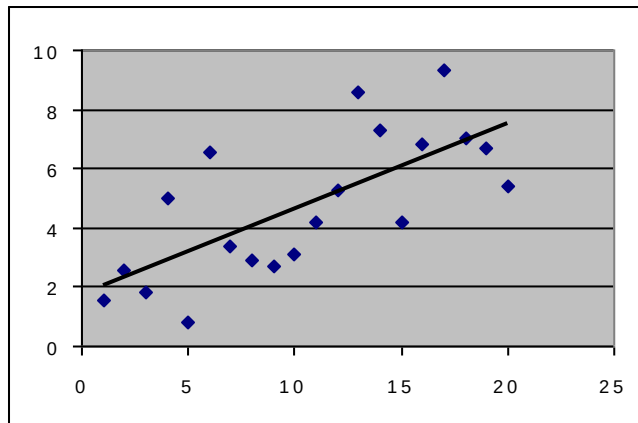
Como a literatura contábil indica que a técnica da Análise de Regressão fornece bases mais consistentes para efetuar estimativas de custos, optou-se por discutir neste trabalho a aplicação do método dos mínimos quadrados à determinação dos padrões.

Inicialmente cabe esclarecer que a Análise de Regressão constitui uma das ferramentas estatísticas mais utilizadas no campo das decisões econômicas. Seu objetivo é descrever, através de um modelo matemático, a relação entre duas ou mais variáveis, a partir de n observações das mesmas.

A variável sobre a qual se pretende fazer uma estimativa recebe o nome de variável dependente e a outra é denominada variável independente. Em termos práticos, pode-se afirmar que a finalidade última da técnica de regressão é estimar valores de uma variável com base em valores conhecidos da outra (Stevenson, 1981:341).

Quanto ao método dos mínimos quadrados, trata-se de procedimento utilizado para ajustar uma linha reta a um conjunto de pontos, de tal maneira que a soma dos desvios verticais em relação a essa reta é zero, e a soma dos quadrados desses desvios é mínima, ou seja, nenhuma outra reta poderia proporcionar menor soma. Quando se utiliza o método dos mínimos quadrados,

adota-se a premissa de que a reta mais adequada para expressar a relação entre variáveis dependente e independentes é a que minimiza a soma dos referidos quadrados.



Reta de regressão linear ajustada pelo método dos mínimos quadrados

Observando-se as orientações metodológicas formuladas para a utilização de dados históricos, o problema a ser resolvido consiste em determinar uma função que se apresente mais adequada para expressar a relação insumo/produto. Essa função é representada pela reta que gere o menor valor para o somatório dos desvios, conforme o referido acima.

Genericamente, o valor a ser minimizado pode ser apresentado da seguinte forma:

$$\sum (y_i - y_c)^2$$

Y_i = um valor observado (custo total)

Y_c = o valor calculado de y utilizando-se a equação de mínimos quadrados.

Os valores de **a** e **b** para a reta de regressão $Y = a + bx$, que tem a propriedade de minimizar a soma dos quadrados dos desvios, são encontrados através do seguinte sistema de equações:

$$\begin{aligned}\sum y &= na + b(\sum x) \\ \sum xy &= a(\sum x) + b(\sum x^2)\end{aligned}$$

Para ilustrar a aplicação da técnica de regressão, apresentamos o seguinte problema:

O gerente da Cia. Delta deseja verificar como os custos de mão-de-obra estão relacionados com várias quantidades nos lotes de produção. Para tanto, foram obtidas as seguintes amostras aleatórias:

Mês	Tamanho do Lote	Custos (MOD)
01	20	190
02	17	150
03	25	240
04	22	200
05	17	170
06	30	300

07	27	285
08	14	139
09	23	250
10	35	330

Tabela 1. Custo da MOD Cia Delta

RESUMO DOS DADOS

Estatística de regressão

R múltiplo	0,976473
R-Quadrado	0,9535
R-quadrado ajustado	0,947688
Erro padrão	15,05501
Observações	10

ANOVA

	<i>GI</i>	<i>SQ</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<i>F de significação</i>
Regressão	1	37181,173	37181,173	164,04419	1,30287E-06
Resíduo	8	1813,2271	226,65339		
Total	9	38994,4			

	<i>Coefic.</i>	<i>Erro padrão</i>	<i>Stat t</i>	<i>valor-P</i>	<i>95% inferiores</i>	<i>95% superiores</i>
Interseção	-3,3154	18,481	-0,1794	0,86209	-45,93271611	39,30186504
TAMANHO DO LOTE	9,94415	0,776403	12,808	1,3E-06	8,153759319	11,73453855

Avaliando os relatórios da análise da regressão, observa-se que:

- a equação que expressa a relação matemática entre as variáveis dependente e independente é dada por: $Y = -3,3154 + 9,94415 X$
- a variável independente (tamanho do lote) explica cerca de 95,35% das variações ocorridas nos custos da mão-de-obra direta, conforme evidencia o coeficiente de determinação, identificado no relatório de regressão como *R-Quadrado*;
- a variável dependente (custo da mão-de-obra) está fortemente correlacionada com a independente (tamanho do lote). Trata-se de uma correlação positiva demonstrada no relatório pelo *R-Múltiplo*. Como o coeficiente de inclinação da reta é positivo, pode-se afirmar que as variáveis estão correlacionadas positivamente. Isso significa que acréscimos no volume de atividades provocam acréscimos nos custos da mão-de-obra.
- O erro padrão da estimativa é de aproximadamente 15,05. Como esse indicador expressa a dispersão das observações reais em torno da reta de regressão, pode-se afirmar, com 95% de probabilidade de acerto, que para qualquer valor representativo do tamanho do lote, o custo efetivo da mão-de-obra estará no intervalo $Y_i \pm 15,05$;
- A estatística *F*, que afere a reta de regressão como um todo, atesta a validade do modelo adotado, inclusive porque o valor "*F de significação*" é muito menor que o nível de significância considerado (5%);
- A estatística *t* indica que o coeficiente de inclinação da reta é significativamente diferente de zero, confirmando a hipótese de que existe relação entre as variáveis custo da mão-de-obra e volume de atividade (tamanho do lote). O parâmetro populacional estimado pelo referido coeficiente pode está situado no intervalo compreendido

entre 8,1537 e 11,7345. Portanto, está afastada a hipótese de que o mesmo possa assumir valor nulo.

- g) Com relação ao coeficiente **a** (intercepto **Y**), a estatística *t* indica que o mesmo não é significativamente diferente de zero. O valor-P que indica a probabilidade $P(t \geq t_{\text{observado}})$ é maior que o nível de significância estabelecido (5%). Além disso, o próprio intervalo de confiança indica que esse coeficiente pode assumir valor nulo, haja vista que o verdadeiro parâmetro populacional pode estar contido entre -45,93 e 39,30.

❑ Método dos Mínimos Quadrados – Regressão Múltipla

O Método da regressão simples pressupõe uma interação entre duas variáveis. Porém, na prática, muitos modelos de regressão exigem o uso de mais de uma variável independente para estimar os valores que a variável dependente pode assumir.

A equação básica da Regressão Múltipla pode ser apresentada como segue:

$$Y = a + b_1X_1 + b_2X_2 + b_3X_3 + b_4X_4 \dots + b_nX_n, \text{ onde:}$$

Y = variável dependente

X₁, X₂, X₃, X₄ ... X_n = variáveis independentes

a = intercepto-y

b₁, b₂, b₃, b₄ ... b_n = coeficientes angulares

n = número de variáveis independentes

Os parâmetros ou coeficientes de regressão podem ser obtidos através do seguinte sistema de equações:

$$\sum Y = an + b \sum x_1 + c \sum x_2$$

$$\sum x_1 Y = a \sum x_1 + b \sum x_1^2 + c \sum x_1 x_2$$

$$\sum x_2 Y = a \sum x_2 + b \sum x_1 x_2 + c \sum x_2^2$$

A título de exemplo, apresentamos o seguinte problema relacionado com fixação de padrões (adaptado de Guerreiro, 1984):

A metalúrgica Ramos & Cia. Ltda possui dois fornos onde são processados os produtos A e B. A energia elétrica é um dos principais itens do custo de transformação, mas os fornos não possuem medidores próprios. Para finalidades de determinação do custo padrão, o contador deseja segregar o consumo fixo de energia e o consumo variável por produto.

Meses	Forno A (X ₁) (milhares de ton)	Forno B (X ₂) (milhares de ton)	Kw/h (y) (milhões)
1	130	50	1,20
2	125	50	1,19
3	100	60	1,18
4	115	80	1,25
5	110	100	1,25
6	120	80	1,25
7	130	90	1,27
8	120	60	1,20
9	80	70	1,13
10	100	95	1,22

Tabela 2. Consumo Kw/h na Manufatura dos Produtos A e B da Metalúrgica Ramos & Cia

RESUMO DOS DADOS

Estatística de regressão

R múltiplo	0,9645074
R-Quadrado	0,93027452
R-Quadrado ajustado	0,91035295
Erro padrão	0,01271861
Observações	10

ANOVA

	<i>gl</i>	<i>SQ</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<i>F de significação</i>
Regressão	2	0,0151077	0,0076	46,697	8,95098E-05
Resíduo	7	0,0011323	0,0002		
Total	9	0,01624			

	<i>Coefíc.</i>	<i>Erro padrão</i>	<i>Stat t</i>	<i>valor-P</i>	<i>95% inferiores</i>	<i>95% superiores</i>
Interseção	0,85461	0,0384191	22,244	9E-08	0,763763996	0,945457557
Variável X 1	0,00203	0,0002727	7,4261	0,0001	0,001380329	0,002670049
Variável X 2	0,00178	0,0002366	7,5067	0,0001	0,001216621	0,002335566

Analisando a regressão, observa-se que a equação que expressa a relação entre a variável dependente e as independentes é dada por:

$$Y = 0,85461 + 0,00203 x_1 + 0,00178 x_2$$

Diante disso, conclui-se que no intervalo de relevância considerado, o custo fixo de energia (demanda) situa-se em torno de 0,85461 milhões de Kw/h. Admitindo-se que cada Kw/h custe \$ 10,00, o custo fixo totaliza 8,5461 milhões de unidades monetárias.

Por sua vez, o custo variável de energia relativo ao forno A é da ordem de 0,00203 milhões de Kw/h por mil toneladas de produto A, o que corresponde a 0,0203 milhões de unidades monetárias, considerando o mesmo custo unitário acima referido.

No forno B, o custo variável corresponde a 0,00178 milhões de Kw/h por mil toneladas de produto B. Transformando em unidades monetárias, teríamos \$ 0,0178 milhões, caso o custo unitário do Kw/h se mantivesse no mesmo nível citado anteriormente.

Premissas Básicas adotadas na Aplicação do Método dos Mínimos Quadrados.

A utilização do método dos mínimos quadrados para determinar uma equação linear de custos deve considerar os seguintes pressupostos:

- a) deve existir linearidade entre as variáveis dependente e independentes;
- b) o desvio entre o valor de y e o determinado através da equação de regressão é denominado termo de erro μ e tem zero como valor esperado;
- c) os desvios dos pontos em torno da reta de regressão não estão correlacionados (ausência de autocorrelação serial);
- d) os pontos estão normalmente distribuídos em torno da reta de regressão (homoscedasticidade);
- e) uma função de custo poderá ser uma aproximação bem razoável do verdadeiro comportamento dos custos, dentro de determinado intervalo de relevância. Como um intervalo dessa natureza raramente inclui nível zero de atividade, a interseção com zero não significa necessariamente custo fixo;

- f) não existe correlação entre as variáveis independentes (ausência de multicolinearidade).

5. Decisões sobre Variações: O Apoio de Técnicas Estatísticas

Conforme salientou-se anteriormente, os padrões de custos são adotados para facilitar a identificação de variações entre os custos previstos e realizados. Tais variações serão utilizadas como indicadores para se avaliar a necessidade de inserir ajustes no sistema produtivo, podendo resultar em programas para aperfeiçoamento dos métodos, melhor seleção de mão-de-obra e de materiais, programas de treinamento, melhoria na qualidade dos produtos ou aprimoramentos tecnológicos.

Identificadas as variações, resta-nos determinar se é necessário investigar suas causas. O princípio fundamental é avaliar se as medidas corretivas que poderiam ser adotadas para evitar a repetição dos desvios são convenientes frente à relação custo/benefício.

Para evitar a subjetividade de critérios pessoais em relação à decisão de efetuar ou não a referida investigação, é necessário que determinados limites de tolerância sejam incorporados às políticas internas da empresa. Na prática, esses limites devem ser estabelecidos no próprio processo de fixação dos padrões, de tal forma que se aceitem como “naturais” os desvios ocasionados por fatores aleatórios.

Provavelmente, a regra mais simples que pode ser utilizada para se determinar se uma variação deve ser investigada é a que fixa certos limites baseados em percentagem do custo-padrão. Por exemplo, pode-se entender que toda variação superior a 10% do referido custo deve ser investigada. Nessa hipótese, parte-se do pressuposto de que variações inferiores a 10% são motivadas por fatores aleatórios, caso em que uma eventual investigação não proporcionaria benefícios para a empresa. Em sentido contrário, qualquer variação superior a 10% deveria ser considerada como não-aleatória, baseando-se na expectativa de que uma investigação levaria a eliminar futuras variações. Além disso, parte-se também do pressuposto de que os benefícios derivados da investigação suplantam os respectivos custos, ou pelo menos se nivelam a eles. Aliás, quando os benefícios se equiparam aos custos da investigação, a mesma só deve ser efetuada se houver certeza de que o processo está fora de controle.

Outra técnica que pode ser utilizada com sucesso na determinação dos limites de tolerância é a teoria da amostragem estatística. Horngren (1989) afirma que o uso apropriado dessa teoria *“pode melhorar a prática contábil, diminuir o apoio em decisões puramente subjetivas e reduzir os sempre crescentes custos de se manter informado sobre os custos”*. O autor acrescenta que o uso racional das ferramentas estatísticas pode levar a melhor planejamento e controle por um menor custo administrativo.

Um controle estatístico das variações de custos consiste basicamente na determinação de um intervalo de confiança para as variações que podem ocorrer aleatoriamente em torno de um valor-padrão médio fixado com base em n observações. De acordo com a teoria estatística, se uma amostra aleatória de observações obtidas de um processo estável é bastante grande, digamos de 30 ou mais, o valor médio destas amostras está normalmente distribuído em torno do verdadeiro valor médio do processo. Se o processo for estável, a média das médias amostrais dos custos ($\bar{\bar{x}}$) será uma estimativa satisfatória do verdadeiro valor médio da população.

De acordo com Stevenson (1986:181), quando a população é muito grande ou infinita, o desvio padrão da distribuição amostral da média é dado pela seguinte expressão:

$$\sigma_{\bar{x}} = \frac{\sigma_x}{\sqrt{n}}, \text{ onde:}$$

$\sigma_{\bar{x}}$ = desvio padrão da distribuição amostral

σ_x = desvio padrão da população

n = tamanho da amostra

De posse do valor da média amostral e do desvio padrão amostral, pode-se estimar o intervalo onde determinado **padrão de custos** deve estar contido. Para tanto, deve-se utilizar a distribuição normal (Z) sob a hipótese de que a população é normalmente distribuída em torno da média. Identificado o intervalo, têm-se os limites a partir dos quais pode-se considerar necessário efetuar investigações das variações de custos, dado certo nível de confiança. Esse nível de confiança deverá ser estipulado pelos gestores.

A fórmula mediante a qual deve-se determinar o intervalo onde se localiza o padrão aceitável é:

$$\bar{x} \pm z \frac{\sigma_x}{\sqrt{n}} \text{ (estimativa intervalar)}$$

Sendo:

$\bar{x}$ = média amostral

z = variável normal reduzida ao nível de confiança desejável

$\frac{\sigma_x}{\sqrt{n}}$ = desvio padrão da distribuição amostral.

Exemplo :

A Indústria de Móveis Alvorada Ltda. adota o sistema de custo padrão. Numa amostra de 49 mesas, verificou-se que eram consumidos, em média, 30 minutos para a fixação dos pinos de segurança. O desvio padrão para o conjunto observado foi de 6 minutos. Considerando que o tempo em questão é uma variável aleatória normalmente distribuída, determinar o intervalo de confiança que pode ser utilizado como parâmetro para se efetuarem investigações sobre eventuais variações ocorridas nos padrões de mão-de-obra. O nível de significância adotado é de 95%.

Com a aplicação dos conceitos acima expostos, temos:

$$\bar{x} \pm z \frac{\sigma_x}{\sqrt{n}}$$

$$30 \pm 1,96 (6 \div \sqrt{49})$$

$$30 \pm 1,68$$

Limite mínimo: 28,32

Limite máximo: 31,68

Ao nível de significância considerado, o padrão deverá situar-se entre 28,32 e 31,68 minutos. Portanto, esse é o intervalo dentro do qual as variações de tempo consumido na fixação dos pinos deverão ser consideradas como aceitáveis. Como as variações positivas também devem ser investigadas, uma vez que discrepâncias acentuadas podem ensejar reformulações de padrões ou denotar perda de qualidade no processo, conclui-se que qualquer valor situado fora dos limites encontrados deve merecer a atenção dos gestores.

Como se observa, a Estatística oferece recursos capazes de orientar decisões quanto à investigação das variações ocorridas entre custos planejados e realizados. Desse modo, pode-se reduzir riscos de desprezar variações significativas ou de canalizar esforços para investigações infrutíferas, uma vez que o gestor visualiza com boa margem de segurança o espaço no qual as variações podem ser atribuídas a fatores aleatórios, que, por sua própria natureza, escapam ao controle gerencial.

6. Conclusões

Tendo em vista a importância dos padrões de custos como instrumento de apoio gerencial, o presente trabalho procurou demonstrar a necessidade de se utilizarem algumas técnicas estatísticas para otimizar o efeito das decisões de investigar ou não as variações entre o custo planejado e o realizado. Considerou-se que, sem o apoio de tais técnicas, o gestor fica exposto a maiores riscos de desperdiçar recursos econômicos investigando variações atribuíveis a fatores aleatórios.

Como a eficácia das investigações está associada à qualidade dos parâmetros utilizados na comparação, entende-se que a fixação dos padrões deverá se apoiar em técnicas que permitam determinar os intervalos de significância dentro dos quais admitem-se flutuações, sem comprometer o desempenho global da organização. Uma das técnicas estatísticas que podem ser utilizadas com esse propósito é a Análise de Regressão.

Conhecidos os limites de tolerância, o gestor pode identificar as variações que estão fora de controle e determinar se, economicamente, é correto investigá-las.

7. Bibliografia

- BACKER, Morton & JACOBSEN, Lyle E. *Contabilidade de custos: um enfoque de administração de empresas* - Rio de Janeiro, MacGraw-Hill do Brasil, 1978.
- BATHER, G A . "Control Charts and Stochastic Process". *Journal of Royal Statistical Society, Series B* (1959:239-57)
- BEER, Stafford.- *Cibernética e administração industrial*. Rio de Janeiro, Zahar, 1969.
- BENNETT, Clinton W. *Costs Standard* - Barcelona, Editora Labor, 2ª. Ed. 1967.
- BEUREN, Ilse Maria. *Modelo de Mensuração do Resultado dos Eventos Econômicos Empresariais – Um Enfoque de Sistema de Informação de Gestão Econômica* – Tese de Doutorado apresentada à FEA/USP – São Paulo, 1994.
- BIO, Sérgio R. *Sistemas de Informação: um enfoque gerencial*. São Paulo: Atlas, 1985.
- BLACK, Homer A. & EDWARDS, James Don. *The managerial accounting: a discipline in transition* - Illinois, Dow Jones-Irwin, 1979.
- CATELLI, Armando. *Controladoria: Uma abordagem da gestão econômica - GECON* - São Paulo, Atlas, 1999.
- _____. *Sistema de contabilidade de custos padrão* - São Paulo, Tese de Doutorado, FEA/USP, 1972.
- CAVENAGHI, Vagner. *O Modelo de Gestão Econômica (GECON) Aplicado à Área de Produção* - Caderno de Estudos, São Paulo, FIECAFI, v.8, n.14, p.9 – 29, julho/dezembro 1996.

- CORCORAN, A Wayne. *Costs: Accounting, analysis, and control* - Santa Barbara, John Wiley & Sons, Inc. 1997.
- DITTMAN, D. A e PRAKASH. Cost Variance Investigation: Markovian Control and Markov Process. *Journal of Accounting Research*. Spring, 1978: 14-25.
- DOHR, at. al. *Cost accounting*. 2. ed. New York: Ronald Press Co. , 1997.
- DOPUCH, Nicholas et al. *Cost Accounting: accounting data for management's decision*. 2. Ed. New York, Harcourt Brace Jovanovich Inc., 1974.
- GUERREIRO, Reinaldo. *Modelo conceitual de sistema de informação de gestão econômica: uma contribuição à teoria da comunicação da contabilidade* - São Paulo, Tese de Doutorado, FEA-USP., 1984.
- _____. *Sistema de custeio direto padrão: estruturação e processamento integrado com os princípios de contabilidade geralmente aceitos* - São Paulo, Dissertação de Mestrado, FEA-USP. 1984.
- GUERREIRO, Reinaldo & CATELLI, Armando. *Análise de Variações de Custo Padrão: Existe Afinal a Variação Mista?* – Trabalho apresentado no VI Congresso Brasileiro de Custos, São Paulo, 1999.
- HENRICI, Stanley B. *Standard Cost for Manufacturing* – McGraw-Hill Book Company, New York , USA , First Edition, 1947.
- HIRSCH, Maurice L. & LOURDERBACK, Joseph G. *Cost Accounting – Accumulation, Analysis and Use* – South-Western Publishing Co. – Cincinnati, Ohio, USA , 3. Edition, 1992.
- HORNGREN, Charles T. *Cost Accounting: A managerial emphasis* - New Jersey, Printice-Hall, Inc. Englewood Cliffs, 3ª ed., 1972.
- HORNGREN, Charles T., et al. *Contabilidade de custos*. Tradução José Luiz Paravato. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos Editora S.A, 2000.
- IUDÍCIBUS, Sérgio de. *Contabilidade Gerencial* - São Paulo, Atlas, 6ª Ed., 1998.
- JOHNSON, H. Thomas & KAPLAN, Robert S. *Relevance Lost - the rise and fall of management accounting* - Boston, Harvard Business School Press, 1978.
- KAPLAN, Robert S. , et. al. *Contabilidade gerencial*. São Paulo: Atlas, 2000
- KEEGAN, Daniel P. & EILER, Robert G. *Restruture Seu Sistema de Contabilidade de Custos*. Boletim do IBRACON – Novembro 1996.
- KIM, S. K. *Control Policies for Reporting and Investigation Cost Variance*. Ph D dissertation, University of Texas, 1978.
- KOELHER, R. W. The Relevance of Probability Statistics to Accounting Variance Model. *Management Accounting*, October, 1968: 35-41
- LANG Theodore. *Accountant's Cost Handbook*. *The Ronald Press Company* – New York , USA, 1956.
- LASSER, J.K. *Handbook of Cost Accounting Methods*. Westport Connective. Greenwood Press, 1970.
- LUH, F. Controlled Cost. *An Operational Concept and Statistical Approach to Standard Cost*. *The Accounting Review*, july, 1968: 123-32.
- MARTINS, Eliseu. *Contabilidade de custos*. São Paulo: Atlas, 5. ed., 1996.
- NASCIMENTO, Diogo Toledo do. *Padrões intercambiáveis entre os métodos de custeio por absorção e variáveis/direto*. São Paulo, Dissertação de Mestrado apresentada à FEA/USP, 1978.
- NAKAGAWA, Masayuki. *Introdução à controladoria*. São Paulo: Atlas, 1993.
- _____. *Gestão estratégica de custos*. São Paulo: Atlas, 1993.

- PARISI, Cláudio - *Uma contribuição ao estudo de modelos de identificação e acumulação de resultados* - São Paulo, Dissertação de Mestrado, FEA-USP, 1995.
- PELEIAS, Ivam Ricardo - *Avaliação de desempenho: um enfoque de gestão econômica* - São Paulo, Dissertação de Mestrado, FEA-USP, 1992.
- _____. *Contribuição à formulação de um sistema de padrões e análise de sua aderência ao processo de gestão, sob a ótica do modelo GECON* - São Paulo, Tese de Doutorado, FEA-USP, 1999.
- PENELOPE, Sue. *Cost Variance Analysis: A Reliability Theory Application*. Ph D dissertation, The Ohio State University, 1982.
- PEREIRA, Carlos Alberto et al. Controladoria. *Uma Abordagem da Gestão Econômica - GECON*. São Paulo, Atlas, 1999.
- SANTOS, Roberto Vatan dos. *Modelos de Decisão para Gestão de Preços de Venda*. Dissertação de Mestrado apresentada à FEA/USP – São Paulo, 1995.
- STEVENSON, Willian J. *Estatística Aplicada à Administração*. São Paulo: Editora HARBRA Ltda., 1981
- TUNG, Nguyen H. *Orçamento Empresarial e Custo-Padrão*. São Paulo, 4ª edição, Edições Universidade-Empresa Ltda., 1994.