

Utilização da análise de regressão na estimação do comportamento dos custos: um estudo em oficina multimarcas

Célio Roberto Isidio de Oliveira¹

Resumo. O presente trabalho procurou demonstrar que o uso de métodos quantitativos, em particular da análise de regressão, pode contribuir para estimar o comportamento dos custos, melhorando as funções de planejamento e controle e, conseqüentemente, favorecendo a otimização dos resultados das organizações, sobretudo em épocas de maior competitividade. Para tanto, conduziu-se um estudo de caso em oficina multimarcas no qual foram coletados dados que possibilitaram a estimação do comportamento dos custos para análises e discussões. Foram utilizadas as pesquisas exploratória, bibliográfica e documental. Os resultados revelaram que é possível a utilização da análise de regressão para a estimação de custos, sendo esta ferramenta útil no auxílio aos processos de avaliação e previsão.

Palavras-chave: Métodos quantitativos, análise de regressão, custos.

Abstract. This study sought to demonstrate that the use of quantitative methods, particularly regression analysis, can contribute to estimate cost behavior, improving the functions of planning and control and consequently favoring the optimization of the organization results, especially in times of bigger competitiveness. To this end, it conducted a case study in vehicle workshops in which it collected data that allowed the estimation of cost behavior for analysis and discussion. It used exploratory research, literature and documents. The results revealed that it is possible to use regression analysis to estimate cost, which is a useful tool to aid the processes of assessment and forecasting.

Keywords: Quantitative methods, regression analysis, costs.

¹ Professor do Curso de Ciências Contábeis da Faculdade de Ciências Humanas ESUDA. Especialista em Contabilidade e Controladoria (UFPE, 2002). Mestre em Ciências Contábeis (UnB, 2006). E-mail: celioroliveira@gmail.com

Introdução

Atualmente, as organizações procuram maximizar os seus resultados com uma concomitante diminuição das despesas e dos custos e isto leva a uma necessidade imperativa de se fazer um esforço maior para obter lucros. Assim, é imprescindível a utilização de um sistema de informações que, como ferramenta, seja um recurso suporte da gerência da empresa para reduzir o grau de incerteza na tomada de decisões relativas ao cumprimento de seus objetivos e de sua missão.

As organizações convivem com o aumento do ambiente de competição e, conseqüentemente, da concorrência entre as mesmas. Como há a necessidade de atingir suas políticas de negócios, aumentam seus riscos e, como conseqüência, é inevitável que as empresas acompanhem o desenvolvimento tecnológico. Portanto, é importante investir em informações que possibilitem auxílio nesse ambiente.

Diante dessa realidade, o futuro empresarial é incerto. A necessidade de sobreviver ou permanecer no mercado faz com que os executivos passem a valorizar mais o planejamento estratégico das informações, considerando este como instrumento de diferencial competitivo.

Uma das preocupações dos gerentes e analistas tem sido estimar e acompanhar a evolução de alguns itens de receitas, custos e despesas, os quais representam e requerem atenção cuidadosa por representar um alto grau de importância dentro da estrutura competitiva da organização, permitindo fazer avaliações e previsões de variáveis que podem ser controladas pelo sistema de informações da empresa, possibilitando assim uma melhor tomada de decisões.

O presente estudo evidencia a possibilidade da aplicação de técnicas formais, como a análise de regressão para tentar estabelecer modelos que possam ser úteis não apenas para descrever o que aconteceu mas, também, para serem utilizados para fins de projeções.

Á medida que se utilizam tais métodos, dentro de limites razoáveis de tempo e de custo, obtém-se melhores informações para a administração no fluxo do processo decisório, merecendo, assim, uma melhor reflexão sobre a matéria que, segundo Iudícibus (1987), grande parte dos contadores ainda precisa familiarizar-se com a utilização dos mesmos.

1. Caracterização do problema

Este artigo tem por objetivo demonstrar a possibilidade da utilização de métodos quantitativos, em particular a regressão linear, como fonte de informação na estruturação do sistema de informações contábeis, bem como evidenciar a importância desses métodos na solução de problemas gerenciais.

O entendimento dos tipos de relações existentes entre as variáveis associadas a um determinado serviço contribui para aumentar a eficiência dos métodos de controles dos processos, para facilitar a detecção de possíveis problemas e para o planejamento das ações de melhoria a serem adotadas.

Dentro desse contexto levantou-se o seguinte problema: como a utilização da análise de regressão é útil para estimar o comportamento dos custos?

2. Objetivos e relevância da pesquisa

O objetivo principal desta pesquisa é demonstrar a possibilidade da utilização de métodos quantitativos, em particular da regressão linear, como fonte de informação na para

estimação do comportamento dos custos, com vistas a evidenciar a importância desses métodos na solução de problemas gerenciais.

Como objetivos específicos visa-se mostrar que a contabilidade tem no seu arcabouço teórico e metodológico um grande potencial a ser considerado, a fim de ser utilizada como recurso preditivo de informações gerenciais e que a utilização de ferramentas estatísticas é útil como elemento de suporte à tomada de decisões.

A relevância do presente estudo fundamenta-se na importância da aplicação de técnicas formais, como a análise de regressão para tentar estabelecer modelos que possam ser úteis não apenas para descrever o que aconteceu mas, também, para serem utilizados para fins de projeções.

3. Metodologia da pesquisa

O objetivo principal desta pesquisa é demonstrar a possibilidade da utilização de métodos quantitativos, em particular a regressão linear, como fonte de informação para estimação do comportamento dos custos. Dentro desta ótica, para desenvolvimento dos estudos e pesquisa deste trabalho serão utilizados os seguintes delineamentos – as pesquisas exploratória, bibliográfica e documental e sua aplicação nas ações estratégicas no âmbito de uma empresa pesquisada.

Para isto, conduziu-se um estudo de caso em oficina multimarcas, onde se verificou o número de intervenções realizadas por mês e o custo total dos serviços prestados nesses meses, bem como a relação entre essas variáveis.

4. CONTROLE DE CUSTOS UTILIZANDO MÉTODOS QUANTITATIVOS: REFERENCIAL TEÓRICO

Técnicas estatísticas podem ser empregadas para se aprimorar o processo de investigação das variações de custos e diversos autores têm procurado demonstrar essa possibilidade. Koehler (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 (1978) 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. 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 estimativa 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 qual a probabilidade dos custos estarem fugindo aos níveis aceitáveis é suficientemente grande para justificar uma investigação.

Kaplan (2000), 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.

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 (1978), 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 (2000) 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 (2000), 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. Um outro fator que vem indicar a conveniência de se utilizar modelos estatísticos para analisar variações de custos, segundo o mesmo autor, é o fato da 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 acidental, enquanto que um modelo estatístico indicaria claramente uma baixa probabilidade de que tal variação derivou de uma mera casualidade.

4.1 UTILIZAÇÃO DE MÉTODOS QUANTITATIVOS

Consoante Silva (1998), quando um gestor de uma organização toma uma decisão, deve fazê-lo observando todo um cenário onde a mesma se inclui, da definição do problema até às conseqüências da alternativa escolhida para implementação. O referido autor ainda destaca que embora se deva levar em conta a questão qualitativa das alternativas disponíveis, a base quantitativa é de extrema importância pela objetividade que a mesma carrega, não deixando margem para dúvidas. E conforme Chiavenato (1983):

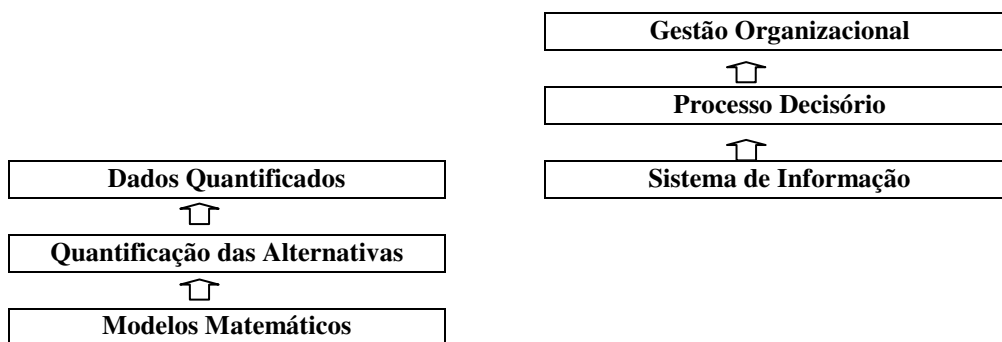
... entre outras várias vantagens, a utilização de métodos quantitativos no modelo de gestão pode proporcionar:

- 1) Descobrir e entender os fatos de uma situação melhor do que permitiria uma descrição qualitativa;
- 2) Descobrir relações existentes entre os vários aspectos do problema, que não transpareceriam por si sós, na descrição verbal;
- 3) Estabelecer medidas para a eficácia;
- 4) Explicar situações que no passado não foram esclarecidas, ao proporcionar relações de causa-e-efeito;
- 5) Tratar do problema em seu conjunto e considerar todas as variáveis principais simultaneamente e
- 6) Como os fatores que integram um problema são tão numerosos, apenas os modelos matemáticos de processamento de dados permitem proporcionar respostas imediatas e em escala gigantesca, através de computadores e equipamentos eletrônicos.

Diante dos comentários acima proferidos pelos autores, infere-se que a utilização de métodos quantitativos, se bem estruturado, pode provocar vantagens e gerar benefícios no sistema de informações da empresa.

4.2 INFLUÊNCIA DOS MÉTODOS QUANTITATIVOS NA GESTÃO ORGANIZACIONAL

Conforme Silva (1998), o modelo matemático é acionado objetivando quantificar as diversas alternativas que existem quando se pretende tomar uma decisão. Em seguida, já com os dados quantificados, o Sistema de Informações alimenta o Processo Decisório que, por sua vez, serve de suporte à gestão das organizações. Esquemáticamente pode-se apresentar essa influência na gestão da seguinte forma:



Fonte: (Silva, 1998)

Figura 1 – Influência de Métodos Quantitativos na gestão empresarial.

5. ESTUDO DE CASO: OFICINA MULTIMARCAS

A oficina multimarcas, preocupada com o aumento indiscriminado do número de concorrentes na região em que está inserida e, conseqüentemente, com o aumento da competição, verificou a necessidade de trabalhar melhor os seus custos de modo a ser mais competitiva em relação aos seus preços. Assim, contratou um consultor de custos em Jan/2004, o qual fez um levantamento dos custos dos três últimos anos (jan/2008 a dez/2010) para uma análise estatística que desse suporte a um estudo técnico, onde se determinasse a variação dos custos totais dos serviços da oficina em relação ao número de intervenções realizadas por mês. Do referido levantamento chegou-se aos seguintes dados:

Tabela 1 – Número de Intervenções x Custo Total dos Serviços

Mês	2008		2009		2010	
	Nº de Intervenções realizadas por mês	Custo total Dos Serviços por Mês R\$	Nº de Intervenções realizadas por mês	Custo total Dos Serviços por Mês R\$	Nº de Intervenções realizadas por mês	Custo total Dos Serviços por Mês R\$
Jan	748	12.765	750	7.215	960	13.357
Fev	750	11.026	740	10.471	984	14.763
Mar	690	9.657	984	13.623	1.073	13.135
Abr	360	6.697	294	5.964	424	7.807
Mai	387	6.438	342	7.289	378	6.897
Jun	486	7.881	360	7.252	388	6.997
Jul	828	11.692	607	10.227	1.011	13.790
Ago	834	14.356	840	11.285	884	9.990
Set	888	12.558	882	12.136	956	12.713
Out	342	5.735	324	6.297	310	6.512
Nov	443	5.772	790	11.988	816	12.469
Dez	480	12.506	922	13.690	1.083	11.322

Fonte: Oficina multimarcas

Observando os dados coletados das duas variáveis, o analista decidiu formular um modelo matemático que descrevesse o relacionamento entre as duas variáveis para que pudesse utilizar na explicação de existência de relação entre o custo total dos serviços e o número de intervenções realizadas, na estimativa dos custos totais com base no número de intervenções realizadas e previsão dos futuros custos totais dos serviços.

5.1 POSSIBILIDADE DE UTILIZAÇÃO DA ANÁLISE DE REGRESSÃO

A formação dos custos totais da empresa analisada é composta por custos fixos e custos variáveis em função do volume de intervenções realizadas nos diferentes períodos. Tal fato decorre da utilização de recursos sob os seguintes aspectos:

- Prestação do serviço propriamente dito (variáveis): mecânica (peças); pintura (estufa); Energia elétrica etc.
- Manutenção e suporte à prestação do serviço (fixos): Pessoal administrativo; reboque etc.

A cada período estes custos são mensurados da seguinte forma:

$$\text{Custo Total} = \text{Custo Variável total} + \text{Custo Fixo Total}$$

Sendo: Custo variável unitário = $\text{Custo variável total} \div \text{n}^\circ$ de intervenções realizadas por mês

Logo:

$$\text{Custo Total} = (\text{Custo variável unitário} \times \text{n}^\circ \text{ de interv. realizadas por mês}) + \text{Custo Fixo Total}$$

Parece ser fácil se chegar a um resultado para o problema, bastaria apenas multiplicar o n° de intervenções realizadas e/ou previstas no mês pelo custo variável unitário e somar com o custo fixo total, se não existissem vários fatores que afetassem os custos além do volume como evidenciado por Horngren (1989):

Há muitos fatores que podem fazer com que os custos variem, além do volume... Além do volume, temos os seguintes fatores:

(...)

3. Mudanças de organização, pessoal, horário ou condições de trabalho e eficiência. Em particular, quando os custos variáveis não tenham sido efetivamente controlados em relação ao volume, o gráfico de dispersão tem boa probabilidade de mostrar a má correlação entre o custo e o volume.

4. Mudanças nos preços pagos por fatores de custos. Os custos projetados devem refletir o nível esperado de preços de vários fatores, tanto nos custos fixos quanto nos variáveis.

5. Mudanças na política administrativa em relação aos custos. Mudanças como essas afetam os custos: dispensas em massa por motivos econômicos, rotação de pessoal, políticas de compras, pesquisas e publicidade.

(...)

7. Flutuações aleatórias dos custos. Os custos às vezes desviam de seu comportamento regular durante certos períodos, por causa de guerras, mudanças de supervisão, greves, greves-tartaruga e assim por diante.

8. Custos Sazonais. Custos com calefação e ar condicionado estão muitas vezes mais estreitamente relacionados com tempo que com qualquer outro fator. Além disso, a eficiência pode ser afetada pelas condições do tempo, como épocas de grande calor.

Assim, dentro dessa subjetividade, a análise de regressão simples possibilita os seguintes procedimentos:

Descrever e compreender a relação entre o número de intervenções realizadas por mês e o total dos custos de serviços de oficina mensais do mesmo e estimar uma nova observação ou ajustar e controlar processos.

Conhecida essa relação, pode-se usar uma das observações para prever a outra ou realizar ajustes na procura de melhores resultados.

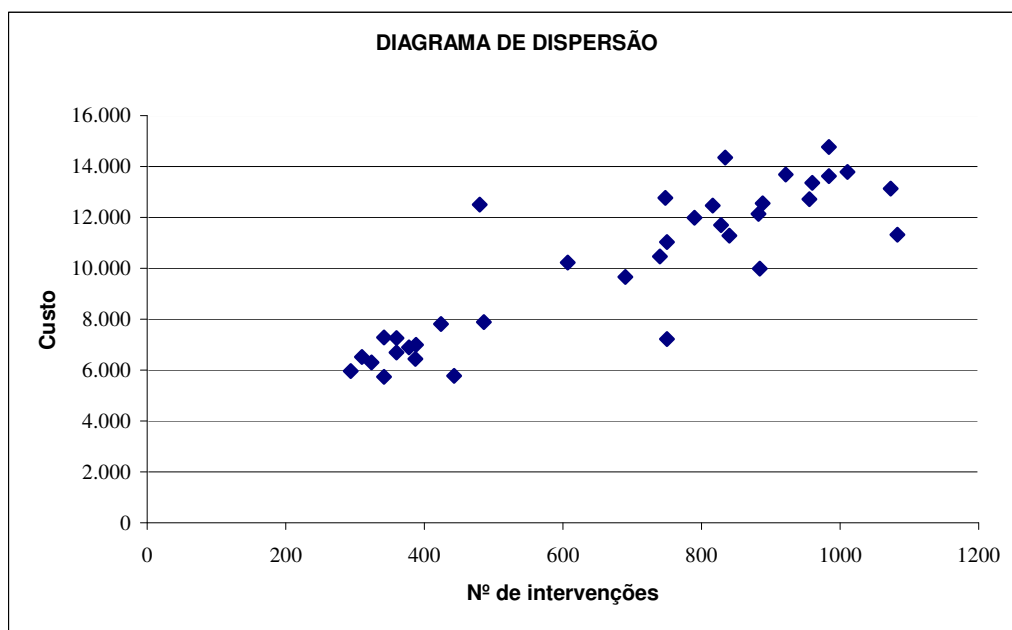
Dessa forma, o analista utilizou a tabela anteriormente levantada para chegar a conclusão de que o número de intervenções realizadas por mês seria valor exato e controlado no experimento (variável independente x) e que o nível custos totais dos serviços seriam variáveis aleatórias e não controladas no experimento (variável dependente y) no período de 01/2008 a 12/2010 para, assim, realizar inferências sobre o parâmetro da população e analisar a possibilidade de definir um modelo que represente a relação entre as duas variáveis da amostra.

5.2 VISUALIZAÇÃO GRÁFICA (DIAGRAMA DE DISPERSÃO)

O primeiro passo é representar os pares de observações em um gráfico de dispersão, conforme se pode ver no gráfico a seguir (figura 2). Esse gráfico é obtido utilizando-se a

planilha eletrônica excel, através da utilização do assistente de gráfico, selecionando-se o padrão gráfico de dispersão (xy). O registro dos 36 pares de dados no gráfico (x_i, y_i), indicam uma tendência de crescimento positivo, isto é, na medida que o nível de intervenções mensais realizadas aumenta, o nível de custos totais também aumenta e vice-versa.

Figura 1 - Gráfico de dispersão dos custos totais mensais em função do nº de intervenções mensais



Fonte: Microsoft Excel

Assim, para se estabelecer uma lei matemática entre variáveis, denominadas como independente e dependente, de forma que as mesmas possuam uma relação linear, um modelo é o método dos mínimos quadrados – Regressão Linear simples.

5.3 CÁLCULO DA REGRESSÃO UTILIZANDO O EXCEL

Para a se chegar ao modelo que descreva a relação entre o número de intervenções realizadas por mês e o montante dos custos totais mensais, de forma a se utilizar os dados descritos no item 6, transportar-se-á os valores para uma planilha do Excel 2003, da seguinte forma:

Tabela 2 – Planilha de dados (Excel)

	A	B	C	D	E	F
1	Mês/Ano	Nº de	Custo			
2		Intervenções	Total			
3		por mês	por mês			
4	Jan/08	748	12.765			
5	Fev/08	750	11.026			
6	Mar/08	690	9.657			
7	Abr/08	360	6.697			
8	Mai/08	387	6438			
9	Jun/08	486	7.881			

10	Jul/08	828	11.692
11	Ago/08	834	14.356
12	Set/08	888	12.558
13	Out/08	342	5.735
14	Nov/08	443	5.772
15	Dez/08	480	12.506
16	Jan/09	750	7.215
17	Fev/09	740	10.471
18	Mar/09	984	13.623
19	Abr/09	294	5.964
20	Mai/09	342	7.289
21	Jun/09	360	7.252
22	Jul/09	607	10.227
23	Ago/09	840	11.285
24	Set/09	882	12.136
25	Out/09	324	6.297
26	Nov/09	790	11.988
27	Dez/10	922	13.690
28	Jan/10	960	13.357
29	Fev/10	984	14.763
30	Mar/10	1.073	13.135
31	Abr/10	424	7.807
32	Mai/10	378	6.897
33	Jun/10	388	6.997
34	Jul/10	1.011	13.790
35	Ago/10	884	9.990
36	Set/10	956	12.713
37	Out/10	310	6.512
38	Nov/10	816	12.469
39	Dez/10	1.083	11.322

Fonte: Oficina multimarcas

Observa-se que nas colunas B e C foram registradas duas séries de dados, células C4:C39 para a variável dependente y (correspondente ao nível de custos totais dos serviços de oficina por mês) e B4:B39 para a variável independente x (correspondente ao número de intervenções realizadas por mês).

O Excel possui funções estatísticas que podem ser aplicadas para a obtenção dos valores dos coeficientes de regressão e projeção do nível de custos totais para os níveis de intervenções mensais realizadas, e, neste caso, a ferramenta que possibilita a geração de um relatório de análise que mede o nível de efetividade e utilidade da regressão, é a ferramenta Regressão Linear.

Para se avaliar utilidade da análise em questão, utilizar-se-ão os conceitos para análise de Regressão Linear Simples descritos por Lapponi (1995). A reta de regressão é representada pela equação $\hat{y} = a + bx$ onde, \hat{y} é a variável dependente e x é a variável independente. Se os n pares de valores amostrais formassem uma reta, então a equação da reta ajustada conteria os n pontos amostrais. Em geral, os n pares de valores não estarão contidos numa reta.

O objetivo é obter, a partir dos n dados amostrais, os valores dos coeficientes a e b da reta $\hat{y} = a + bx$, denominados como *coeficientes de regressão*, ou simplesmente *coeficientes* ou *constantes*, que têm os seguintes significados:

- O coeficiente b define o aumento (ou diminuição) da variável y por unidade de variação da variável x (Variável X1);
- A constante a é denominada como *intercepto y*, sendo igual ao valor de \hat{y} quando x é igual a zero (Interseção).

Que critério deve-se aplicar para obter os valores dos coeficientes a e b ? A definição do critério para o ajuste de uma reta sobre o gráfico dos n pontos observados pode ser feita de

diversas formas. Pode-se entender que, quanto menor for a soma dos desvios de todos os pares de observações, melhor será o poder de explicação do modelo.

Por exemplo, se x é a variável independente e y a variável dependente, isto é $y = f(x)$, o valor dos coeficientes da reta de regressão são calculados com as fórmulas:

$$\alpha = \frac{\sum_{i=1}^n y_i - b \sum_{i=1}^n x_i}{n} \quad b = \frac{n \sum_{i=1}^n x_i \times y_i - \sum_{i=1}^n x_i \times \sum_{i=1}^n y_i}{n \sum_{i=1}^n x_i^2 - \left(\sum_{i=1}^n x_i \right)^2} \quad a = \bar{x} - b\bar{y}$$

$$b = \frac{\text{Cov}(x, y)}{\text{Var}(y)} = r_{xy} \frac{\sigma_y}{\sigma_x}$$

A amostragem aleatória realizada para obter a reta de regressão representa alguns pontos da população, que é bem maior. A regressão realizada é, na realidade, uma estimativa da relação entre as variáveis, relação essa que é desconhecida. Portanto, os coeficientes da regressão, a e b , são estimativas pontuais dos dois parâmetros populacionais correspondentes, denominados como α e β .

$$\hat{y} = a + bx$$

$$\hat{y} = \alpha + \beta x + e$$

Onde, o valor e (resíduo) representa a dispersão na população, devido ao fato de não existir um relacionamento perfeito entre as duas variáveis na população. De uma outra maneira, existem outras variáveis que não foram consideradas na regressão e que também tem uma certa influência, minoritária, nos resultados, pois a regressão foi realizada com as duas variáveis mais importantes do experimento. Devido à variabilidade amostral, deve-se aceitar que de cada amostra aleatória serão obtidas equações de regressão diferentes. De forma que, a é um estimador de α e b é um estimador de β . Se fosse amostrada toda a população, então o valor de a seria igual a α e o valor de b igual a β .

Segundo Santos (2004) o erro (desvio) padrão da estimativa informa de forma aproximada quão grandes são os erros de estimativa (os resíduos) do grupo de dados, medindo na própria unidade de y . Ao ajustar uma reta, se espera que ela *explique* o grupo de dados. Se os dados estiverem contidos numa reta, se obterá uma reta coincidente com os pontos observados e, dessa maneira, a soma dos quadrados dos desvios será igual a zero e a reta ajustada explica completamente.

$$S_e = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2}{n - 2}}$$

Sendo cumpridas as premissas da regressão linear, se espera que aproximadamente 95% dos dados observados y se encontrem dentro do intervalo $\pm 1 \times S_e$ de seus respectivos valores projetados pela reta de regressão \hat{y} .

O coeficiente de determinação (r^2) é uma forma de medir o grau de associação dos pares de valores referentes a duas variáveis de um mesmo experimento. A partir dele calcula-se o coeficiente de correlação entre as variáveis. De acordo com Santos (2004) o coeficiente de determinação é uma medida sintética que diz quão bem a reta de regressão da amostra se ajusta aos dados.

Definindo o coeficiente de determinação r^2 como:

$r^2 = \text{Variação explicada} / \text{variação total}$, se demonstra que:

$$r^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}$$

O coeficiente de determinação r^2 é sempre positivo, e pode ser interpretado como a porcentagem (0 a 100%) r^2 do total da soma dos quadrados dos desvios das observações y com relação à média y que podem ser explicados (ou atribuídos) pelo uso de x para prever y na reta de regressão. Demonstra-se, também, que o coeficiente de determinação é igual ao quadrado do coeficiente de correlação; e vice-versa. O coeficiente de correlação é mais indicado para ser usado como medida da força da relação entre as variáveis e o coeficiente de determinação é mais apropriado para definir a reta de regressão e explicar o ajuste da reta.

Para utilizar-se a ferramenta regressão, primeiro deve-se abrir o menu de Ferramentas e, em seguida, selecionar a opção Análise de dados, selecionando, então, a opção Regressão, na qual se abrirá uma caixa de diálogo na qual se define o “Intervalo \underline{Y} de entrada” (correspondente ao nível de custos totais = C4:C39 - variável dependente), o “Intervalo \underline{X} de entrada” x (correspondente ao número de intervenções mensais realizadas = B4:B39 – variável independente) e o “Nível de confiança”, que para o campo das ciências sociais é mundialmente aceito como sendo de 95%.

6. APRESENTANDO OS RESULTADOS

Após preenchidos os dados, os seguintes resultados serão apresentados, conforme figura abaixo:

Figura 2 – Resumo dos Resultados

RESUMO DOS RESULTADOS

<i>Estatística de regressão</i>	
R múltiplo	0,876942603
R-Quadrado	0,769028329
R-quadrado ajustado	0,762235044
Erro padrão	1441,639098
Observações	36

ANOVA

	<i>gl</i>	<i>SQ</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<i>F de significação</i>
Regressão	1	235274924,2	235274924,2	113,2041995	2,32798E-12
Resíduo	34	70662991,82	2078323,289		
Total	35	305937916			

	<i>Coefficientes</i>	<i>Erro padrão</i>	<i>Stat t</i>	<i>valor-P</i>	<i>95% inferiores</i>	<i>95% superiores</i>
Interseção	3400,25919	675,6131668	5,032849206	1,55737E-05	2027,248944	4773,269437
Variável X 1	9,937655894	0,934012494	10,63974621	2,32798E-12	8,039515379	11,83579641

Fonte: Microsoft Excel

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

- A equação que expressa a relação matemática entre as variáveis é dada por:
 $y = 3.400,26 + 9,94 x$;

- A variável independente (nº de intervenções) explica cerca de 76,90% das variações ocorridas nos custos totais mensais, conforme evidencia o coeficiente de determinação, identificado no resultado da regressão como R-quadrado;
- O erro (desvio) padrão da estimativa é de aproximadamente 1.441,64. 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 de intervenções, o custo estará no intervalo:
 $Y = 3.400,26 + 9,94 x \pm 1.441,64$;
- O custo mensal (variável dependente) está fortemente correlacionado com o nº de intervenções mensais (variável independente) na ordem de 87,69%.

Com a aceitação da regressão foi solucionado o problema da empresa analisada e determinada a seguinte equação:

Custo Total = (Custo variável unitário x nº de diárias utilizadas no mês) + Custo Fixo Total

$$\Rightarrow \text{Custo total mensal} = (9,94 \times \text{n}^\circ \text{ de intervenções realizadas por mês}) + 3.400,26$$

Custo variável unitário

Custo Fixo Mensal

7. CONCLUSÃO

Após a realização deste estudo concluiu-se que existe a possibilidade da utilização de Métodos Quantitativos para a solução de problemas administrativos nas organizações, sendo esta ferramenta útil no auxílio aos processos de avaliação e previsão. O estudo realizado na empresa analisada demonstrou a possibilidade de utilização da análise de regressão na estimação do comportamento dos custos.

Ficou evidenciado que as entidades mais versáteis em satisfazer os seus clientes estarão com um diferencial competitivo em relação aos seus concorrentes e assim garantindo sua missão e continuidade no mercado. A utilização de técnicas estatísticas na estruturação do sistema de informações como tecnologia de informação pela empresa versátil, poderá constituir esse diferencial.

De acordo com os autores referenciados verificou-se que a utilização desses métodos não apresenta soluções ótimas para todos os problemas, mas serve como instrumento que poderá assistir, se bem estruturado, na solução de problemas dentro de uma visão sistêmica e, assim, contribuir com informações que alimentem o processo decisório.

Destacou-se a utilização do método de Regressão Linear Simples, instrumento importante utilizado na resolução de problemas gerenciais, e apresentou-se um exemplo prático, pelo qual foi demonstrada a importância de seu uso no sistema de informações como fonte de recurso que alimenta o processo de tomada de decisão. Enfocou-se, o uso do recurso computacional e a utilização do aplicativo “Regressão” do EXCEL 2000, como ferramenta auxiliar nesse processo de geração da informação.

8. REFERÊNCIAS

- CHIAVENATO, Idalberto. **Introdução à Teoria Geral da Administração**. São Paulo: McGraw do Brasil, 1983.
- DITTMAN, D. A., PRAKASH. **Cost Variance Investigation: markovian Control and markov process**. Journal of Accounting Research, 1978.
- HILLIER, Frederick S. **Introdução à Pesquisa Operacional**. Rio de Janeiro: Campus, 1988.
- HORNGREN, Charles T. **Contabilidade de Custos: Um Enfoque Administrativo**. São Paulo: Atlas, 1989.
- IUDÍCIBUS, Sérgio de. **Teoria da Contabilidade**. São Paulo: Atlas, 2000.
- _____. **Análise de Custos**. São Paulo: Atlas, 1993.
- _____. **Contabilidade Gerencial**. São Paulo: Atlas, 2000, 1995.
- KAPLAN, Robert S. et al. **Contabilidade Gerencial**. São Paulo: Atlas, 2000.
- KIM, S. K. **Control Policies for Reporting and Investigation Cost Variance**. PhD Dissertation. University of Texas. Texas, 1978.
- KOELHER, R. W. **The Relevance os Probability Statistics to Accounting Variance Model**. Management Accounting, 1968.
- LAPPONI, Juan Carlos. **Estatística usando EXCEL versões 4 e 5**. São Paulo: Lapponi Treinamento e Editora Ltda., 1995.
- LUH, F. **Controlled Cost. An Operational Concept and Statistical Approach to Standard Cost**. The Accounting Review, 1968.
- PENELOPE, Sue. **Cost Variance Analysis: A Reliability Theory Application**. PhD Dissertation. The Ohio State University. Ohio, 1982
- SANTOS, Josenildo dos. **Anotações de aula sobre Métodos Quantitativos Aplicados à Contabilidade**. Universidade Federal de Pernambuco. Recife, 2004.
- SILVA, José Dionísio Gomes da. **A Programação Não Linear Aplicada à Contabilidade: Um Estudo Exploratório**. Revista Brasileira de Contabilidade, 1998.
- _____. **Contribuição ao Estudo da Contabilometria: Uma Aplicação da Programação Não Linear a Problemas Gerenciais**. FEA/USP. São Paulo, 1996.