

Utilização da regressão linear como ferramenta de decisão na gestão de custos.

Isair Sell (Universidade Federal de Santa Catarina - Brasil) - isairsell@ibest.com.br

Resumo

A contabilidade é vista como um grande sistema de informação, e como tal o seu papel é oferecer a seus usuários um estoque de informações adequadas ao processo decisório estratégico das organizações. O uso da matemática e da estatística, através dos métodos quantitativos, tem possibilitado a resolução de vários problemas, tornando a contabilidade mais próxima do objetivo, eliminando ou diminuindo, possíveis variações na apresentação dos eventos econômicos/financeiros que necessitam de julgamentos subjetivos para serem resolvidos. Devido a acirrada concorrência, os gestores precisam conhecer os componentes do custo de seus produtos para que possam se manter no mercado. Para isso, os relatórios gerenciais devem dar condições de comparabilidade entre o custo ocorrido e o que deveria ocorrer e qual a relação entre as variáveis dos componentes do custos. A regressão linear, como uma das técnicas de métodos quantitativos, é usada para melhorar a capacidade de analisar o comportamento dos custos e o aumento da objetividade e confiabilidade das informações contábeis, através da análise individual das variáveis que possam estar relacionadas com a composição do custo.

Palavras chave: Métodos quantitativos, gestão, decisão.

Área Temática: Aplicação de Modelos Quantitativos na Gestão de Custos .

1. Introdução

A história nos conta que a contabilidade nasceu com o desenvolvimento da necessidade de controles gerenciais e de informações econômicas e financeiras. Desde as primeiras civilizações, nos tempos das dinastias e dos faraós, a milhares de anos, a contabilidade vem evoluindo. Na era grega e romana já surgiram conceitos sobre contabilidade, até que em Veneza na Itália, o Frei Luca Pacioli, codificou os sistemas de partidas dobradas mais antigos, que se encontram na Itália e remontam ao século XIV, escreveu o livro *Suma de arithmetica, geometrica, proportioni et proportionalità*, e publicou em 1494.

A contabilidade se desenvolveu em solo regado de aprendizagem e comércio com o oriente, invenções, novo sistema de números, descobrimento das américas e pela revolução industrial. No entanto, nestes 500 anos desde que Pacioli escreveu seu livro, a contabilidade permaneceu constante, enquanto isso, o mundo sofreu uma revolução informacional, onde podemos constatar que há uma certa defasagem, entre as descobertas e as aplicações destas descobertas.

Até anos atrás o objetivo dos relatórios contábeis era a apresentação dos resultados líquidos do confronto entre as receitas e as despesas de um determinado período. Atualmente podemos dizer que o grande trunfo de uma empresa é a informação. É na contabilidade

gerencial que o profissional contábil vai aplicar os seus conhecimentos, agindo como um “controller”, propondo o curso da ação que melhor consiga atingir os objetivos desejados.

Assim, o conhecimento e a utilização dos instrumentos estatísticos e matemáticos, baseados em métodos quantitativos, pelos contadores, não poderá deixar de ser um item importante no seu dia a dia na gestão empresarial. Fazendo uma rápida reflexão sobre a visão e o papel da contabilidade no momento atual, pode-se definir a contabilidade como um sistema de informação e mensuração de eventos que afetam a tomada de decisão. É uma série de atividades ligadas através de um conjunto ordenado de passos, que começa pela observação, classificação, registro, organização, análise e finalmente a informação prática, útil e adequada ao usuário, para suporte nas decisões estratégicas gerenciais.

Nesta matéria, sem esgotar o assunto, será analisado a Regressão Linear e com o auxílio da planilha eletrônica Excel, utilizaremos como exemplo, um problema na área de custos para evidenciar que é mais uma ferramenta a disposição do contador no auxílio gerencial à tomada de decisão.

2. Problema

Os concorrentes estão vendendo seus produtos, similares aos produzidos pela empresa, próximo a seu preço de custo. Então, para revisar a pauta de preços, precisa conhecer os custos, especificamente os custos indiretos de fabricação, pois acredita que eles influenciam em grande parte na composição do preço final.

Os relatórios gerenciais são importantes, mas de nada adianta relatar custos incorridos, é necessários que tais relatórios dêem condições de comparar o custo ocorrido e o que deveria ocorrer e qual a relação entre os componentes do custos.

Segundo Martins (2000) “Pode-se dizer que a empresa tem controle dos seus Custos e Despesas quando conhece os que estão sendo incorridos, verifica se estão dentro do que era esperado, analisa as divergências e toma medidas para correção de tais desvios.”

3. Objetivo

Um dos objetivos é estabelecer uma função matemática que relacione os custos indiretos de produção com horas-máquina e com lotes de produção, e qual o relacionamento entre estas variáveis.

Outro objetivo é mostrar como estes modelos matemáticos podem ser utilizados como instrumentos de controle, auxiliando o administrador no processo de gestão empresarial.

A utilização de técnicas estatísticas para a construção de modelos que proporcionarão a projeção de custos, tem como vantagens uma melhor capacidade de analisar o comportamento dos custos e o aumento da objetividade e confiabilidade na geração das informações contábeis. Segundo Iudícibus (1993) “Há uma tendência crescente para o emprego de técnicas quantitativas que facilitem a explicação e o tratamento de problemas empresariais”

Para tanto, utilizamos os benefícios que o computador oferece, através da planilha eletrônica Excel, para elaborar a análise de regressão.

4. Competição de mercado

A competição no mercado pelas empresas é uma realidade e provoca o aumento da concorrência entre elas. Como há necessidade de atingir os objetivos é inevitável que as empresas acompanhem o desenvolvimento tecnológico. Portanto, é de fundamental importância investir em informações que possibilitem suporte para encarar essa competição.

Diante dessas realidades, a necessidade de sobreviver ou permanecer no mercado fazem com que os executivos passem a valorizar o planejamento estratégico das informações como importante instrumento de descoberta e oportunidades. Assim, as empresas procuram maximizar seus resultados em contrapartida de diminuição das despesas e dos custos. Frente à essa realidade é imprescindível a utilização de um sistema de informações, que como ferramenta, seja um recurso de suporte à gerência da empresa reduzindo o grau de incerteza na tomada de decisões.

Portanto, a utilização de métodos quantitativos como tecnologia de informação na estruturação do sistema de informações contábeis, bem como evidenciar a importância desses métodos na solução de problemas, mostra que a contabilidade, mesmo com suas limitações, têm no seu arcabouço teórico e metodológico, um grande potencial a ser considerado, a fim de ser utilizada como possível recurso preditivo de informações, de grande valia nos processos de gestão estratégica e tática operacional das empresas nas tomadas de decisões.

5. Sistemas de informações

Hoje em dia a informação se apresenta como um grande diferencial competitivo. Em um mercado altamente competitivo, aqueles que detêm a informação conseguem vencer as barreiras com menos dificuldades e com maior grau de certeza nas ações.

A informação, no contexto atual, constitui uma mercadoria importante na economia. Conforme Bio (1996), "O Sistema de Informação é um conjunto de partes interdependentes no seu todo que faz parte de um todo maior". Dai a noção de subsistema, ou seja, um sistema que é parte de outro. Dessa forma, pode-se pensar em subsistema de orçamento, de custos, de contabilidade, etc. Como componente do sistema de informação total da empresa, cujo propósito básico é habilitar a organização à alcançar seus objetivos.

A Contabilidade como definido, faz parte do subsistema de informação do Sistema Empresa. Ela detém os dados necessários às análises para as tomadas de decisões, portanto, o objetivo principal da Contabilidade conforme Iudícibus (1986), "é fornecer informação econômica relevante para que cada usuário possa tomar suas decisões e realizar seus julgamentos com segurança." Portanto, um sistema de informações, deve apresentar os fluxos de informações e estabelecer vinculações com o processo decisório da organização.

No processo de gestão, um sistema de informação gerencial, é um conjunto de pessoas, equipamentos, documentos, procedimentos que coleta, que valida, transforma, executa, recupera e apresenta dados para uso no planejamento, orçamento, contabilidade, tomada de decisão e outros processos gerenciais.

6. Processo de tomada de decisão

No processo de gestão empresarial, o objetivo principal das empresas é atingir a eficácia, assim, o êxito está em atingir as metas definidas no planejamento.

No processo de gestão, onde o gestor tem a função de tomar decisão, considerando que uma empresa é um investimento e que todo investimento tem por objetivo adicionar valor aos recursos consumidos inicialmente, conclui-se que um processo gerencial é excelente na medida em que as decisões tomadas conduzem a minimização do custo e a maximização dos resultados. Portanto, a necessidade de bases objetivas que apoiem estes processos, é de vital importância, embora isto não signifique afirmar que a utilização de medidas quantitativas elimine a necessidade da interferência subjetiva do tomador de decisão, sendo portanto, apenas ferramentas para guiá-lo nesta espinhoso caminho.

Uma decisão gerencial pode ser tomada tanto sob condições objetivas como sob condições subjetiva. É tomada sob condições objetiva quanto se tem certeza de que existe apenas um

curso de ação para determinado evento, existindo um caminho a ser tomado e sem nenhuma escolha a ser feita. Uma decisão é tomada sob condição subjetiva ou de incerteza, quando não são conhecidos antecipadamente, os resultados que serão obtidos com o curso da ação escolhida.

No entanto, verificamos que a decisão tomada sob condições de incerteza, é muito mais comum nos processos gerenciais, pois envolve diversos cursos de ação para cada evento apresentado, assim como diversas ocorrências de probabilidades de determinados eventos para cada curso de ação escolhida. Portanto, é necessário que o gestor opte por aquele que ofereça maior fluxo futuro de benefícios econômicos para a empresa.

A decisão pela melhor alternativa, vai determinar a ação para atingir os objetivos estabelecidos. Para que o gestor seja objetivo na seleção da melhor alternativa entre as disponíveis e considerando que seus resultados só serão conhecidos no futuro, é necessário que seja oferecido o suporte necessário de informações e dados que proporcionem a previsão dos resultados alcançados decorrentes da escolha das diversas alternativas. Para tanto, verificamos aí, a utilidade dos modelos quantitativos para minimização do risco da decisão.

7. Conceitos básicos

Segundo Stevenson (1986), “A *correlação* mede a força, ou grau, de relacionamento entre duas variáveis; a *regressão* dá uma equação que descreve o relacionamento em termos matemáticos.” Continuando cita que a regressão compreende a análise de dados amostrais para saber se e como duas ou mais variáveis estão relacionadas uma com a outra numa população e, tem como resultado uma equação matemática que descreve o relacionamento. A equação pode ser usada para estimar, ou prever, valores futuros de uma variável quando se conhecem ou se supõem conhecidos valores da outra variável.

A regressão linear simples estabelece uma equação matemática linear que descreve o relacionamento entre duas variáveis, uma dependente e outra independente, com a finalidade de estimar valores para uma variável, com base em valores conhecidos da outra.

A regressão linear múltipla envolve três ou mais variáveis, com uma variável dependente e duas ou mais variáveis independentes, com a finalidade de melhorar a capacidade de predição em confronto com a regressão linear simples.

Portanto, de acordo com o que foi citado acima, pode-se observar que diferença entre a regressão simples e a múltipla é a quantidade de variáveis analisadas.

A regressão linear simples resulta na equação de uma reta, enquanto a regressão linear múltipla, se tiver três variáveis, resultará num plano, mas se tiver “n” variáveis, resultará num hiperplano. O exemplo prático levará em consideração apenas três variáveis.

Pode-se afirmar que a regressão é utilizada para:

- a) Estimar os valores de uma variável, com base nos valores de outra variável conhecida;
- b) Explicar os valores de uma variável com base nos valores da outra;
- c) Prever futuros valores de uma variável.

Para exemplificar situações em que é conveniente utilizar a regressão múltipla, abaixo relacionamos algumas variáveis dependentes e possíveis variáveis independentes:

Variável dependente	Possíveis variáveis independentes
Safra	quantidade de fertilizante, chuva, tipo de solo
Salário anual	anos de serviço, escolaridade
Dureza do aço	tempo de endurecimento, conteúdo de carbono, taxa de resfriamento
Distância de frenagem de um carro em velocidade	coeficiente de atrito da estrada e dos pneus, tempo de reação
Volume de vendas	gasto com propaganda, preço

Fonte: Stevenson (1986, p. 367)

Tabela nº 1 – variáveis dependentes e independentes

A correlação que, literalmente significa co-relacionamento, evidencia até que ponto os valores de uma variável estão relacionados com os de outra.

A regressão, através de estimativas dos parâmetros, mostra o efeito da variável explicada X sobre a dependente Y, enquanto a correlação mede o grau de associação entre Y e a variável independente X.

Segundo Matos (2000), “Multicolinearidade refere-se à correlação entre duas variáveis explicativas ou entre uma delas e as demais, incluídas na equação de um modelo. Isso implica que a multicolinearidade ocorre quando, por exemplo, duas variáveis X1 e X2 medem aproximadamente a mesma coisa, ou seja, a correlação entre elas é quase perfeita”.

R² ajustado exibe o coeficiente de determinação múltipla, que é uma medida do grau de ajustamento da equação de regressão múltipla aos dados amostrais. Um ajuste perfeito resulta em R² = 1, um ajuste muito bom acarreta um valor próximo de 1 e um ajuste fraco ocasiona um valor de R² próximo de zero. O coeficiente múltiplo de determinação de R² é uma medida de aderência da equação de regressão aos dados amostrais. O coeficiente de determinação ajustado é o coeficiente múltiplo de determinação R² modificado de modo a levar em conta o número de variáveis e o tamanho da amostra. O coeficiente de determinação ou de explicação R², mede a parcela da variação de Y explicada pela variação dos X.

A variância residual, S², mede o grau de dispersão entre os valores observados e os estimados de Y, sendo que a raiz quadrada de S² é denominada erro-padrão da estimativa.

Erro padrão, mede a dispersão da estimativa do parâmetro, indicada pelos dados amostrais, podendo ser obtido pela raiz quadrada da variância residual. É uma espécie de desvio padrão que mede a dispersão em torno da reta de regressão.

Estatística F, utilizada para testar o efeito conjunto das variáveis independentes sobre a dependente, ou seja, serve para verificar se, pelo menos, um dos X explica a variação do Y. Desse modo, a hipótese nula (H₀) indicará que nenhum dos X afeta Y, enquanto a hipótese alternativa (H₁) assegura que, pelo menos uma das variáveis independentes influenciará a variável dependente Y, dentro dos graus de liberdade exigidos e dado um grau de significância.

Considerando um nível de significância igual a 0,05, se F de significação for < 0,05, a regressão é significativa, mas se for ≥ 0,05, a regressão não é significativa.

Estatística T para os coeficientes das variáveis independentes, ou valor da prova, tem a finalidade de testar se o efeito de cada uma das variáveis independentes sobre a dependente é ou não estatisticamente significativo.

Intervalos de confiança, é o intervalo dentro dos quais o valor verdadeiro do parâmetro populacional cairá, respeitando um determinado nível de confiança. Se a hipótese nula for rejeitada e o valor estimado de “b” for positivo, zero não pertencerá ao intervalo.

O Valor P, segundo Lapponi, (2000), é o maior valor de nível de significância para o qual o teste é significativo. Ou é o maior valor de nível de significância que rejeita a hipótese nula, H_0 . Valor P é o nível de significância observado. Para julgamento compara-se Valor P com o nível de significância ou erro tolerado que julgar mais adequado. O critério de decisão para o Valor P será: escolher o nível de significância α ; Se Valor P < α , então, rejeitar a H_0 . É uma medida de significância global da equação de regressão múltipla e uma boa medida de aderência da equação aos dados amostrais.

Cabe aqui lembrar que a equação da reta, na regressão linear, é representada por: “ $y=a+b.x$ ”, onde “y”, representa a variável dependente, “a” o intercepto ou a interseção, “b” o coeficiente angular e o “x”, representa a variável independente.

Teste de hipótese é um processo capaz de afirmar, com base em dados amostrais, se uma hipótese sob prova é correta ou não. É uma afirmação que admite se certo efeito esta presente ou não. Por hipótese, entende-se certa afirmação condicionada acerca de uma população, e classificam-se em dois tipos: a) hipótese nula ($H=0$), quando se admite não haver diferença entre a informação fornecida pela realidade e a afirmação da hipótese; b) hipótese alternativa ($H\neq 0$), quando se admite haver diferença entre a informação fornecida pela realidade e a afirmação da hipótese. Portanto, o processo de teste consiste em aceitar ou rejeitar a hipótese nula ($H=0$), com base na diferença entre o valor hipotético e seu estimado.

8. Exemplo prático

Para melhor fixação dos conceitos que até então foram analisados, foi elaborado um exemplo prático, que serve de base para exploração em demais casos, onde será utilizado a ferramenta regressão linear.

9. Enunciado do problema

O administrador de uma empresa industrial, em conversa com o contador, lhe informa que deseja conhecer os Custos Indiretos de Fabricação(CIF), para que pudesse estabelecer nova pauta de preços, e fazer frente a concorrentes de produtos similares ao seu. O contador supõe que duas são as variáveis que podem influenciar os CIF, então decidiu analisar através da regressão linear, qual o comportamento dos CIF e determinar a relação entre o número de Horas-Máquina (HM) e o CIF, e qual a relação entre o número de Lotes de Produção (LP) e o CIF, individualmente, e em conjunto, através da regressão linear múltipla, tomando as duas variáveis (HM e LP). Solicitou ainda, que dos cinco anos de atividade da empresa, fosse considerado os últimos quinze meses. Considerando uma probabilidade de erro de 5% (nível de significância), e um nível de confiança de 95%, desenvolver um modelo matemático para prever o valor dos CIF a partir dos valores das variáveis HM e LP.

Dados informados pela contabilidade de custos:

MÊS	CIF	HM	LP
1	150.345	3.592	61
2	142.126	2.640	89
3	160.360	3.340	90
4	149.084	3.025	80
5	119.474	2.664	50
6	139.548	2.702	79
7	137.612	2.608	91
8	143.747	2.825	61
9	142.315	3.303	49
10	113.593	2.304	41
11	161.593	3.679	55

12	124.181	2.272	56
13	130.116	2.688	54
14	156.934	3.056	95
15	139.812	3.024	66

Quadro nº 1 – Dados informados pela contabilidade

É necessário definir as hipóteses para o problema apresentado, então se:

- H_0 : $B = 0$: Não há influência de HM e/ou LP sobre CIF;
- H_1 : $B \neq 0$: Há influência de HM e/ou LP sobre CIF.

10. Solução do problema através da planilha eletrônica EXCEL

A resolução do problema apresentado através da regressão, na planilha eletrônica Microsoft Excel, pode ser dividido nas seguintes etapas:

1ª Etapa:

Consiste em informar a variável dependente e a(s) variável(is) independente(s), quantificadas. Através da opção Ferramentas/Análise de dados/Regressão, disponível na planilha.

2ª Etapa:

Nesta etapa, já selecionada a ferramenta Regressão, identifica-se nos dados de entrada, a variável dependente, no intervalo Y de entrada, e a(s) variável(is) independente(s) no intervalo X de entrada. Sendo que, para análise através da regressão múltipla, deve-se considerar duas ou mais variáveis no intervalo X de entrada, no caso HM e LP, pois no caso de regressão simples considera-se uma de cada vez. Define-se a opção dos rótulos, o percentual do Nível de confiança e através do ícone OK, confirma-se as opções selecionadas e o Excel realizará os cálculos, apresentando-os em nova planilha, conforme selecionado na Opção de saída.

3ª Etapa:

Após o Excel criar as planilhas com os dados resultantes da regressão, que, de acordo com o exemplo prático, serão três, ou seja:

- a - uma através da regressão linear simples considerando a variável independente Horas-máquina (HM);
- b - uma através da regressão linear simples considerando a variável independente Lotes de produção (LP);
- c - outra através da regressão linear múltipla, considerando as variáveis independentes Horas-máquina (HM) e Lotes de produção (LP).

Então, efetua-se a análise, para verificar se atende uma das hipóteses e se há relacionamento entre a variável CIF, e as variáveis HM e LP, individualmente e no conjunto.

Análise da relação da variável HM sobre CIF:

RESUMO DOS RESULTADOS						
CIF = f (HM)						
<i>Estatística de regressão</i>						
R múltiplo		0,8234				
R-Quadrado		0,6780				
R-quadrado ajustado		0,6533				
Erro padrão		8395,0497				
Observações		15				
ANOVA						
	<i>gl</i>	<i>SQ</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<i>F de significação</i>	
Regressão	1	1929494655	1929494655	27,3777	0,00016	
Resíduo	13	916199168,6	70476859,12			
Total	14	2845693823				
	<i>Coefficientes</i>	<i>Erro padrão</i>	<i>Stat t</i>	<i>valor-P</i>	<i>95% inferiores</i>	<i>95% superiores</i>
Interseção	60412,8669	15500,9465	3,8974	0,00184	26925,1145	93900,6194
HM	27,5524	5,2658	5,2324	0,00016	16,1764	38,9284

Quadro nº 2 – Análise da relação da variável HM sobre CIF

Dá análise dos resultados apresentados, concluímos que:

- 1) a variável dependente é CIF e a independente é HM;
- 2) a interseção que representa o custo fixo é 60412,8669;
- 3) o coeficiente angular (b), que representa o custo variável é de 27,5524;
- 4) o custo indireto de fabricação-CIF, aumenta 27,5524 para cada HM;
- 5) que o modelo matemático é: $CIF = 60412,8669 + 27,5524.HM$;
- 6) que, através do R múltiplo, o grau de correlação entre CIF e HM é de 82,34%;
- 7) que, através do coeficiente de determinação R-Quadrado, 67,80% das variações no CIF são explicadas pelas variações em HM;
- 8) os desvios padrão estão 8395,0497 dispersos em torno da reta de regressão;
- 9) para responder as hipóteses levantadas no enunciado do problema, é necessário testar o modelo:

1º Teste: Intervalo de confiança:

O intervalo com 95% de confiança, está entre 16,1764 e 38,9284, sendo que o coeficiente angular 27,5524 esta neste intervalo. Então, com base nestes valores verifico que o zero não esta contido neste intervalo e concluo que rejeito a hipótese nula de que o coeficiente angular é = 0, aceito a hipótese alternativa de que $b \neq 0$, significando que HM tem influência significativa sobre CIF, ou, em outras palavras pode-se dizer que, com base no coeficiente angular da amostra de 27,5524, estima-se que o coeficiente da população pode variar de 16,1764 a 38,9284 com 95% de confiança.

2º Teste: Stat t:

Significa que o coeficiente angular da amostra esta 5,2324 desvios padrões distantes em relação ao coeficiente da população. A região de aceitação apresenta um “t” crítico entre –

2,16 e +2,16 (27,5524-16,1764/5,2658), então, rejeito a hipótese $H=0$, com um nível de confiança de 95%, tendo em vista que é 5,2324. Portanto, a variável HM tem influência significativa sobre CIF.

3° Teste: Valor-P:

O Valor-P dá como resposta que o coeficiente angular é igual a zero, mas comparando com o $\alpha=0,05$, que é o nível de significância definido no problema, concluímos que o Valor-P=0,00016 é menor que o $\alpha=0,05$, então rejeita-se a hipótese $H=0$, e aceita-se a hipótese $H\neq 0$, portanto, a variável HM tem influência significativa sobre CIF.

O três testes anteriores já dão suporte suficiente para provar a influência significativa da variável HM sobre os CIF, no entanto, a regra diz que se o F de significação=0,00016, for menor que o $\alpha=0,05$, a regressão é boa, é significativa.

Portanto, conclui-se que este é um bom modelo, porque passou nos testes que comprovam que a variável HM tem influência significativa sobre CIF de 67,80% medidos pelo R-Quadrado.

Análise da relação da variável LP sobre CIF:

RESUMO DOS RESULTADOS CIF = f(LP)						
<i>Estatística de regressão</i>						
R múltiplo						0,5575
R-Quadrado						0,3108
R-quadrado ajustado						0,2578
Erro padrão						12283,0129
Observações						15
ANOVA						
	<i>gl</i>	<i>SQ</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<i>F de significação</i>	
Regressão	1	884352533	884352533	5,86159	0,0308431	
Resíduo	13	1961341290	150872407			
Total	14	2845693823				
	<i>Coefficientes</i>	<i>Erro padrão</i>	<i>Stat t</i>	<i>valor-P</i>	<i>95% inferiores</i>	<i>95% superiores</i>
Interseção	110573,7240	12850,2311	8,6048	0,0000010	82812,4928	138334,9551
LP	444,6747	183,6685	2,4211	0,0308431	47,8832	841,4662

Quadro nº 3 – Análise da relação da variável LP sobre CIF

Dá análise dos resultados apresentados, concluímos que:

- 1) a variável dependente é CIF e a independente é LP;
- 2) a interseção que representa o custo fixo é 110573,7240;
- 3) coeficiente angular (b), que representa o custo variável é de 444,6747;
- 4) custo indireto de fabricação-CIF, aumenta 444,6747 para cada LP;
- 5) que o modelo matemático é: $CIF = 110573,7240 + 444,6747.LP$;
- 6) que, através do R múltiplo, o grau de correlação entre CIF e LP é de 55,75%;
- 7) que, através do coeficiente de determinação R-Quadrado, 31,08% das variações no CIF são explicadas pelas variações em LP;
- 8) que os desvios padrão estão 12283,0129, dispersos em torno da reta de regressão;

9) para responder as hipóteses levantadas no enunciado do problema, é necessário testar o modelo:

1° Teste: Intervalo de confiança:

O intervalo com 95% de confiança, está entre 47,8832 e 841,4662, sendo que o coeficiente angular 444,6747 está neste intervalo. Então, com base nestes valores verifico que o zero não está contido neste intervalo, assim rejeito a hipótese nula de que o coeficiente angular é $= 0$, aceito a hipótese alternativa de que $b \neq 0$, significando que HM tem influência sobre CIF, ou, em outras palavras pode-se dizer que, com base no coeficiente angular da amostra de 444,6747, estima-se que o coeficiente da população pode variar de 47,8832 a 841,4662 com 95% de confiança.

2° Teste: Stat t:

Significa que o coeficiente angular da amostra está 2,4211 desvios padrões distantes em relação ao coeficiente da população. A região de aceitação apresenta um “t” crítico entre $- 2,16$ e $+2,16$ ($444,6747 - 47,8832 / 183,6685$), então, rejeito a hipótese $H=0$, com um nível de confiança de 95%, tendo em vista que é 2,4211. Portanto, a variável HM tem influência sobre CIF.

3° Teste: Valor-P:

O Valor-P dá como resposta que o coeficiente angular é igual a zero, mas comparando com o $\alpha=0,05$, que é o nível de significância definido no problema, concluímos que o Valor-P= $0,0308431$ é menor que o $\alpha=0,05$, então rejeita-se a hipótese $H=0$, e aceita-se a hipótese $H \neq 0$, portanto, a variável HM tem influência sobre CIF.

O três testes anteriores já dão suporte suficiente para provar a influência da variável HM sobre os CIF, no entanto, a regra diz que se o F de significação= $0,0308431$, for menor que o $\alpha=0,05$, a regressão é boa.

Portanto, conclui-se que este é um bom modelo, porque passou nos testes que comprovam que a variável HM tem influência sobre CIF de 31,08% medidos pelo R-Quadrado. No entanto, nota-se neste modelo, que a influência não é tão significativa se compararmos com o modelo anterior, onde o R-Quadrado foi de 67,80%. Neste modelo o erro padrão foi maior, e também o Valor-P e o F de significação. Então, para melhorar o modelo, deve-se analisar a influência das duas variáveis sobre CIF, através da regressão linear múltipla, e verificar se melhora o modelo matemático.

Análise da relação da variável HM e LP sobre CIF:

RESUMO DOS RESULTADOS CIF = f (HM,LP)	
<i>Estatística de regressão</i>	
R múltiplo	0,9558
R-Quadrado	0,9137
R-quadrado ajustado	0,8993
Erro padrão	4523,1530
Observações	15

ANOVA

	<i>gl</i>	<i>SQ</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<i>F de significação</i>
Regressão	2	2600186858	1300093429	63,54655	0,0000004
Resíduo	12	245506964,8	20458913,74		
Total	14	2845693823			

	<i>Coefficientes</i>	<i>Erro padrão</i>	<i>Stat t</i>	<i>valor-P</i>	<i>95% inferiores</i>	<i>95% superiores</i>
Interseção	38.320,4356	9.199,9819	4,1653	0,0013104	18275,3973	58365,4739
HM	26,0876	2,8486	9,1579	0,0000009	19,8809	32,2943
LP	388,8212	67,9093	5,7256	0,0000952	240,8594	536,7829

Quadro nº 4 – Análise da relação da variável HM e LP sobre CIF

Dá análise dos resultados apresentados, concluímos que:

- 1) a variável dependente é CIF e as independentes são HM e LP;
- 2) a interseção que representa o custo fixo é 38.320,4356;
- 3) coeficiente angular (b), que representa o custo variável de HM é 26,0876 e LP é 388,8212;
- 4) custo indireto de fabricação-CIF, aumenta 26,0876 para cada HM e 388,8212 para cada LP;
- 5) que o modelo matemático é: $CIF = 38.320,4356 + 26.0876.HM + 388,8212.LP$;
- 6) que, através do R múltiplo, o grau de correlação entre CIF e HM e LP é de 95,58%;
- 7) que, através do coeficiente de determinação R-Quadrado ajustado, 89,93% das variações no CIF são explicadas pelas duas variáveis, HM e LP, ao mesmo tempo;
- 8) os desvios padrão = 4523,1530, dispersos em torno da reta de regressão, são menores do que nos modelos anteriores;
- 9) para responder as hipóteses levantadas no enunciado no problema, também é necessário testar o modelo:

1° Teste: Intervalo de confiança:

O intervalo com 95% de confiança, está para HM, entre 19,8809 e 32,2943, sendo que o coeficiente angular 26,0876 está neste intervalo e para LP, entre 240,8594 e 536,7829, sendo que o coeficiente angular 388,8212 está neste intervalo. Então, com base nestes valores verifico que o zero não está contido nestes intervalos e concluo que rejeito a hipótese nula de que o coeficiente angular é = 0, aceito a hipótese alternativa de que $b \neq 0$, significando que HM e LP, tem influência significativa sobre CIF.

2° Teste: Stat t:

Significa que o coeficiente angular da amostra para a variável HM está 9,1579 e para a variável LP está 5,7256 desvios padrões distantes em relação ao coeficiente da população. A região de aceitação apresenta um “t” crítico entre -2,18 e +2,18 (HM: 26,0876-19,8809/2,8486 e LP: 388,8212-240,8594/67,9093), tanto para HM quanto para LP, então, rejeito a hipótese $H=0$, com um nível de confiança de 95%, tendo em vista que o coeficiente é 9,1579 para HM e 5,7256 para LP, fora da região de aceitação. Portanto, as variáveis HM e LP tem influência significativa sobre CIF.

3° Teste: Valor-P:

O Valor-P dá como resposta que o coeficiente angular é igual a zero, mas comparando com o $\alpha=0,05$, que é o nível de significância definido no problema, concluímos que o Valor-P das variáveis $HM=0,0000009$ e $LP=0000952$ são menores que o $\alpha=0,05$, então rejeita-se a hipótese $H=0$, e aceita-se a hipótese $H \neq 0$, portanto, a variável HM e LP tem influência significativa sobre CIF.

O três testes anteriores já dão suporte suficiente para provar a influência significativa das variáveis HM e LP sobre os CIF, no entanto, a regra diz que se o F de significação, for menor que o $\alpha=0,05$, a regressão é boa, é significativa.

Portanto, conclui-se que este é um modelo melhor do que os modelos anteriores, porque passou nos testes que comprovam que as variáveis HM e LP juntas, tem mais influência significativa sobre CIF, do que os outros modelos, medidos pelo R-Quadrado ajustado que apresentou o melhor resultado, igual a 89,93%, além de resultar num menor custo fixo.

Ainda, se analisarmos o grau de correlação entre as variáveis através do Excel, na opção Ferramentas, Análise de dados, Correlação, observaremos que o grau de correlação é muito baixo, apenas 8,98%, não tendo problema de multicolinearidade, isto é, as variáveis independentes não dependem uma da outra, conforme pode-se observar abaixo:

	CIF	HM	LP
CIF	1		
HM	0,8234	1	
LP	0,5574	0,0898	1

Tabela nº 2 – Correlação

Estão, aceito este modelo, e abandono os modelos anteriores por ser este o que melhor resultado apresentou.

Diante dos resultados apresentados, o gestor, que pode ser o contador, o administrador, o diretor ou o sócio gerente, poderá tomar uma decisão mais racional, cuja situação dificilmente teria conseguido se tivesse guiando-se pelo achismo, pela intuição ou pela experiência como costuma-se afirmar. Torna-se importante analisar os relatórios individualmente e conjuntamente, a fim de extrair o máximo de informações e dados suficientes para alimentar o sistema de informações, e que então possam tomar decisões com certa garantia e melhorar a performance do processo decisório da entidade.

11. Conclusão

Deste estudo chega-se a conclusão de que o uso de métodos quantitativos sempre foi levado em consideração na resolução de problemas administrativos na organizações, porém de maneira limitada, devido a diversos fatores, dos quais destacamos a grande dificuldade de operacionalização de modelos matemáticos, embora se tenta superar essa falha com o advento do enfoque da utilização da tecnologia, através, principalmente de software e uso de recursos computacionais e meios eletrônicos.

Com a globalização fica evidente 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 métodos quantitativos na estruturação do sistema de informações como tecnologia de informação pela empresa versátil, poderá constituir esse diferencial .

Observamos que a utilização desse método, não apresenta soluções ótimas para todos o problemas, mas deve ser encarado como um instrumento que poderá assistir, os problemas numa visão sistêmica, e assim contribuir com informações que alimenta o processo decisório.

Grande parte dos problemas enfrentados pelos contadores, é que freqüentemente apontam informações matematicamente corretas e não sabem generalizar o uso de tais exemplos numéricos. Falta a aplicação adequada da simbologia matemática. Para isso, o entendimento é o de que a contabilidade deve-se preocupar em desenvolver estudos no processo decisório,

como um campo de sua atuação, criando assim, condições para os seus profissionais atuarem no seu dia a dia com esse instrumental de forma natural.

Neste trabalho evidenciou-se a utilização do método de Regressão Linear, como um instrumento importante a ser utilizado na resolução de diferentes problemas. Além de vários conceitos, apresentamos um exemplo prático, que evidenciou a importância do sistema de informação como fonte de recurso que alimenta o sistema de decisão. O uso do recurso computacional e a utilização da ferramenta “regressão” do aplicativo EXCEL são instrumentos auxiliares nos processos de geração da informação e de tomada de decisão.

12. Referências

- BIO, S. R. (1996). Sistemas de informação: um enfoque gerencial. São Paulo: Atlas, p. 25.
- IUDÍCIBUS, S. (1986). Contabilidade Gerencial. São Paulo: Atlas, p. 284.
- IUDÍCIBUS, S. (1993). Teoria da Contabilidade. 3ª Ed. São Paulo: Atlas, p. 21.
- LAPPONI, J. C. (2000). Estatística Usando Excel 5 e 7. São Paulo: Lapponi, Treinamento e Editora, p. 294.
- MARTINS, E. (2000). Contabilidade de Custos. 7ª Ed. São Paulo: Atlas, p. 323.
- MATOS, O. C. (2000). Econometria Básica. São Paulo: Atlas, p. 124.
- STEVENSON, W. J. (1986). Estatística aplicada à administração. São Paulo: Harbra, p. 341.