

Uma Aplicação de Análise de Regressão Simples para Estimação do Comportamento dos Custos Totais: O Caso do Hotel Alfa

Alexandro Barbosa
José Vicente de Assis

Resumo:

A presente contribuição trata da importância da utilização de Métodos Quantitativos no Sistema de Informação empresarial para a solução de problemas gerenciais. De forma sucinta enfocamos a Regressão Linear Simples para resolução de questões gerenciais/administrativas. Como ilustração, apresenta-se um exemplo prático de utilização desse instrumento (UMA APLICAÇÃO DE ANÁLISE DE REGRESSÃO SIMPLER PARA ESTIMAÇÃO DO COMPORTAMENTO DOS CUSTOS TOTAIS: O caso do Hotel Alfa) valendo-se de recurso computacional (ferramenta de análise de dados do EXCEL 7.0). Por fim, são apresentadas as considerações finais, nas quais se destaca a utilidade e a sua importância no Sistema de Informações como tecnologia de ponta para auxílio ao executivo no fluxo do processo decisório empresarial.

Palavras-chave:

Área temática: *MENSURAÇÃO E GESTÃO DE CUSTOS NO COMÉRCIO, NA CONSTRUÇÃO CIVIL E NO SETOR DE SERVIÇOS*

**UMA APLICAÇÃO DE ANÁLISE DE REGRESSÃO SIMPLES PARA
ESTIMAÇÃO DO COMPORTAMENTO DOS CUSTOS TOTAIS:
O CASO DO HOTEL ALFA**

Alexandro Barbosa
Mestrando em Ciências Contábeis
José Vicente de Assis
Mestrando em Ciências Contábeis

Universidade Potiguar – Unp
Rua Alberto Silva, 1366 – Bairro: Tirol – Natal/RN – CEP: 59022-300
alex@ufrnet.br

Área Temática (9): MENSURAÇÃO E GESTÃO DE CUSTOS NO COMÉRCIO, NA
CONSTRUÇÃO CIVIL E NO SETOR DE SERVIÇOS

UMA APLICAÇÃO DE ANÁLISE DE REGRESSÃO SIMPLES PARA ESTIMAÇÃO DO COMPORTAMENTO DOS CUSTOS TOTAIS: O CASO DO HOTEL ALFA

Área Temática (9): MENSURAÇÃO E GESTÃO DE CUSTOS NO COMÉRCIO, NA CONSTRUÇÃO CIVIL E NO SETOR DE SERVIÇOS

RESUMO:

A presente contribuição trata da importância da utilização de Métodos Quantitativos no Sistema de Informação empresarial para a solução de problemas gerenciais. De forma sucinta enfocamos a Regressão Linear Simples para resolução de questões gerenciais/administrativas. Como ilustração, apresenta-se um exemplo prático de utilização desse instrumento (UMA APLICAÇÃO DE ANÁLISE DE REGRESSÃO SIMPLES PARA ESTIMAÇÃO DO COMPORTAMENTO DOS CUSTOS TOTAIS: O caso do Hotel Alfa) valendo-se de recurso computacional (ferramenta de análise de dados do EXCEL 7.0). Por fim, são apresentadas as considerações finais, nas quais se destaca a utilidade e a sua importância no Sistema de Informações como tecnologia de ponta para auxílio ao executivo no fluxo do processo decisório empresarial.

INTRODUÇÃO

A competição no mercado pelas empresas diante da globalização é uma realidade e faz com que aumentem a concorrência entre elas. Como há necessidade de atingir suas políticas de negócios, aumentam os riscos, e como consequência é inevitável às empresas acompanharem o desenvolvimento tecnológico. Portanto, é de fundamental importância investir em informações que possibilitem encarar essa competição, cujo valor é de vida ou morte.

Diante dessas realidades, intensas e repentinas, o futuro empresarial é incerto e a necessidade de sobreviver ou permanecer no mercado fazem com que os executivos passem a valorar mais o planejamento estratégico das informações como vital instrumento de descoberta de oportunidades, ameaças, pontos fortes e fracos, quer seja considerando o ambiente interno e/ou externo, ou ambos.

As organizações procuram maximizar os seus resultados com uma concomitante diminuição das despesas e dos custos, sendo assim uma necessidade imperativa de se fazer um esforço maior para obter lucros. Frente à essa realidade 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.

Portanto, o objetivo central deste estudo é de chamar a atenção para uma reflexão a despeito da utilização de métodos quantitativos (regressão linear) como tecnologia de informação na estruturação do sistema de informações contábeis, bem como evidenciar a importância desses métodos na solução de problemas gerenciais, mostrando que a contabilidade, mesmo com suas limitações, tem no seu arcabouço teórico e metodológico, um grande potencial a ser considerado, a fim de ser utilizada como possível recurso preditivo de informações racionais, de grande valia nos processos de gestão estratégica, tática e operacional das empresas nas tomadas de

decisões, mesmo quando recebe o apoio de instrumentos matemáticos e estatísticos, tecnologias de utilidades ímpar na vida das empresas.

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.

Uma das preocupações dos gerentes e analistas tem sido uma constante em 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 a tomada de decisões.

JUSTIFICATIVA

O motivo da realização deste trabalho, está no fato de que, levado ao conhecimento dos gestores do Hotel Alfa, estes possam utilizar o método, a fim de se programar nas previsões de Custos em função do nível de utilização mensal de diárias, levando em consideração a metodologia científica, utilizando-se de matemática e estatística e recursos computacionais como o Excel 7.0.

À medida que utilizamos 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 o entendimento de IUDÍCIBUS(1986,284), grande parte dos contadores ainda precisam familiarizar-se com a utilização desses métodos.

A importância da aplicação de técnicas formais, como a análise de regressão, para tentar estabelecer modelos, são úteis não apenas para descrever o que aconteceu, mas também para serem utilizados, com muito cuidado, para finalidades de projeções.

LIMITAÇÃO DO ESTUDO

O estudo está limitado a aplicação da ferramenta Regressão do Excel 7.0, com vistas a identificar a função estimada do nível de custos de um hotel localizado na cidade de Natal ao nível de significância de 95%, considerando os valores em moeda de poder aquisitivo constante. A análise de regressão linear foi realizada considerando os eventos observados no período de janeiro de 1997 a dezembro de 1999.

1 - SISTEMAS DE INFORMAÇÕES

A informação se apresenta, hoje em dia, como um grande diferencial competitivo. A velocidade com que se conhece estas informações faz grande diferença na tomada de decisões entre as organizações. Em um mercado altamente competitivo e de recursos escassos, aqueles que detêm a informação conseguem vencer as barreiras que lhe são impostas com menos dificuldades e com maior grau de certeza nas ações.

A informação, no contexto atual, constitui uma mercadoria importante na economia. O Sistema de Informação bem planejado ajuda às empresas a aumentar a lucratividade através da maximização de suas atividades⁷.

Conforme BIO (1996,25), “O Sistema de Informação é um conjunto de partes interdependentes no seu todo que faz parte de um todo maior”. Daí depreende-se a noção de subsistema, ou seja, um sistema que é parte de outro. A partir desses conceitos, infere-se que o sistema de informação é um subsistema do “Sistema

Empresa”, e dentro da mesma linha de raciocínio pode-se concluir que seja composto de um conjunto de subsistema de informação, por definição, interdependentes. 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 a 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, “*é fornecer informação econômica relevante para que cada usuário possa tomar suas decisões e realizar seus julgamentos com segurança.*”

Portanto, todo Sistema de Informações, deve ser criado com o objetivo de apresentar os fluxos de informações e estabelecer vinculações com o processo decisório da organização.

2 - PROCESSO DE GESTÃO

Qualquer empreendimento em ação, para obter o êxito almejado, sente a necessidade de definir adequadamente e concomitantemente 3 fases: A sua missão, que é permanente, esta alcançada através de objetivos intermediários. Garantir a sua continuidade no mercado através de metas e por fim obter uma resultado econômico sustentável, este realizado pelo lucro.

Estas fases serão buscadas através de um modelo de gestão, que em função de crenças, valores e metodologias pode-se chegar a tal êxito. Êxito significa efetividade em todo o processo de gestão. O ponto crítico neste processo de busca de eficiência e eficácia entre as três fases e o modelo de gestão está na utilização de Recursos Humanos no poder de decisão, pois quem decide segue análise de linhas de ações, as quais poderá delinear ou não para uma decisão acertada. Para isso é imprescindível um banco de dados que possibilite criar informações dentro de um sistema, a fim de garantir a missão e a continuidade da empresa.(ver figura nº 01):

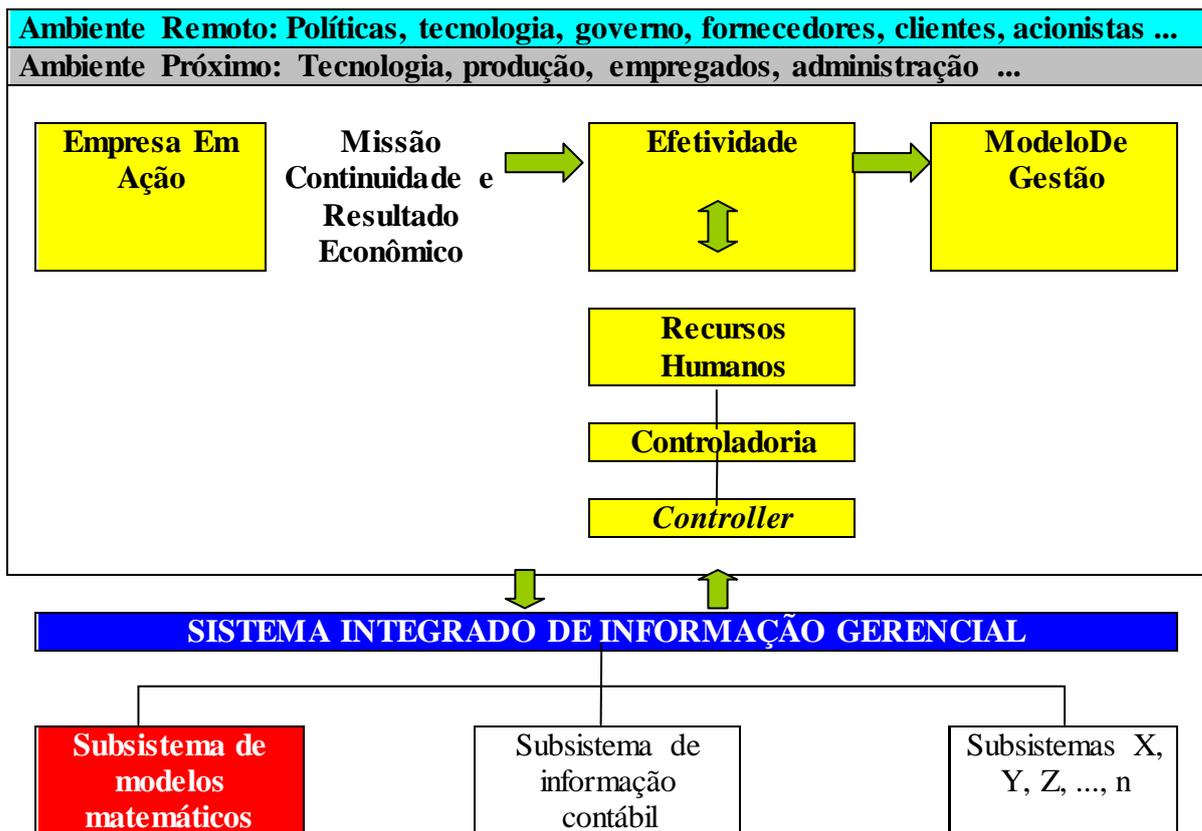


Figura nº 01 – Empresa numa visão sistêmica.

3- SISTEMA DE INFORMAÇÃO GERENCIAL

O SIG auxilia os administradores a consolidar o tripé básico de sustentação organizacional: qualidade, produtividade e participação. Pode ser definido como o processo de transformação de dados em informação que são utilizadas na estrutura decisória da empresa, bem como proporciona a sustentação administrativa para otimizar os resultados esperados. (OLIVEIRA, 1993, p. 44-45)

Sistema de informações gerenciais é um método organizado de prover informações passadas, presentes e futuras, relacionadas com as operações internas e o serviço de inteligência externa. Serve de suporte para as funções de planejamento, controle e operação de uma empresa através do fornecimento de informações no padrão de tempo apropriado para assistir o tomador de decisão (Kennevan, 1970:29);

Todos os conceitos buscam um objetivo comum, que é fazer que no sistema reduza o máximo em tempo entre a entrada do dado, o seu tratamento, em fim, a informação chegue ao tomador de decisão de forma confiável útil e oportuna para subsidiar no fluxo do processo decisório. Para fins deste estudo, apresentaremos a definição de GIL (1995,14) como a mais adequada por apresentar uma visão mais sistêmica de empresas:

“Os sistemas de informações compreendem um conjunto de recursos humanos, materiais, tecnológicos e financeiros agregados segundo uma seqüência lógica para o processamento dos dados e correspondente tradução em informação.”

4 - RELAÇÃO CUSTO/BENEFÍCIO

Para analisar a relação custo/benefício da utilização da Tecnologia da Informação na estruturação do Sistema de Informação Contábil deve-se partir da premissa básica de que a informação não pode ter um custo mais alto do que ela pode

valer para a administração da organização ou seja: A consideração básica é que o benefício alcançado com cada relatório deve exceder o custo de obtê-lo, devendo atendê-la nos três níveis de gerenciamento(ver figura nº 02).

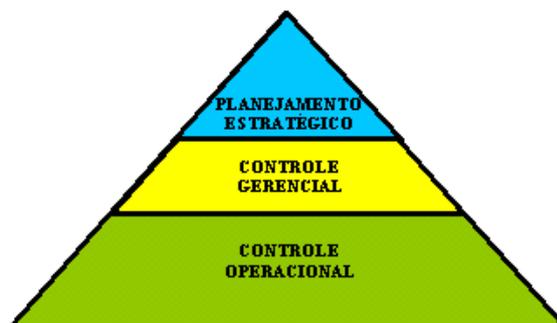


Figura nº 02 – Os níveis em que se apresenta a informação contábil.
Fonte. GIL (1993; 35).

5 - VANTAGENS PROPORCIONADAS PELA UTILIZAÇÃO DE MÉTODOS QUANTITATIVOS

Consoante SILVA(1998,11), 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, 498) 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.

6 - INFLUÊNCIA DOS MÉTODOS QUANTITATIVOS NA GESTÃO ORGANIZACIONAL

Conforme SILVA(1998,14), 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:

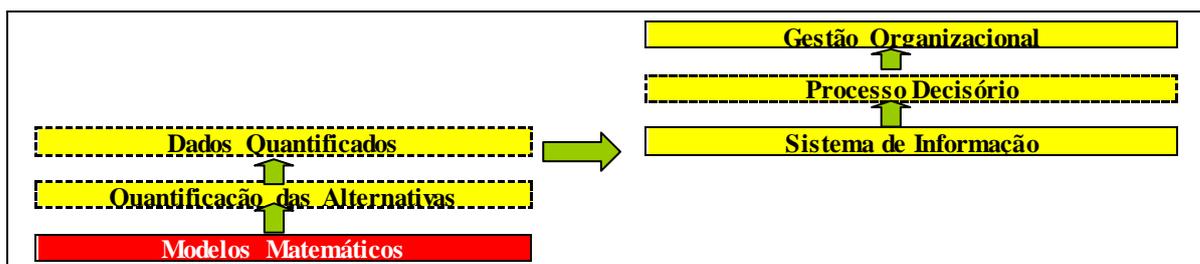


Figura nº 03 – Influência de Métodos Quantitativos na gestão empresarial.

Fonte: SILVA(1998, 13).

7 - O HOTEL ALFA

Preocupado com a competição acirrada no ramo de hotelaria e com a busca da maximização dos seus resultados o Hotel Alfa contratou um consultor de custos em Jan/2000 que fez um levantamento dos custos dos três últimos anos (jan/97 a dez/99) para uma análise estatística que desse suporte a um estudo técnico onde determinasse a variação dos custos totais do hotel em relação ao nível mensal de diárias utilizadas. Do referido levantamento chegou-se aos seguintes dados:

Mês	1997		1998		1999	
	Nº de Diárias Utilizadas no Mês	Custo total Dos Serviços no Mês R\$	Nº de Diárias Utilizadas No Mês	Custo total Dos Serviços no Mês R\$	Nº de Diárias Utilizadas no Mês	Custo total Dos Serviços no Mês R\$
Jan	658	34.500	660	19.500	870	36.100
Fev	660	29.800	660	28.300	894	39.900
Mar	600	26.100	894	36.820	983	35.500
Abr	270	18.100	204	16.120	334	21.100
Mai	297	17.400	252	19.700	288	18.640
Jun	396	21.300	270	19.600	288	18.640
Jul	738	31.600	517	27.640	921	37.270
Ago	744	38.800	750	30.500	794	27.000
Set	798	33.940	792	32.800	866	34.360
Out	252	15.500	234	17.020	220	17.600
Nov	353	15.500	700	32.400	726	33.700
Dez	390	33.800	832	37.000	993	30.600

7.1 – OBSERVAÇÃO E UTILIZAÇÃO DOS DADOS COLETADOS

O analista achou por bem observar os dados considerando duas variáveis (Nº de diárias utilizadas no mês e Custo total dos serviços no mês) e quer formular um modelo matemático que descreva o relacionamento entre estas duas variáveis para que pudesse utilizar na:

1. Explicação de existência de relação entre os custos totais com o número de diárias mensais utilizadas;
2. Estimativa dos custos totais com base no número de diárias mensais utilizadas;
3. Previsão de valores futuros dos custos totais.

7.3 – AVALIAÇÃO DO PROBLEMA (ANÁLISE DA REGRESSÃO)

A formação dos custos totais do Hotel Alfa é composta por custos fixos e custos variáveis em função do volume de diárias utilizadas nos diferentes períodos. Tal fato decorre da utilização de recursos sob os seguintes aspectos:

Prestação do serviço propriamente dito (variáveis):

Lavanderia (caldeira); Alimentos; Energia elétrica etc.

Manutenção e suporte à prestação do serviço (fixos):

Piscina; Sauna; Pessoal etc

A cada período estes custos são mensurados da seguinte forma:

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

Se:

$$\text{Custo variável unitário} = \text{Custo variável total} \div \text{N}^\circ \text{ de diárias utilizadas no mês}$$

Logo:

$$\text{Custo Total} = (\text{Custo variável unitário} \times \text{N}^\circ \text{ de diárias utilizadas no mês}) + \text{Custo Fixo Total}$$

Aparentemente, seria fácil de se chegar a um resultado para o problema, bastaria apenas multiplicar o N° de diárias utilizadas e/ou prevista 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, 276):

“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 grade calor.”*

Dentro dessa subjetividade a análise de regressão simples possibilita os seguintes procedimentos:

Descrever e compreender a relação entre o número de diárias utilizadas no mês no hotel e o total do custos mensais do mesmo e projetar (estimar) uma nova observação ou ajustar e controlar processos.

Conhecida a relação entre o número de diárias utilizadas no mês e o nível de custos totais mensais podemos usar uma das observações para prever a outra, ou podem-se realizar ajustes na procura de melhores resultados.

Dessa maneira, o analista utilizou a tabela anteriormente levantada para chegar a conclusão que o número de diárias utilizadas no mês seriam valores exatos e controlados no experimento (variável independente x) e que o nível custos totais seriam variáveis aleatórias e não controladas no experimento (variável dependente y) no

período de 01/97 a 12/99 para 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.

7.4 – A VISUALIZAÇÃO GRÁFICA (DIAGRAMA DE DISPERSÃO)

O primeiro passo é representar os pares de observações em um gráfico de dispersão, conforme pode-se ver no gráfico a seguir (figura 04). O registro dos 36 pares de dados no gráfico (x_i, y_i) , desenharam uma figura indicando uma tendência de crescimento positivo, isto é, na medida que o nível de diárias mensais utilizadas aumenta, o nível de custos totais auferidas também aumenta e vice versa.

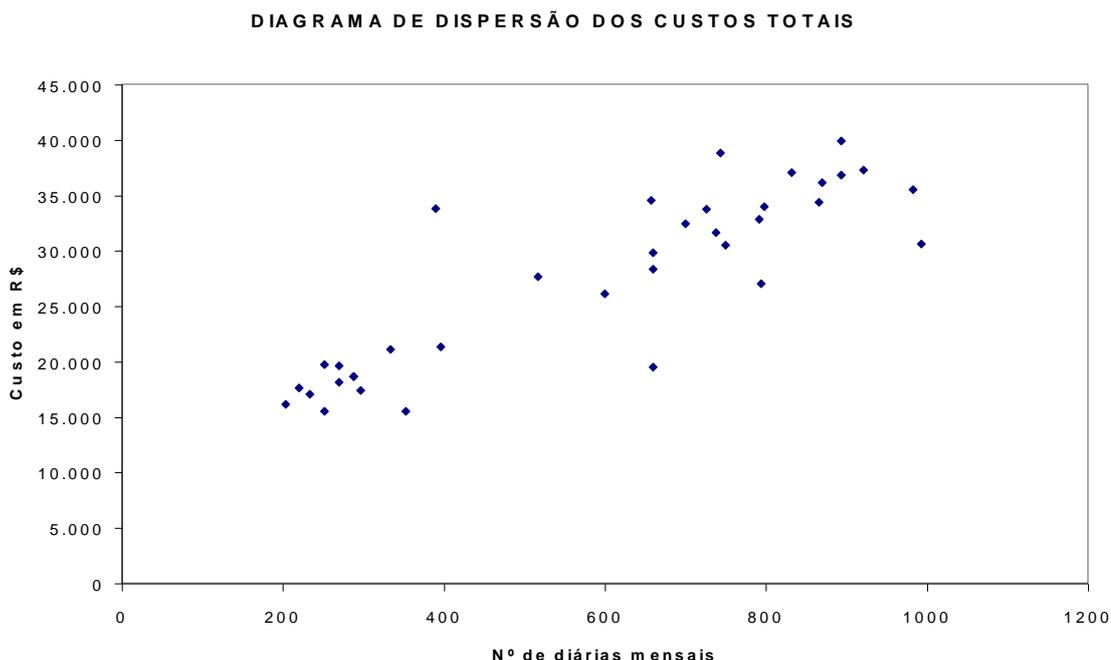


Figura 04: Gráfico de dispersão dos Custos Totais mensais em função do nº de diárias mensais

Para estabelecer uma lei matemática entre variáveis que tem uma relação linear, denominadas como variável independente e variável dependente, um modelo interessante é o próprio modelo da reta de regressão.

8 - CÁLCULO DA REGRESSÃO USANDO O EXCEL

Para a se chegar ao modelo que descreva a relação entre o número de diárias utilizadas no mês e o montante dos custos totais mensais no hotel, resolvendo portanto, a questão de utilização dos dados descritos no item 7.1, do referido estudo de caso, transportaremos os valores consolidados no item 7 para um planilha do Excel 7.0 da seguinte forma:

	A	B	C	D	E	F
1	Mês/Ano	Nº de Diárias	Custo total			
2		Utilizadas	dos Serviços			
3		no Mês	no Mês			
4	Jan/97	658	34.500			
5	Fev/97	660	29.800			
6	Mar/97	600	26.100			
7	Abr/97	270	18.100			
8	Mai/97	297	17.400			
9	Jun/97	396	21.300			
10	Jul/97	738	31.600			
11	Ago/97	744	38.800			
12	Set/97	798	33.940			
13	Out/97	252	15.500			
14	Nov/97	353	15.500			
15	Dez/97	390	33.800			
16	Jan/98	660	19.500			
17	Fev/98	660	28.300			
18	Mar/98	894	36.820			
19	Abr/98	204	16.120			
20	Mai/98	252	19.700			
21	Jun/98	270	19.600			
22	Jul/98	517	27.640			
23	Ago/98	750	30.500			
24	Set/98	792	32.800			
25	Out/98	234	17.020			
26	Nov/98	700	32.400			
27	Dez/98	832	37.000			
28	Jan/99	870	36.100			
29	Fev/99	894	39.900			
30	Mar/99	983	35.500			
31	Abr/99	334	21.100			
32	Mai/99	288	18.640			
33	Jun/99	288	18.640			
34	Jul/99	921	37.270			
35	Ago/99	794	27.000			
36	Set/99	866	34.360			
37	Out/99	220	17.600			
38	Nov/99	726	33.700			
39	Dez/99	993	30.600			

Observa-se que nas colunas B e C foram registradas duas séries de dados, faixas C4:C39 para a variável dependente y (correspondente ao nível de custos totais) e B4:B39 para a variável independente x (correspondente ao número de diárias mensais utilizadas).

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

Para usar a ferramenta regressão começamos a abrir o menu **[Ferramentas]/[Análise de dados]/[Regressão]** que gera uma caixa de diálogo (ver figura 05) onde deveremos definir o “**Intervalo Y de entrada**” (correspondente ao nível de custos totais = C4:C39), o “**Intervalo X de entrada**” x (correspondente ao número de diárias mensais utilizadas = B4:B39) e o “**Nível de confiança**” (em nosso estudo de caso = 95%).

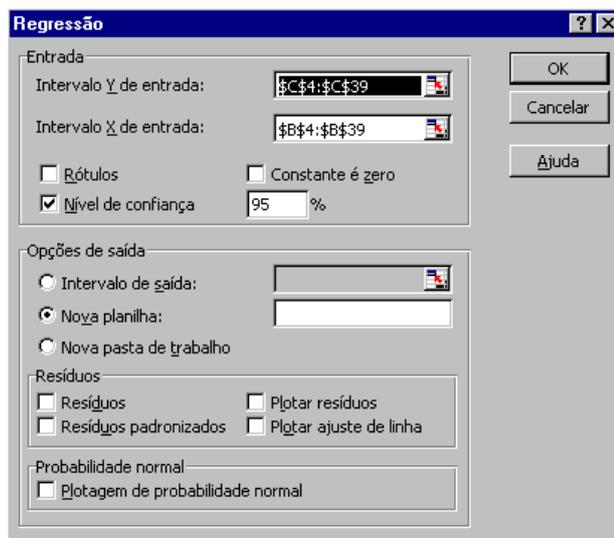


Figura 05 – Caixa de diálogo para cálculo da regressão no Excel

Após preencher os dados, pressionando a tecla OK, os seguintes resultados serão apresentados em Nova planilha:

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	RESUMO DOS RESULTADOS								
2									
3	<u>Estadística de regressão</u>								
4	R múltiplo ④								
5	R-Quadrado ③								
6	R-Quadrado ajust.								
7	Erro padrão ②								
8	Observações	36							
9									
10	<u>ANOVA</u>								
11		<i>gl</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	⑥ <i>F de significação</i>			
12	Regressão	1			113,2116611				
13	Resíduo	34							
14	Total	35							
15									
16		① <i>Coefficientes</i>	⑤ <i>Erro</i>	<i>Stat t</i>	<i>valor-P</i>	<i>95% inf.</i>	<i>95% sup.</i>	<i>Inf.</i>	<i>Sup.</i>
17	Intersecção	11.596.14							
18	Variável X 1					14.880.42	8.311.86	14.880.42	
						31.99	21.73	31.99	

Para avaliarmos a utilidade dos resultados rebuscaremos os conceitos para análise de Regressão Linear Simples descritos por LAPPONI (1995, 231-264) para os itens de ① a ⑥ relacionados na planilha.

① A RETA DE REGRESSÃO

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,

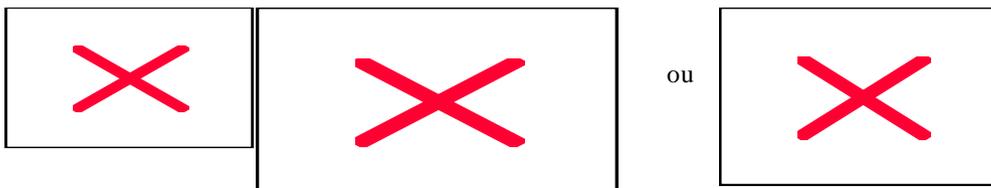
O objetivo é obter, a partir dos n dados amostrais, os valores dos coeficientes a e b da reta $\hat{y} = a + bx$, denominados como *coeficientes de regressão*, ou simplesmente *coeficientes* ou *constantes*, que têm os seguintes significados:

- o coeficiente b define o aumento (ou diminuição) da variável y por unidade de variação da variável x (Variável X 1) ;

- a constante a é denominada como *intercepto* y , sendo igual ao valor de \hat{y} quando x é igual a zero¹ (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 feito de diversas formas. Podemos 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 y é a variável independente e x a variável dependente, isto é $x = f(y)$, o valor dos coeficientes da reta de regressão são calculados com as fórmulas:



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 influencia, 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 .

② ERRO PADRÃO DA ESTIMATIVA

O erro padrão da estimativa se informa de forma aproximada quão grande 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.



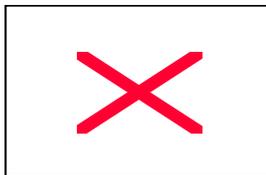
Sendo cumpridas as premissas da regressão linear, se espera que aproximadamente 95% dos dados observados y se encontrem dentro do intervalo $\pm 1 \times S_e$ de seus respectivos valores projetados pela reta de regressão \hat{y} .

③ COEFICIENTE DE DETERMINAÇÃO – r^2

¹ Em alguns casos o valor $x=0$ não tem significado prático.

Uma forma de medir o grau de associação dos pares de valores referentes a duas variáveis de um mesmo experimento é calculando o coeficiente de correlação entre as variáveis.

Definindo o coeficiente de determinação r^2 como:
 $r^2 = \text{Variação explicada}/\text{variação total}$, se demonstra que:

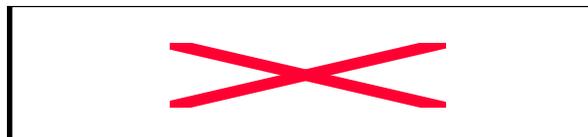


O coeficiente de determinação r^2 é sempre positivo, e pode ser interpretado como a porcentagem (0 a 100%) r^2 do total da soma dos quadrados dos desvios das observações y com relação à média y que podem ser explicados (ou atribuídos) pelo uso de x para prever y na reta de regressão. Se demonstra, também, 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 (④) é mais apropriado para definir a reta de regressão explica o ajuste da reta.

⑤ ERROS PADRÕES DOS COEFICIENTES

Erro Padrão do coeficiente b

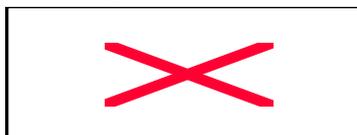
O erro padrão do coeficiente b , denominado como S_b indica aproximadamente quão distante o coeficiente b está do coeficiente da população β devido à variabilidade amostral. A fórmula usada e a seguinte, com $n-2$ graus de liberdade²:



Da fórmula pode-se deduzir que erro padrão do coeficiente b é proporcional ao erro padrão de estimativa S_e , diminuindo com o valor do desvio padrão de x e o tamanho da amostra menos 1.

Erro Padrão do coeficiente a

O erro padrão do coeficiente a , denominado S_a indica aproximadamente quão distante o coeficiente a está do coeficiente da população α devido a variabilidade amostral. A fórmula usada é a seguinte, com $n-2$ graus de liberdade.



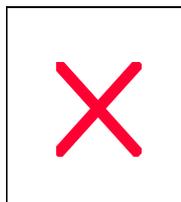
⑥ TESTE DE HIPÓTESES COM A DISTRIBUIÇÃO F

A distribuição F é usada para realizar testes de significância da equação da reta de regressão como um todo. A distribuição F testa a hipótese de que nenhum dos coeficientes de regressão tenha significado. A estatística F tem o seguinte significado:

² Quando a variância conhecida se refere à população, devemos obter seu valor equivalente como amostra multiplicando aquele valor por 10 e depois dividindo por nove.

$$F = \frac{\text{Variância Explicada}}{\text{Variância não Explicada}}$$

Aplicando a definição do coeficiente de determinação, obteremos a expressão:
 Ao aplicar o teste F em regressão linear simples:



- 1º O Grau de liberdade do numerador fica definido e constante de valor igual a 1;
- 2º a distribuição F é igual à distribuição t ao quadrado, isto é $F=t^2$

9 - APRESENTAÇÃO DO RESULTADO DO HOSPITAL ALFA

O valores dos coeficientes a e b° são respectivamente 11.596,14 (Interseção) e 26,86 (Variável X_1) formando uma equação de ajustamento da reta:

$$y = 11.596,14 + 26,86 x$$

Com um erro padrão da estimativa $^{\circ}$ igual a 3.092,30 podemos determinar as equações que limitam o nível de explicação e controle da regressão denominado de limite inferior e limite superior:

$$\text{Limite Inferior: } y = 11.596,14 + 26,86 x - 3.902,30$$

$$\text{Limite Superior: } y = 11.596,14 + 26,86 x + 3.902,30$$

A reta de ajustamento e as retas dos limites retratam as equações que podem ser observadas no gráfico de controle abaixo(figura 06):

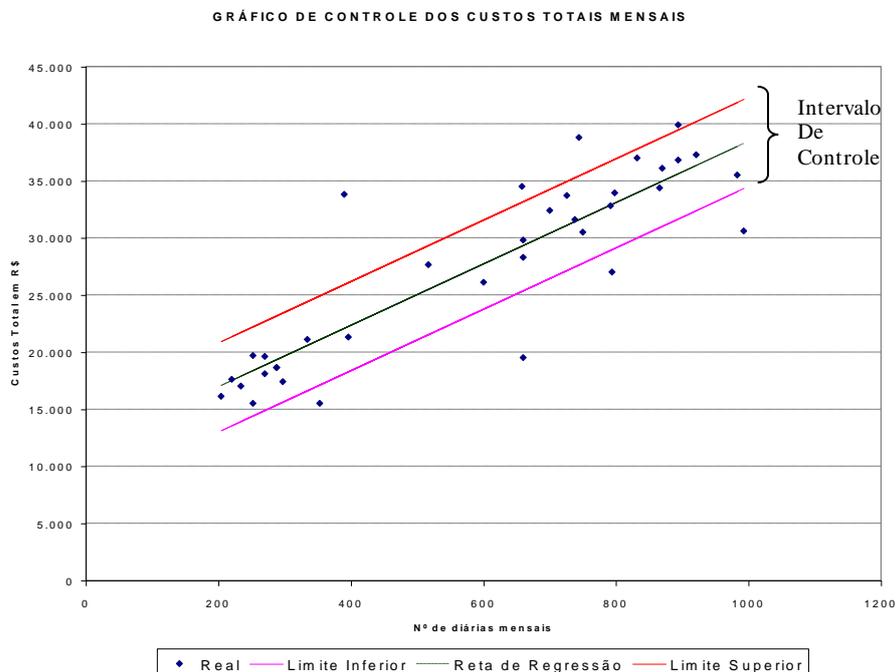


Figura 06: Gráfico da reta de ajustamento e de limites da regressão

O coeficiente de determinação[®] (R-Quadrado), cujo o resultado foi de 0,77, significa que cerca de 77% do Custo mensal total (os 28 pontos dentro de intervalo de controle) é explicado pelo nível de diárias mensais utilizadas e que cerca de 33% do

custo total mensal (os 8 pontos fora do intervalo de controle) não é explicado pelo nível de diárias mensais utilizadas.

O Coeficiente de correlação [®] (R múltiplo) de resultado 0,87 indica que existe um grande relacionamento (correlação) entre o custo total mensal e o n° total mensal de diárias utilizadas.

Os erros padrões dos coeficientes[®] a (Interseção) e b (Variável X1) auferiram os resultados de 1.616,08 (14% do resultado do coeficiente) e 2,52 (9% do resultado do coeficiente) respectivamente. Os erros foram bons, pois são percentualmente pequenos em relação aos resultados dos próprios coeficientes.

O nível de significância obtido[®] (F Significação) igual a 0,000000000023 é menor que o nível de significância escolhido de 0,05 (1-0,95), logo **deve-se aceitar a regressão** que investiga o comportamento dos custos totais mensais em função do total mensal de diárias utilizadas no hotel Alfa.

Com a aceitação da regressão foi solucionado o problema do item 7.1 e determinada a seguinte equação:

$$\text{Custo Total} = (\text{Custo variável unitário} \times \text{N}^\circ \text{ de diárias utilizadas no mês}) + \text{Custo Fixo Total}$$

$$\text{Custo total mensal} = (26,86 \times \text{N}^\circ \text{ de diárias utilizadas no mês}) + 3.902,30$$

Custo variável
unitário

Custo Fixo
Mensal

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Na realização 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 do recurso computacional e meios eletrônicos.

Ficou evidente que com a globalização, 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 .

De acordo com os autores referenciados, ficou também evidente, que a utilização desses métodos não apresentam soluções ótimas para todos o problemas, mas devem ser encarados como um instrumento que poderá assistir, se bem estruturado, os problemas numa visão sistêmica, e assim contribuir com informações que alimenta o processo decisório.

Destacamos neste trabalho a utilização do método de Regressão Linear Simples, instrumento importante utilizado na resolução de problemas gerenciais, , e apresentamos um exemplo prático, pelo qual evidenciamos a importância de seu uso no sistema de informações como fonte de recurso que alimenta o sistema de decisão. Enfocamos, o uso do recurso computacional e a utilização do aplicativo “Regressão” do EXCEL 7.0 como ferramenta auxiliar nesse processo de geração da informação.

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

[O, Sérgio Rodrigues. Sistemas de Informação: Um Enfoque Gerencial. São Paulo: Atlas,

1996.

- HIAVENATO**, Idalberto. Introdução à Teoria Geral da Administração. 3 ed. São Paulo: McGraw do Brasil, 1983.
- JORRAR**, Luiz João. Análise das Relações Custo/Volume/Lucro para Multiprodutos em Condições de Incerteza. Tese de Doutorado FEA/USP. 1990.
- JOSTA**, Magnus Amaral. Otimização dos Resultados e Minimização dos Custos. Parte 1. Revista Brasileira de Contabilidade, 1987.
- ILLIER**, Frederick S. Introdução à Pesquisa Operacional. Trad. De Helena L. Lemos. Rio de Janeiro: Ed Campus/São Paulo: Ed Universidade de São Paulo, 1988.
- ORNGREN**, Charles T.. Contabilidade de Custos: Um enfoque administrativo. São Paulo: Atlas, 1989.
- DÍCIBUS**, Sérgio de. Teoria da Contabilidade. São Paulo: Atlas, 1987.
- _____. Análise de Custos, São Paulo. Atlas, 1993.
- _____. Contabilidade Gerencial. 4 ed. São Paulo. Atlas, 1995.
- APONI**, Juan Carlos. Estatística usando o Excel versões 4 e 5. São Paulo: Laponi Treinamento e Editora Ltda, 1995.
- UIRINO**, Roberto. Caderno com Aulas Expositivas sobre Métodos Quantitativos Aplicado a Contabilidade - Universidade federal da Paraíba, 1998.
- LVA**, José Dionísio Gomes da. A programação Não Linear Aplicada a Contabilidade m estudo Exploratório, Revista Brasileira de Contabilidade, Jan/Fev 1998.
- _____. Contribuição ao Estudo da Contabilometria: Uma Aplicação da Programação Não Linear a Problemas Gerenciais. São Paulo. FEA/USP, 1996.
- ENTSEL**, Elena S. Investigacion de Operaciones. Problemas/Princípios/Metodologias. Editorial MIR MOSCÚ, 1983.
- AGNER**, Harvey M. Pesquisa Operacional. Rio de Janeiro: Pretice-Hall do Brasil, 2 ed, 1986.
- ERKEMA**, Maria Cristina Catarino. Ferramentas Estatísticas Básicas para o Gerenciamento de Processos. Belo Horizonte: Fundação Chistiano Ottoni, 1995.