

**ANÁLISE DE REGRESSÃO LINEAR E ATUALIZAÇÃO MONETÁRIA DE VALORES: UM ESTUDO CONSIDERANDO MODELAGENS PREDITIVAS DE CUSTOS COM COMPONENTES FIXOS E VARIÁVEIS**

**ANALYSIS OF LINEAR REGRESSION AND MONETARY ADJUSTMENT THE VALUES: A STUDY ABOUT PREDICTIVE MODELINGS OF COSTS WITH FIXED AND VARIABLE COMPONENTS**

**Carlos Roberto Souza Carmo<sup>1</sup>**

Mestre em Ciências Contábeis pela PUC-SP

**Resumo:**

Recomendada por autores da área da contabilidade de custos, bem como, por pesquisadores e gestores interessados em conhecer o comportamento dos custos, a análise de regressão linear emprega valores de gastos referentes a operações registradas em períodos passados (séries históricas de valores observados), de forma a separar os custos em componentes fixo e variável, e, ainda, para identificar modelagens analítico-preditivas de custos com vistas à sua utilização no processo de previsão de custos futuros. Porém, ao considerar que a perda do poder aquisitivo da moeda pode prejudicar o processo de análise de custos em si, e, também, a qualidade preditiva das modelagens matemáticas pesquisadas a partir dessa metodologia analítico-quantitativa, a presente pesquisa teve por objetivo analisar se poderiam existir diferenças significativas em modelos analíticos de custos, estimados com base na análise de regressão, em que se utiliza ou não a atualização monetária dos valores históricos. Mediante a utilização da análise de regressão linear simples, testes paramétricos comparativos de médias e simulação com números aleatórios, este estudo identificou, entre outras evidências, que a modelagem que utilizou valores atualizados monetariamente apresentou um menor índice relativo de erro médio mensal no processo de estimação de custos totais.

**Palavras-chave:** Análise. Estimativa. Custos. Métodos quantitativos aplicados.

**Abstract:**

Recommended by authors in the field of knowledge of cost accounting, as well as for researchers and managers interested in learning about the behavior of costs, linear regression analysis employs spending figures for transactions recorded in prior periods (time series of observed values) of to separate the costs into fixed and variable components, and also to identify analytical and predictive modeling of costs with a view to its use in the future costs forecast process. However, when considering the currency's purchasing power loss can harm the cost analysis process itself, and also the predictive quality of mathematical models surveyed from that analytical and quantitative methodology, this study aimed to examine whether could be significant differences in analytical models costs, estimated based on regression analysis, which uses or not the monetary restatement of historical values. By using the simple linear regression analysis, comparative parametric tests of medium and simulation with random numbers, this study identified, among other evidence, that the modeling that used inflation adjusted amounts presented a lower average monthly error relative index in the estimation process of total costs.

---

<sup>1</sup> Universidade Federal de Uberlândia, Faculdade de Ciências Contábeis, Uberlândia-MG, carlosjj2004@hotmail.com  
RAGC, v.4, n.9, p.44-56 /2016

**Keywords:** Analysis. Estimate. Costs. Quantitative methods applied.

## 1 Introdução

A busca pela compreensão do comportamento dos custos diante das mudanças ocorridas no nível de atividade operacional é de fundamental importância para o processo de gestão nas organizações (ATKINSON *et al.*, 2000; GARRISON; NOREEN, 2001; HANSEN; MOWEN, 2003; HORNGREN; FOSTER; DATAR, 2004).

Nesse contexto, Garrison e Noreen (2001), Hansen e Mowen (2003), Horngren, Foster e Datar (2004), Jiambalvo (2009) e Maher (2001), dentre tantos outros autores, apontam a análise de regressão linear como uma técnica estatística que, além de separar os custos em componentes fixo e variável, permite avaliar a qualidade do processo de análise e as modelagens analítico-preditivas identificadas a partir desta metodologia.

Contudo, ao considerar que a análise de regressão linear emprega valores referentes a operações envolvendo gastos de períodos passados (séries históricas de valores observados), deve-se levar em conta que a perda do poder aquisitivo da moeda pode prejudicar o processo de análise em si, e, também, a qualidade preditiva das modelagens matemáticas pesquisadas a partir dessa metodologia analítico-quantitativa.

Diante dessa possibilidade surge o questionamento direcionador desta investigação, ou seja: podem existir diferenças significativas em modelos analíticos de custos, estimados com base na análise de regressão, em que se utiliza ou não a atualização monetária dos valores históricos referentes a gastos realizados em períodos passados?

Apoiada em métodos quantitativos aplicados, a presente pesquisa teve por objetivo analisar se poderiam existir diferenças significativas em modelos analíticos de custos, estimados com base na análise de regressão, em que se utiliza ou não a atualização monetária dos valores históricos referentes a gastos realizados em períodos passados.

Para atingir aquele objetivo geral, inicialmente, foi realizado o embasamento teórico acerca da temática relacionada à análise do comportamento dos custos mediante o uso da análise de regressão, o que originou a seção 2 deste artigo.

Na sequência, foi identificada a metodologia científica suficiente para permitir responder ao questionamento de pesquisa proposto, sendo que, essa etapa está descrita na seção 3 deste trabalho.

Com base na plataforma teórica e a partir da metodologia estabelecida, foi realizada a análise dos dados deste estudo de caso único, em que, na seção 4 deste relato de pesquisa científica, foram apresentados os principais resultados desta investigação.

Finalmente, na seção 5 do presente artigo, foram apresentadas as considerações finais acerca desta investigação, bem como, as respectivas limitações.

## 2 Referencial Teórico

O estudo e a compreensão acerca do comportamento dos custos são relevantes tanto para pesquisadores quanto para profissionais, pois, tal conhecimento é imprescindível à tomada de decisões gerenciais (COSTA; MEDEIROS; SILVA, 2004).

Garrison e Noreen (2001, p. 37), afirmam que “o comportamento do custo significa como um custo reagirá ou responderá a mudanças no nível de atividade”. Nesse mesma linha de raciocínio, e, ainda, tomando a produção como parâmetro para definição do volume de atividade, Hansen e Mowen (2003, p. 87) observam que “o comportamento de custos é o termo geral para descrever se um custo muda quando o nível de produção muda”.

Para Horngren, Foster e Datar (2004. P. 31), os custos apresentam comportamento fixo quanto quando seu total não se altera diante de alterações no volume de atividades, dentro do

que eles denominam “uma faixa relevante”. Sendo que, ainda segundo Horngren, Foster e Datar (2004, p. 31), aquela faixa relevante caracteriza-se como “[...] a banda do nível ou volume normal de atividade em que há um relacionamento específico entre o nível de atividade ou volume e o custo em questão”. Aqueles autores caracterizam os custos variáveis como aqueles que tendem a sofrer alterações em função de alterações ocorridas nos níveis de atividade (HORNGREN; FOSTER; DATAR, 2004).

Por outro lado, Iudícibus (1998, p.142) afirma que tais definições apresentam certas restrições, ou seja, sua validade “[...] é, na melhor das hipóteses, apenas didática e de ordem prático-simplificadora, pois, na realidade, o comportamento dos itens de custo é o mais variado possível, em face das variações de volume.”

Nesse contexto, Jiambalvo (2009) observa que a separação dos custos em dois componentes, ou seja, custo fixo total e custo variável em função do volume de atividade, é um fator crítico do processo de análise e compreensão do comportamento dos custos.

Entre outros métodos, que são considerados por muitos autores como menos objetivos (GARRISON; NOREEN, 2001; HANSEN; MOWEN, 2003; HORNGREN; FOSTER; DATAR, 2004; JIAMBALVO, 2009; MAHER, 2001), destaca-se a análise de regressão como uma ferramenta útil e objetiva no processo analítico do comportamento dos custos.

Maher (2001) observa que, além de permitir separar os componentes de custo de forma rápida e objetiva, a análise de regressão linear aplicada a custos é uma técnica estatística que permite aos tomadores de decisões determinarem a qualidade da função analítico-preditiva identificada no processo de análise de custos.

Segundo Horngren, Foster e Datar (2004) a análise de regressão linear aplicada a custos identifica uma função capaz de linearizar o comportamento dos custos analisados de forma mais objetiva, permitindo, inclusive, visualizar aquele comportamento em um gráfico de dispersão.

Adicionalmente, Jiambalvo (2009) observa que a análise de regressão utiliza os pontos representativos dos dados de custos em um gráfico, mediante a análise de uma série histórica, de forma a determinar a interseção e a inclinação de uma reta de custos gerada a partir de uma equação, como aquela definida neste trabalho no formato descrito na Equação 1.

$$Y = a.X + B \quad (1)$$

A interseção dita por Jiambalvo (2009) seria representativa do custo fixo total, que na Equação 1 assume o papel do coeficiente “B”. A inclinação descrita por Jiambalvo (2009) seria representativa do custo variável unitário em função de algum parâmetro direcionador do volume de atividade, sendo que, na Equação 1, a inclinação em questão, ou o custo variável unitário, seria representado pelo coeficiente “a”, e, o parâmetro representativo do volume de atividade seria a variável “X”. Por fim, o custo total, cujo comportamento é estudado pela análise de regressão seria a variável “Y” na Equação 1.

Observa-se então que, na modelagem explicativa do comportamento dos custos, pesquisada a partir da análise de regressão, ter-se-iam duas variáveis e dois coeficientes. Ou seja, “Y” e “X”, e, “a” e B, respectivamente, ou, ainda, o “custo total” e o “volume de atividade”, e, o “custo variável unitário” e o “custo fixo total”, respectivamente. Onde, valores totais são representados por letras maiúsculas e valores unitários por letras minúsculas. Sendo que, para análise e estimativa de custos, tanto o custos total estudado (Y) quanto o volume de atividade considerado (X), são utilizados dados históricos, ou, ainda, valores ocorridos em períodos passados.

Sob uma perspectiva mais estatística, a análise de regressão pressupõe que o comportamento de uma variável de estudo ou independente (Y) pode ser explicado a partir do comportamento de uma variável independente ou explicativa (X), gerando uma modelagem

matemática analítico-preditiva ( $\hat{Y}$ ) formada por um termo constante ou intercepto (B) e um coeficiente angular (a) (DOWNING; CLARK, 2006).

A despeito da objetividade e da utilidade proporcionadas pela análise de regressão, quando aplicada à análise de custos, dois pontos básicos precisam ser destacados: primeiro, a equação explicativa do comportamento dos custos é um modelo, e, portanto, sua utilização presume que se trata de uma representação da realidade que segue alguns pressupostos, pois, conforme observam Ackoff e Sasieni (1971), se tal modelagem não assumisse pressupostos ela seria tão incontrolável quanto à realidade, o que inviabilizaria sua aplicação; segundo, no processo de análise de custos, a partir da aplicação da análise de regressão linear, são utilizados dados históricos, portanto, ocorridos em períodos passados (GARRISON; NOREEN, 2001; HANSEN; MOWEN, 2003; HORNGREN; FOSTER; DATAR, 2004; JIAMBALVO, 2009; MAHER, 2001).

Acerca dos pressupostos assumidos na aplicação da análise de regressão para identificação do comportamento dos custos, dois merecem destaque: (1) as variações nos custos totais analisados podem ser explicadas pelas variações de um direcionador; e, (2) o comportamento dos custos é descrito por uma função linear, dentro de uma faixa relevante de atividade (GARRISON; NOREEN, 2001; HANSEN; MOWEN, 2003; HORNGREN; FOSTER; DATAR, 2004; JIAMBALVO, 2009; MAHER, 2001).

Acerca das etapas do processo de análise de custos baseada na regressão linear, Horngren, Foster e Datar (2004) descrevem seis passos básicos para implementação das estimativas de uma função analítico-preditiva de custos: (a) a escolha da variável dependente, ou seja, o custo a ser estudado; (b) a identificação da variável independente ou explicativa; (c) a coleta dos dados da variável dependente; (d) a identificação da representação gráfica dos dados; (e) a estimativa da função de custo; e, (f) avaliação função de custo identificada.

Com relação específica à “coleta dos dados da variável dependente”, ao admitir que os custos são mensurados e registrados em valores monetários, e, ainda, que os respectivos fatos geradores daqueles custos ocorreram em períodos passados e de forma nada uniforme, ainda que dentro de um mesmo exercício social (IUDÍCIBUS, 1998), deve-se admitir que valores monetários estão sujeitos à perda de valor devido à queda do poder de aquisição da moeda, dentro de qualquer economia, sendo ela inflacionária ou não (MATARAZO, 2003).

Nesse sentido, parece razoável admitir que os valores utilizados no processo de análise do comportamento de custos, se monetários, deveriam ser atualizados para valores de moeda com poder aquisitivo de uma mesma data de análise, sob pena de, não o fazendo, prejudicar a utilidade da análise realizada com base em valores históricos. Até porque, conforme bem afirmam Colodeti Filho, Gomes e Teixeira (2003), em grande parte dos casos, os dados históricos são a única fonte de informação disponível para se analisar e estimar valores de custos.

Nesse sentido, a presente pesquisa pode ajudar a avaliar se existem diferenças significativas nos modelos analíticos de custos, estimados a partir da análise de regressão, em que se utiliza ou não a atualização monetária dos valores históricos referentes a gastos realizados em períodos passados.

### **3 Metodologia**

Nesta investigação foi utilizada a metodologia do estudo de caso único em uma empresa do comércio varejista de tintas, abrasivos, ferramentas e equipamentos de segurança, atuante na cidade de Uberlândia-MG, cujo levantamento de dados se processou a partir de entrevistas não estruturadas, observação direta e pesquisa documental, conforme será detalhado na seção secundária 3.1.

A seção secundária 3.2 foi destinada à descrição do processo de análise de custos propriamente dito, e, também, do processo de atualização monetária dos valores utilizados, bem como, da identificação dos seus efeitos sobre a previsão de custos baseada na análise de regressão linear simples.

### **3.1 Tipologia de estudo, processo de coleta de dados e identificação das variáveis**

Yin (2001 p. 35), afirma que "o estudo de caso, como outras estratégias de pesquisa, representa uma maneira de se investigar um tópico empírico seguindo-se um conjunto de procedimentos pré-especificados". Ainda segundo Yin (2001), esse tipo de metodologia de pesquisa científica tem como principais métodos para o levantamento de dados a observação direta e a realização de entrevistas.

Ao considerar a natureza das informações demandas para análise, no presente estudo, tornou-se necessária também a utilização da pesquisa documental para levantamento dos dados relacionados a custos e receitas.

Após análises nos balancetes e controles gerenciais daquela empresa, foram identificados os montantes mensais de gastos totais (Custo da Mercadoria Vendida, ou CMV, e despesas) e receitas líquidas de vendas, ao longo do período compreendido entre janeiro de 2010 e junho de 2014.

Uma vez que aquela entidade apresentou gastos anuais (em 2013) na ordem de R\$ 41.334.578,18, e, uma média mensal de R\$ 3.444.548,18 (de 2010 até 2013), e, ainda, uma receita líquida anual (em 2013) de R\$ 48.071.908,23, perfazendo uma média mensal de R\$ 4.005.992,35 (de 2010 até 2013), julgou-se conveniente realizar entrevistas não estruturadas com seus proprietários, seu gerente financeiro e seu contador para validar os valores identificados na pesquisa documental.

Adicionalmente, foi realizada a observação direta das atividades operacionais da entidade, para que se pudesse confirmar as informações e percepções coletadas tanto no processo de pesquisa documental quanto nas entrevistas.

Identificados e validados aqueles montantes mensais de gastos e receitas, assumiu-se como variável estudo o total dos gastos mensais (CMV+despesas), e, como variável explicativa foi considerado o total das receitas líquidas de vendas, ambos ao longo do período compreendido entre janeiro de 2010 e dezembro de 2013. Sendo que, os valores de gastos e receitas dos meses de janeiro de 2014 até junho de 2014 serviram para realizar simulações acerca da qualidade preditiva da modelagem explicativa pesquisa.

### **3.2 Procedimentos de análise de dados, atualização monetária e comparativos de resultados**

Para identificar a modelagem explicativo-preditiva dos gastos mensais totais no formato da Equação 1, apresentada na seção primária anterior (referencial teórico), em que a variável explicativa foi o montante mensal das receitas líquidas de vendas, utilizou-se a análise de regressão linear simples. E, para sua validação foram utilizados os coeficientes de correlação (R-múltiplo) e de determinação (R-quadrado), e, ainda, estatísticas F e T. Tudo isso obtido mediante o uso de planilhas eletrônicas do tipo MS Excel®, com o auxílio do suplemento estatístico Action © (ESTATCAMP, 2014).

Foram pesquisadas duas modelagens explicativo-preditivas dos gastos totais da entidade alvo deste estudo. A primeira tomou por base os valores das variáveis, de estudo e explicativa, sem qualquer tipo de atualização monetária, e, a segunda utilizou valores atualizados monetariamente para moeda de janeiro de 2014.

Para a atualização monetária de valores foi utilizado o Índice Nacional de Custo da Construção do Mercado (INCC-M) (BANCO CENTRAL DO BRASIL, 2015), pois, segundo o Banco Central do Brasil (2015, p.12), "o INCC mede a evolução mensal de custos de

construções habitacionais, a partir da média dos índices de sete capitais (São Paulo, Rio de Janeiro, Belo Horizonte, Salvador, Recife, Porto Alegre e Brasília)”, e, ainda, leva em consideração a metodologia para elaboração de orçamentos prevista pela Associação Brasileira Normas Técnicas, em que são contemplados os preços de 51 itens relacionados como materiais e equipamentos utilizados na construção civil, além de 16 itens relacionados à mão de obra (BANCO CENTRAL DO BRASIL, 2015).

Com base naquelas duas modelagens pesquisadas (uma sem atualização monetária e outra com atualização monetária), foi utilizada a receita líquida mensal do primeiro semestral de 2014 para projetar os gastos totais mensais da empresa alvo deste estudo, para aquele período (jan./2014 até jun./2014). Em seguida, os valores projetados foram comparados com os respectivos valores reais mensais, identificando-se, assim, as variações mensais e média, tanto em termos absolutos (R\$) quanto em termos relativos (%).

Para avaliar se aquelas duas séries de valores referentes aos gastos totais estimados para o primeiro semestre de 2014 apresentavam diferenças, em função do emprego da atualização monetária de valores, foi utilizado o teste t de Student pareado.

Segundo Bussab e Morettin (2006), o teste t de Student pareado tem por finalidade comparar se as médias de duas séries de dados, com a mesma quantidade de observações (pareado), são iguais.

Para a aplicação do teste t de Student é necessário que as duas séries de dados comparadas apresentem distribuição simétrica ou normal (BUSSAB; MORETTIN, 2006). Nesse sentido, ao considerar o pequeno número de observações das duas séries de dados (6/cada) analisadas neste estudo, foi utilizado o teste de Shapiro-Wilk para avaliar a presença de distribuição normal, pois, segundo Fávero *et al* (2009), esse teste é o mais indicado quando se avalia a normalidade de amostras com um número de observações muito pequeno, ou melhor, inferior a 30.

Além disso, uma vez que as séries de dados projetados apresentaram quantidades muito pequenas (6 observações/cada), e, admitindo-se a possibilidade do teste t de Student sinalizar que a diferença entre os valores projetados, com e sem atualização monetária, e os gastos totais existiu apenas devido ao acaso, e, mais ainda, considerando também que a análise de regressão é realizada pelo método dos mínimos quadrados e, por isso, ela ajusta seus coeficientes (“a” e “B”, já identificados na Equação 1) de forma a minimizar os erros entre observações reais e valores previstos com base na modelagem pesquisada, foram realizadas simulações com números aleatórios que tiveram como base a diferença entre os coeficientes daquelas duas modelagens pesquisadas (com e sem atualização monetária), tanto para o termo constante (que neste estudo é representativo do custo fixo total) quanto para o coeficiente angular (que neste estudo é representativo do custo variável unitário).

A simulação com números aleatórios, com 1.000 observações para cada coeficiente, teve por objetivo identificar, entre 10 classes intervalares de valores, qual era aquela com maior frequência, e, a partir daí, foi realizada uma terceira projeção que contou com coeficientes obtidos a partir dos valores relativos aos pontos médios daquelas duas classes de maior frequência, identificando-se, assim, os valores com maior probabilidade de ocorrência tanto para o termo constante (ou, o “B” da Equação 1), que neste estudo é representativo do custo fixo total, quanto para o coeficiente angular (ou, o “a” da Equação 1), que é representativo do custo variável unitário.

Finalmente, após essa terceira e última simulação, foi avaliado se a identificação dos coeficientes com maior probabilidade de ocorrência, em conjunto com a atualização monetária, poderiam melhorar a capacidade preditiva das modelagens pesquisadas a partir da análise de regressão linear, de acordo com as informações levantadas a partir do presente estudo de caso.

#### 4 Análise dos Dados e Apresentação dos Resultados

A partir da aplicação da análise de regressão utilizando valores históricos sem qualquer tipo de atualização monetária, cujas informações estão resumidas na Tabela 1, foi identificada uma modelagem explicativo-preditiva de custos no formato da Equação 2.

**Tabela 1-** Análise de regressão linear com base em dados sem atualização monetária

Estatística de regressão					
R múltiplo	0,99965235	R-quadrado ajustado	0,999289707		
R-Quadrado	0,99930482	Erro padrão	31384,25757		
Observações	48				
ANOVA	gl	SQ	MQ	F	F de sign.
Regressão	1	6,513E+13	6,513E+13	66123,92229	0,000
Resíduo	46	4,5309E+10	984971623		
Total	47	6,5175E+13			
Variáveis	Coefficientes	Stat t	valor-P	95% inferiores	95% superiores
Interseção	85.089,77	10,4686538	0,000	68.728,85	101.450,69
Rec. Líq. de Vendas	0,8389	257,145722	0,000	0,8324	0,8455

**Fonte:** elaborado pelo autor com base nos dados da pesquisa.

As estatísticas F e T da modelagem pesquisada pela análise de regressão linear, com base em dados sem atualização monetária, apresentaram valores parâmetros com significância inferior a 0,05, o que permite validar, respectivamente, tanto a influência da variável explicativa sobre a variável de estudo (estatística F) quanto os coeficientes pesquisados (estatística T), conforme pôde ser visto também na Tabela 1.

Na Equação 2, observa-se que para cara R\$1,00 de receita líquida de vendas foi identificado um valor de R\$0,8389 de custo variável, e, independentemente do montante de receitas, foi observado um total de R\$85.089,77 referente ao custo fixo mensal.

$$\text{Custo Previsto}_{[\text{com base em vlr. históricos}]} = 0,8389.(\text{R\$ de Rec. Líq. de Vendas}) + 85.089,77 \quad (2)$$

Ao proceder a aplicação da análise de regressão linear com base nos valores de gastos e receitas atualizados monetariamente para moeda de janeiro de 2014 segundo o INCC-M, foram identificadas as informações pertinentes à modelagem descrita pela Equação 3, devidamente resumidas na Tabela 2.

**Tabela 2-** Análise de regressão linear com base em dados atualizados monetariamente para moeda de Janeiro/2014

Estatística de regressão					
R múltiplo	0,99946774	R-quadrado ajustado	0,99891262		
R-Quadrado	0,99893576	Erro padrão	38680,62471		
Observações	48				
ANOVA	gl	SQ	MQ	F	F de sign.
Regressão	1	6,4601E+13	6,46E+13	43177,16114	0,000
Resíduo	46	6,8825E+10	1,496E+09		
Total	47	6,467E+13			
Variáveis	Coefficientes	Stat t	valor-P	95% inferiores	95% superiores
Interseção	109.124,17	10,2079946	0,000	87.606,18	130.642,16
Rec. Líq. de Vendas Atualiz.	0,8344	207,791148	0,000	0,8263	0,8425

**Fonte:** elaborado pelo autor com base nos dados da pesquisa.

Segundo as informações resumidas na Tabela 2, e, conforme descrito pela Equação 3, para cada R\$1,00 de receita líquida de vendas identificou-se R\$0,8344 de custo variável, e, um montante de R\$109.124,17 de custo fixo mensal.

$$\text{Custo Previsto}_{[\text{com base em vlrs. atualizados}]} = 0,8344.(\text{R\$ de Rec. Líq. de Vendas} + 109.124,17) \quad (3)$$

Percebe-se, inicialmente, que as variações ocorridas nos coeficientes das modelagens pesquisadas foram: (i) uma redução (-) de 0,54% ( $[(0,8344 - 0,8389) / 0,8389 \times 100 = [-0,0045]/0,8389 \times 100) = -0,54\%$ ) no coeficiente representativo do custo variável unitário; e, (ii) um acréscimo (+) 28,25% ( $[(109.124,20 - 85.089,77) / 85.089,77 \times 100 = -[24.034,40]/85.089,77 \times 100) = 28,25\%$ ) no coeficiente representativo do custo fixo total. Sendo que, tais variações ocorrerão devido ao ajuste referente à atualização monetária dos valores utilizados na aplicação da análise de regressão linear.

Tais variações (redução no coeficiente angular, ou custo variável unitário, e, elevação no ponto de intercepto, ou termo constante representativo do custo fixo total) ocorreram por dois fatores combinados: primeiro, porque os valores atualizados monetariamente são maiores que os valores históricos; e, segundo, devido ao fato da análise de regressão utilizar o método dos mínimos quadrados, cujo objetivo é minimizar os termos de erros, ou seja, a distância entre valores observados reais e os valores previstos com base na modelagem pesquisada.

Ao utilizar os valores pesquisados pelas Equações 2 e 3 para projetar o custo total mensal com base nos valores reais de receitas líquidas de vendas mensais do primeiro semestre de 2014, foi identificado um erro médio mensal de 1,00448% na utilização da modelagem estimada com base em valores sem atualização monetária (Equação 2), e, ainda, um erro médio mensal de 0,99011% na utilização da modelagem estimada com base em valores atualizados monetariamente (Equação 3), conforme pode ser visto no Quadro 1.

**Quadro1-** Comparativo dos valores projetados de janeiro/2014 a junho/2014

Período	Gasto Projetado com base na Equação2 (SEM atualização monetária)			Gasto Projetado com base na Equação3 (COM atualização monetária)		
	Vlr. estimado	Var. (\$)	Var.(%)	Vlr. estimado.	Var. (\$)	Var.(%)
<b>Jan/2014</b>	R\$ 4.135.750,06	R\$ 39.827,36	0,95382%	R\$ 4.137.804,07	R\$ 37.773,35	0,90463%
<b>Fev/2014</b>	R\$ 4.259.561,75	R\$ 29.713,40	0,69274%	R\$ 4.260.943,91	R\$ 28.331,24	0,66051%
<b>Mar/2014</b>	R\$ 4.373.820,61	R\$ 33.474,25	0,75952%	R\$ 4.374.582,76	R\$ 32.712,10	0,74223%
<b>Abr/2014</b>	R\$ 4.474.861,48	R\$ 41.140,04	0,91098%	R\$ 4.475.075,34	R\$ 40.926,18	0,90625%
<b>Mai/2014</b>	R\$ 4.550.108,16	R\$ 59.112,54	1,28248%	R\$ 4.549.913,71	R\$ 59.306,99	1,28670%
<b>Jun/2014</b>	R\$ 4.626.966,07	R\$ 66.997,77	1,42732%	R\$ 4.626.354,56	R\$ 67.609,28	1,44035%
<b>Média</b>	R\$ 4.403.511,35	R\$ 45.044,23	1,00448%	R\$ 4.404.112,39	R\$ 44.443,19	0,99011%

Fonte: elaborado pelo autor com base nos dados da pesquisa.

Segundo as informações resumidas no Quadro 1, parece que a modelagem pesquisada a partir de valores com atualização monetária (Equação 3) foi mais eficiente na previsão dos gastos totais. Contudo, tal impressão precisa ser testada estatisticamente. Nesse sentido, conforme pode ser visto na Tabela 3, foi aplicado o teste de normalidade de Shapiro-Wilk às duas séries de dados projetados, já descritas no Quadro 1, e ambas apresentaram distribuição normal ( $p\text{-valor} > 0,05$ ), o que viabilizou a aplicação do teste t de Student (paramétrico) para comparativo de médias.

**Tabela 3-** Teste de normalidade aplicado às séries mensais de valores projetados para o primeiro semestre de 2014

Gasto Total Proj. (SEM atualização monetária)		Gasto Total (COM atualização monetária)	
Estatística SW	0,9721997	Estatística SW	0,9721999
P-valor	0,90687214	P-valor	0,90687292

Fonte: elaborado pelo autor com base nos dados da pesquisa.

Após a aplicação do teste t de Student, foi observado que aquelas duas séries de valores de custo total mensal estimados para o primeiro semestre de 2014 apresentaram médias estatisticamente iguais, conforme os parâmetros descritos na Tabela 4 (o p-valor do teste t de Student foi maior que 0,05).

**Tabela 4-** Teste t de Student pareado aplicado às séries mensais de valores projetados para o primeiro semestre de 2014

Parâmetros	Valores
T	1,4721987
Graus de Liberdade	5
P-valor	0,2009477
Média das Diferenças	601,03598
Desvio Padrão das diferenças	1000,0222
Intervalo de Confiança	95%
Limite Inferior	-448,423
Limite Superior	1650,495

Fonte: elaborado pelo autor com base nos dados da pesquisa.

Diante de tal evidência, é possível afirmar que a utilização daqueles dois modelos estimados a partir da aplicação da análise de regressão, com base em valores históricos e em valores atualizados para moeda de mesma data, não apresenta diferença do ponto de vista estatístico. Sendo que, segundo os resultados do teste de médias (teste t de Student pareado) aquelas diferenças médias mensais de R\$ 45.044,23 (1,00448%) e R\$ 44.443,19 (0,99011%) respectivamente ocorrem em função apenas do acaso e não devido ao processo de atualização monetária.

Contudo, novamente, cabe observar que a análise de regressão utiliza o método dos mínimos quadrados cujo objetivo é minimizar os termos de erros, o que, por sua vez, poderia estar provocando as variações nos coeficientes dos modelos pesquisados e, dessa forma, produzir valores com erros médios mensais estatisticamente iguais.

Para avaliar se a igualdade identificada nos erros médios mensais gerados a partir da utilização dos valores estimados com base naquelas duas modelagens (com e sem atualização monetária) estava relacionada ao acaso e/ou à adoção do método dos mínimos quadrados (utilizado no processo de estimativa pela análise de regressão linear), procedeu-se à realização de simulações com números aleatórios que tiveram como base a diferença entre os coeficientes daquelas duas modelagens pesquisadas (com e sem atualização monetária), tanto para o termo constante, ou custo fixo total, quanto para o coeficiente angular, ou custo variável unitário, conforme o resumo dos dados descritos na Tabela 5.

**Tabela 5-** Estatísticas descritivas do processo de simulação com números aleatórios

Variáveis	Mínimo	1º Quartil	Média	Mediana	3º Quartil	Máximo	Desv. Padrão	Amplitude
Custo variável unitário <sup>(a)</sup>	0,8344	0,8357	0,8368	0,8368	0,8379	0,8389	0,0013	0,0045
Custo fixo total <sup>(b)</sup>	85.139,75	91.302,66	97.192,39	97.277,40	103.125,79	109.110,09	6.918,96	23.970,34

(a) Foram simulados 1000 números aleatórios (n) entre 0 e 1, em que a fórmula para identificação dos possíveis valores estimados para o **custo variável unitário** obedeceu à seguinte metodologia de cálculo:

$$\text{Valor simulado} = \text{Custo Fixo Total da Equação 2} + (\text{Custo Fixo Total da Equação 3} - \text{Custo Fixo Total da Equação 2}) \cdot \text{número aleatório}_{(0 \leq n < 1)} = 0,8389 + (0,8344 - 0,8389) \cdot \text{número aleatório}_{(0 \leq n < 1)} = 0,8389 +$$

$$(-0,004552431) \cdot \text{número aleatório}_{(0<n<1)} = 85.089,77 - 0,004552431 \cdot \text{número aleatório}_{(0<n<1)}$$

(b) Foram simulados 1000 números aleatórios entre 0 e 1, em que a fórmula para identificação dos possíveis valores estimados para o **custo fixo total** obedeceu à seguinte metodologia de cálculo:

$$\text{Valor simulado} = \text{Custo Fixo Total da Equação 2} + (\text{Custo Fixo Total da Equação 3} - \text{Custo Fixo Total da Equação 2}) \cdot \text{número aleatório}_{(0<n<1)} = 85.089,77 + (109.124,17 - 85.089,77) \cdot \text{número aleatório}_{(0<n<1)} = 85.089,77 + 24.034,40 \cdot \text{número aleatório}_{(0<n<1)}$$

**Fonte:** elaborado pelo autor com base nos dados da pesquisa.

Após a simulação com números aleatórios, em que foram geradas 1.000 observações para cada coeficiente, foram identificadas 10 classes intervalares de valores, conforme descrito na Tabela 6. Em seguida, foram identificadas as classes intervalares com maior frequência, portanto, com maior probabilidade de ocorrência, e, realizada uma terceira projeção que contou com coeficientes obtidos a partir dos valores referentes aos pontos médios daquelas duas classes de maior frequência, conforme destaque colorido realizado na Tabela 6.

**Tabela 6-** Distribuição de frequência da simulação com números aleatórios

Custo variável unitário				Custo fixo total			
Classes	Frequência		Classes	Frequência			
	Absoluta	Relativa		Absoluta	Relativa		
0,834408 --- 0,8348617	82	8,20%	85139,75 --- 87536,79	107	10,70%		
0,8348617 --- 0,8353154	92	9,20%	87536,79 --- 89933,82	86	8,60%		
0,8353154 --- 0,8357691	99	9,90%	89933,82 --- 92330,85	87	8,70%		
<b>0,8357691 --- 0,8362228</b>	<b>113</b>	<b>11,30%</b>	92330,85 --- 94727,89	101	10,10%		
0,8362228 --- 0,8366765	77	7,70%	<b>94727,89 --- 97124,92</b>	<b>111</b>	<b>11,10%</b>		
0,8366765 --- 0,8371302	112	11,20%	97124,92 --- 99521,96	107	10,70%		
0,8371302 --- 0,8375839	108	10,80%	99521,96 --- 101918,99	104	10,40%		
0,8375839 --- 0,8380376	104	10,40%	101918,99 --- 104316,03	103	10,30%		
0,8380376 --- 0,8384913	101	10,10%	104316,03 --- 106713,06	90	9,00%		
0,8384913 --- 0,8389450	112	11,20%	106713,06 --- 109110,09	104	10,40%		
Total	1000	100,00%	Total	1000	100,00%		

**Fonte:** elaborado pelo autor com base nos dados da pesquisa.

Nessa nova simulação, cujos dados projetados e variações estão resumidos na Tabela 7, foi admitido o valor de 0,835996 para o custo variável unitário, que é referente ao ponto médio da quarta classe de observações referentes ao custo variável, ou seja, aquela cujos limites foram os valores 0,835769 (limite inferior) e 0,836223 (limite superior), e, ainda, 113 observações. Já para o custo fixo total, foi admitido o valor de 95.926,41, referente ao ponto médio da quinta classe de observações referentes ao custo fixo, ou seja, aquela cujos limites foram os valores 94.727,89 (limite inferior) e 97.124,92 (limite superior), e, ainda, 111 observações.

**Tabela 7-** Gasto total mensal projetado com base na diferença de coeficientes (Equação 2 - Equação3) e simulação de números aleatórios

Períodos	Valores projetados	Varição absoluta (\$)	Varição relativa (%)
Jan/2014	R\$ 4.132.346,36	R\$ 43.231,06	1,03533%
Fev/2014	R\$ 4.255.722,77	R\$ 33.552,38	0,78224%
Mar/2014	R\$ 4.369.579,95	R\$ 37.714,91	0,85574%
Abr/2014	R\$ 4.470.265,60	R\$ 45.735,92	1,01275%
Mai/2014	R\$ 4.545.247,75	R\$ 63.972,95	1,38793%
Jun/2014	R\$ 4.621.835,46	R\$ 72.128,38	1,53662%
Média	R\$ 4.399.166,32	R\$ 49.389,27	1,10177%

**Fonte:** elaborado pelo autor com base nos dados da pesquisa.

Uma vez que o teste de normalidade de Shapiro-Wilk, aplicado à série de valores dos gastos totais mensais projetados com base nos pontos médios das classes com maiores frequências a partir da simulação de números aleatórios, apresentou uma estatística com valor igual a 0,9722 e uma significância estatística menor que 0,05, ou seja, 0,906874, é possível afirmar que aquela série de dados apresentou distribuição simétrica ou normal, o que permitiu a aplicação do teste paramétrico comparativo de médias, isto é, o teste t de Student pareado.

Na aplicação do teste t de Student pareado para comparação entre a média dos valores projetados sem atualização monetária, portanto, com base na Equação 2, e, os valores projetados com base na diferença de coeficientes e simulação de números aleatórios, foi identificada uma estatística de valor igual a -16,42761589, e, com valor parâmetro de 0,00001525, portanto inferior a 0,05, conforme pode ser visto na Tabela 8.

**Tabela 8-** Teste t de Student comparativo de médias dos valores projetados

Parâmetros	Valores <sup>(a)</sup>	Valores <sup>(b)</sup>
T	-16,42762	-34,40475
Graus de Liberdade	5,00000	5,00000
P-valor	0,0000153	0,0000004
Média das Diferenças	-4,345,03854	-4,946,07453
Desvio Padrão das diferenças	647,88022	352,1420
Intervalo de Confiança	95%	95%
Limite Inferior	-5,024,94713	-5,315,625
Limite Superior	-3,665,12995	-4,576,524

(a) Comparativo entre a média dos valores projetados sem atualização monetária, portanto, com base na Equação 2, e, os valores projetados com base na diferença de coeficientes e simulação de números aleatórios.

(b) Comparativo entre a média dos valores projetados com atualização monetária, portanto, com base na Equação 3, e, os valores projetados com base na diferença de coeficientes e simulação de números aleatórios.

**Fonte: elaborado pelo autor com base nos dados da pesquisa.**

A aplicação do teste t de Student pareado para comparação entre a média dos valores projetados com atualização monetária, portanto, com base na Equação 3, e, os valores projetados com base na diferença de coeficientes e simulação de números aleatórios, foi identificada uma estatística de valor igual a -34,40475, e, com valor parâmetro de 0,0000004, portanto, também inferior a 0,05, conforme pode ser visto na Tabela 8.

Essas duas evidências permitem rejeitar a hipótese de compatibilidade das medições entre aquelas duas amostras, e, inferir que tanto a média dos valores projetados sem atualização monetária quanto a média dos valores projetados com atualização monetária são estatisticamente diferentes da média dos valores projetados com base na diferença de coeficientes e simulação de números aleatórios.

Nesse sentido, se existe diferença entre aquelas médias, pode-se afirmar que tais diferenças não ocorrem em função do acaso, logo, elas existem devido ao processo de atualização monetária dos valores, utilizado para estimativa da modelagem analítico-preditiva de custos com base na análise de regressão linear, e, ainda, pôde-se comprovar que essa metodologia analítica (regressão linear) tende a ajustar os respectivos coeficientes, de tal forma que não se percebam diferenças, estatisticamente significativa, na utilização de valores atualizados monetariamente.

Contudo, comparativamente aos valores reais observados neste estudo de caso, o gasto projetado com base na Equação 3 (com atualização monetária) foi aquele que apresentou menor variação média no processo de estimativa, pois, nesse caso, foi observado um erro médio/mensal de 0,99011%, conforme pôde ser visto no Quadro 1. Ao passo que, na estimativa (gasto projetado) com base na Equação 2 (sem atualização monetária) foi observado um erro médio/mensal de 1,00448%, conforme pôde ser visto no Quadro 1, e, ainda, na estimativa do gasto total mensal com base na diferença de coeficientes (Equação 2 -

Equação 3) e simulação de números aleatórios, foi identificado um erro médio/mensal de 1,10177%, conforme pôde ser visto na Tabela 7.

## 5 Considerações Finais

Ao analisar se poderiam existir diferenças significativas em modelos analíticos de custos, estimados com base na análise de regressão linear, em que se utiliza ou não a atualização monetária dos valores históricos referentes a gastos realizados em períodos passados, esta pesquisa identificou que a modelagem pesquisada a partir de valores com atualização monetária pareceu ser mais eficiente na previsão dos gastos totais.

Entretanto, ao ser testada estatisticamente, essa hipótese não pode ser confirmada, pois, comparativamente, as médias dos valores estimados (com e sem atualização monetária) apresentaram-se iguais.

A partir desse fato, identificou-se a possibilidade daquela igualdade de médias ter ocorrido em função dos ajustes realizados em função da própria análise de regressão linear, uma vez que, ela utiliza o método dos mínimos quadrados cujo objetivo é minimizar os termos de erros, o que poderia produzir valores com erros médios mensais estatisticamente iguais.

No intuito de avaliar se aquela igualdade estava relacionada ao acaso ou à adoção do método dos mínimos quadrados, procedeu-se à realização de simulações com números aleatórios, o que permitiu inferir que tanto a média dos valores projetados sem atualização monetária quanto a média dos valores projetados com atualização monetária eram estatisticamente diferentes da média dos valores projetados com base na diferença dos coeficientes pesquisados a partir da simulação de números aleatórios.

Isso por sua vez sinalizou que tais diferenças ocorreram devido ao processo de atualização monetária dos valores e devido ao processo de simulação com números aleatórios, de tal forma que, pôde-se observar que a metodologia utilizada no processo de regressão linear (método dos mínimos quadrados) tende a ajustar os coeficientes pesquisados, o que levou, inicialmente, a não serem percebidas diferenças, estatisticamente significativas, na utilização de valores atualizados monetariamente.

Segundo este estudo de caso, ao final, ficou constatado que a modelagem que utilizou valores atualizados monetariamente foi aquela que apresentou menor índice relativo de erro médio mensal, no processo de estimação de custos totais.

Como principal limitação desta investigação, cabe destacar o fato dela ter sido desenvolvida com base em um estudo de caso único, motivo pelo qual seus resultados não podem ser generalizados.

A despeito daquela limitação, espera-se que os resultados deste estudo possam contribuir com outras pesquisas relacionadas ao processo de análise do comportamento dos custos baseada na aplicação da análise de regressão linear simples.

## Referencias

ACKOFF, R. L.; SASIENI, M; W.. **Pesquisa operacional**. Rio de Janeiro: LTC, 1971.

ATKINSON, A. A. *et al.* **Contabilidade gerencial**. São Paulo: Atlas, 2000.

BANCO CENTRAL DO BRASIL. Índices

de preços no Brasil: com informações até março de 2015. Brasília: Departamento de Relacionamento com Investidores e Estudos Especiais, 2015. Disponível em:

<http://www4.bcb.gov.br/pec/gci/port/focus/FAQ%20-%20C3%8Dndices%20de%20Pre%20C3%A7os%20no%20Brasil.pdf>. Acesso em: 12 jul. 2015.

BUSSAB, W. de O.; MORETTIN, P. A. **Estatística básica**. 5. ed: São Paulo, 2006

COLODETI FILHO, É.; GOMES, C. E. de A.; TEIXEIRA, A. J. C.. Uma reflexão sobre a segregação dos custos com o uso da análise de regressão linear: o caso da Espírito Santos Borrachas. In: CONGRESSO USP DE CONTROLADORIA E CONTABILIDADE, 3., 2003, São Paulo. **Anais...** São Paulo, FEA/USP, 2003. Disponível em: <<http://www.congressosp.fipecafi.org/web/artigos32003/default.asp?con=1>>. Acesso em: 20 jul. 2015.

COSTA, P. de S.; DE MEDEIROS, O. R.; SILVA, C. A. T.. Testes empíricos sobre o comportamento assimétrico dos custos nas empresas brasileiras. In: CONGRESSO USP DE CONTROLADORIA E CONTABILIDADE, 4., 2004, São Paulo. **Anais...** São Paulo, FEA/USP, 2004. Disponível em: <<http://www.congressosp.fipecafi.org/web/artigos42004/110.pdf>> Acesso em: 19 jul. 2015.

DOWNING, D.; CLARK, J.. **Estatística aplicada**. 2.ed. São Paulo: Saraiva, 2006.

ESTATCAMP CONSULTORIA ESTATÍSTICA EM QUALIDADE. **Sistema Action**. São Carlos-SP, 2014. Copyright 1997-2014 Estatcamp. Disponível em: <<http://www.portalaction.com.br/>>. Acesso em: 05 mar.2015.

FÁVERO, L.P. *et al.* **Análise de dados**: modelagem multivariada para tomada de decisões. São Paulo: Elsevier, 2009

GARRISON, R. H.; NOREEN, E. W. **Contabilidade gerencial**. 9. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2001.

HANSEN, D. R.; MOWEN, M. M. **Gestão de custos**: contabilidade e controle. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2003.

HORNGREN, C. T.; FOSTER, G.; DATAR, S. M.. **Contabilidade de custos**: uma abordagem gerencial. 11. ed. Rio de Janeiro: Prentice Hall, 2004.

IUDÍCIBUS, S. de. **Contabilidade gerencial**. 6. ed. São Paulo, 1998.

IUDÍCIBUS, S. **Análise de balanços**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 1998.

JIAMBALVO, J.. **Contabilidade gerencial**. 3. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2009.

MAHER, M.. **Contabilidade de custos**: criando valor para a administração. São Paulo: Atlas, 2001.

MATARAZZO, D. C. **Análise financeira de balanços**: abordagem básica gerencial. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2003.

YIN, R. K. **Estudo de caso**: planejamento e métodos. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.