

# **ANÁLISE EMPÍRICA DO IMPACTO DA IMPLEMENTAÇÃO DO E-TICKETING PELAS COMPANHIAS AÉREAS SOBRE O CUSTO DOS SERVIÇOS PRESTADOS: O CASO TAM S.A.**

**PEDRO HENRIQUE DUARTE OLIVEIRA**

**Edwin Pinto de La Sota Silva**

**MAURO CELSO GOMES FERREIRA**

**FERNANDO NAZARETH CARDOSO**

**ISABEL CRISTINA HENRIQUES SALES**

## **Resumo:**

*Com a crescente utilização de plataformas tecnológicas para o comércio eletrônico, busca-se cada vez mais colher evidências acerca dos efeitos da sua implementação no desempenho das companhias. O presente artigo tem como objetivo testar a hipótese de melhoria da eficiência operacional da companhia aérea TAM S.A., a partir de uma análise empírica aplicada aos seus custos operacionais. A separação dos custos em seus componentes fixos e variáveis foi realizada através de análise de regressão linear entre as variáveis custo dos serviços prestados e receita operacional líquida, extraídas das demonstrações contábeis publicadas entre os anos de 1999 e 2005. A relação entre as variáveis identificadas foi testada por intermédio do coeficiente de correlação ( $r$ ), do coeficiente de determinação ( $r^2$ ) e da estatística  $t$ . Teste paramétrico de igualdade de médias foi, então, aplicado sobre séries de tempo anteriores e posteriores à utilização de plataforma e-commerce B2C, visando alcançar o objetivo do estudo. O resultado obtido corrobora com a hipótese dessa pesquisa, ou seja, o período posterior ao evento apresenta melhoria significativa da eficiência operacional da companhia, comparativamente ao período anterior.*

**Área temática:** *Aplicação de Modelos Quantitativos na Gestão de Custos*

## **Análise empírica do impacto da implementação do *e-ticketing* pelas companhias aéreas sobre o custo dos serviços prestados: o caso Tam S.A.**

### **Resumo**

Com a crescente utilização de plataformas tecnológicas para o comércio eletrônico, busca-se cada vez mais colher evidências acerca dos efeitos da sua implementação no desempenho das companhias. O presente artigo tem como objetivo testar a hipótese de melhoria da eficiência operacional da companhia aérea TAM S.A., a partir de uma análise empírica aplicada aos seus custos operacionais. A separação dos custos em seus componentes fixos e variáveis foi realizada através de análise de regressão linear entre as variáveis *custo dos serviços prestados* e *receita operacional líquida*, extraídas das demonstrações contábeis publicadas entre os anos de 1999 e 2005. A relação entre as variáveis identificadas foi testada por intermédio do coeficiente de correlação ( $r$ ), do coeficiente de determinação ( $r^2$ ) e da estatística  $t$ . Teste paramétrico de igualdade de médias foi, então, aplicado sobre séries de tempo anteriores e posteriores à utilização de plataforma *e-commerce* B2C, visando alcançar o objetivo do estudo. O resultado obtido corrobora com a hipótese dessa pesquisa, ou seja, o período posterior ao evento apresenta melhoria significativa da eficiência operacional da companhia, comparativamente ao período anterior.

**Palavras-chave:** Comportamento de custos. *E-ticketing*. Comércio eletrônico.

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

### **1 INTRODUÇÃO**

Durante a década de 90, a utilização da Internet duplicou a cada cem dias e, ainda, inspirou a chamada “revolução do *e-commerce*”, favorecendo mudanças aos fundamentos empresariais e fontes de vantagem competitiva (LAUDON e LAUDON, 2004). O comércio eletrônico alterou o modo de condução dos negócios e como as empresas forneciam serviços aos seus clientes.

Com isso, o mercado torna-se mais dinâmico e exigente quanto ao preço e qualidade dos produtos e serviços ofertados. Logo, a busca por novas ferramentas para auxílio dos gestores tornou-se constante. Investimentos em programas de qualidade, incluindo o comércio eletrônico, e em otimização de custos no processo produtivo, com o intuito de tornar os produtos mais competitivos em termos de preço e qualidade, são exemplos de diversas decisões relevantes adotadas pelas companhias.

Dessa forma, a otimização dos custos assume papel importante em prol da produtividade, pois a partir dela as organizações passaram a concorrer, de uma forma mais igualitária, com os preços já praticados. A implantação de plataformas *e-commerce* corroboram com esse cenário, provocando impacto significativo na estrutura de custos das companhias, conforme identificado nessa pesquisa através de análise empírica dos custos dos serviços prestados por uma empresa aérea.

O *e-commerce*, quando efetivamente implantado, resulta em custos mais baixos e aumenta a interação direta entre uma empresa e seus clientes, fornecedores, provedores de serviços e outros participantes da cadeia de valor (LAUDON e LAUDON, 2004). Dessa

forma, torna-se primordial a busca pela identificação do impacto da utilização do comércio eletrônico para um empreendimento.

Conforme exposto, o benefício da implantação de novas ferramentas de comércio ocorre, principalmente, na estrutura de custos. Logo, é necessário compará-las, antes e após a implantação de determinadas tecnologias, como forma de identificar os efeitos sobre a performance das empresas. Para Oliveira e Lima (2002), o processo clássico de comparar empresas antes e depois da ocorrência de qualquer evento importante é a confrontação de indicadores de desempenho, coletados a partir dos relatórios e demonstrações contábeis, de forma a verificar se essas companhias apresentaram mudanças expressivas, isto é, com significâncias estatísticas nos períodos posteriores ao evento.

O presente trabalho avança nessa discussão, utilizando evidências empíricas, com apreciações sobre as *performances* “pré e pós” implantação de plataforma *e-commerce*, dando ênfase à avaliação da utilização do bilhete eletrônico (*e-ticket*) e seu impacto direto sobre os custos variáveis. O intuito do estudo é identificar mudanças significativas no desempenho das companhias, levando-se em consideração a utilização de comércio eletrônico empresa-consumidor (*e-commerce B2C*<sup>1</sup>). O comércio através do *e-ticket* pelas companhias aéreas valida essa observação. Essa pesquisa foi igualmente motivada pela dificuldade encontrada em se conhecer os custos de uma empresa em uma visão comportamental, já que as normas contábeis vigentes exigem a reprodução de resultados apenas em uma visão funcional de custos.

Portanto, o objetivo fundamental dessa pesquisa é testar a hipótese de redução dos custos variáveis de uma companhia aérea, a partir da identificação empírica do comportamento dos seus custos de prestação de serviços, após a implementação do bilhete eletrônico (*e-ticket*). Para atingir o objetivo enunciado, faz-se necessário estimar uma função de custos, identificando os custos fixos e variáveis.

O trabalho está dividido em oito seções. Após essa introdução, é apresentado o “estado da arte” sobre o tema, incluindo trabalhos publicados sobre os efeitos da implementação de novas tecnologias no desempenho das companhias. A terceira seção traz uma revisão bibliográfica do tema pesquisado e o referencial teórico que envolve o processo de análise comportamental de custos e como segregá-los. A quarta seção descreve aspectos teóricos do comércio eletrônico, com ênfase na plataforma tecnológica *e-commerce B2C*. A quinta seção mostra a metodologia abordada na pesquisa. A sexta seção apresenta o desenho da pesquisa, indicando como foi realizada, a fonte de informações, o tratamento, a descrição das variáveis, as amostras, as hipóteses e os testes. A seção sete discorre sobre os resultados alcançados acompanhados de comentários. Finalmente, a oitava seção apresenta as considerações finais..

## 2 ESTUDOS PRÉVIOS

Algumas pesquisas surgiram como forma de identificar o impacto da utilização de plataformas tecnológicas sobre determinadas estruturas empresariais. Dentre um universo de estudos realizados percebe-se que muitas questões ainda não foram levantadas, principalmente no tocante à eficiência e produtividade.

Embora não amplamente difundido e a maioria das transações ainda ocorrerem via canais convencionais, um número cada vez maior de consumidores e empresas estão usando a Internet como mecanismo de comércio eletrônico. Estima-se que até o final de 2006 o total de despesas de consumidores e empresas em *e-commerce* poderá ultrapassar 5 trilhões de dólares (LAUDON e LAUDON, 2004).

Chun e Wei (2004) realizaram pesquisa sobre a utilização do *m-commerce* em harmonia com a emissão de bilhetes eletrônicos (*e-ticket*), sem analisar o impacto sobre variáveis contábeis. O trabalho inclui um total de 17 agências classificadas em três grupos

através de uma análise multivariada de *clusters*. Os resultados encontrados acenam para o crescimento de agências *on-line*, a utilização do *m-ticket* (*mobile ticketing*) e o desenvolvimento do mercado de *developers* de plataformas móveis.

A Delta AirLines (2003) realizou uma pesquisa através de uma equipe de pesquisadores utilizando a própria empresa para um estudo de caso. O objetivo do trabalho era identificar o atual cenário empresarial em que se enquadrava a companhia e as possíveis ações estratégicas inovadoras para, dessa forma, se adaptar ao novo ambiente. Os resultados do estudo demonstraram a capacidade administrativa, gerencial e tecnológica da empresa e seu processo de adequação às novas exigências de mercado. A pesquisa mostrou que a utilização do *e-ticketing* e de quiosques *self-service* para aquisição de bilhetes reduziu cerca de US\$ 25 em relação aos tradicionais bilhetes de papel (*paper tickets*).

Estudo desenvolvido por Oliveira e Lustosa (2005) buscou avaliar o desempenho de uma companhia privatizada em termos operacionais, considerando os custos primários como indicador de *performance*. A pesquisa incluiu a Companhia Vale do Rio Doce como objeto do estudo e os resultados corroboraram com a hipótese desenvolvida pelos autores, ou seja, o desempenho da companhia após a privatização, observado através de um enfoque comportamental dos custos, é estatisticamente superior ao período sob o domínio estatal.

O presente estudo avança nessa discussão, buscando avaliar o desempenho de uma companhia aérea sob um novo contexto, o do comportamento de custos. Essa visão propicia uma avaliação das variações dos custos totais ocasionadas por mudanças nas plataformas tecnológicas (nesse caso, a utilização do *e-commerce* B2C). O custo variável apresenta-se como fator preponderante na análise, tendo em vista que a redução deste indica utilização, mesmo que parcial, de tecnologias como o *e-ticketing* (redução da emissão de *paper tickets* e da utilização de mão-de-obra operacional). Logo, a pesquisa enfatiza essa visão comportamental como forma de colher evidências sobre a *performance* da companhia.

### **3 REFERENCIAL TEÓRICO**

#### **3.1 Comportamento de Custos**

Uma das características dos sistemas de custeio é registrar os custos dos recursos adquiridos e rastrear o modo como estão sendo empregados. A rastreabilidade é a capacidade de se atribuir um custo ao objeto de custo de maneira economicamente plausível por um relacionamento causal. O registro dos recursos adquiridos e utilizados permite aos administradores observarem qual o comportamento dos custos. (HORNGREN, FOSTER e DATAR, 2004).

O estudo do comportamento de custos não é relevante apenas aos pesquisadores e acadêmicos. Sua importância adquire amplitude com a inclusão de toda a classe de profissionais que estão diretamente envolvidos em atividades empresariais. Tal importância sustenta-se no fato de que a maioria das decisões gerenciais exige que os gestores possuam conhecimento de como os custos podem variar em função do nível de atividade (COSTA, MEDEIROS e SILVA, 2004).

Para Garrison e Noreen (2001), “o comportamento do custo significa como um custo reagirá ou responderá a mudanças no nível de atividade”. Hansen e Mowen (2001) definem que “o comportamento de custos é o termo geral para descrever se um custo muda quando o nível de produção muda”. Segundo esses autores, a descrição do comportamento de custos requer a medida de execução de atividade, indicada pelos direcionadores de custos.

Os direcionadores de custos explicam mudanças nos custos em um determinado período de tempo. É uma variável que causalmente afeta os custos, ou seja, existe determinada relação de causa e efeito entre mudanças no nível de atividade ou volume e no nível total de custos, dentro de uma faixa relevante.

Faixa relevante, segundo Horngren, Foster e Datar (2004) “é 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”. Dentro da faixa relevante, a suposição de relação entre os custos é válida para os níveis normais de operação.

Dentro dessa abordagem, os custos são classificados em fixos ou variáveis. Os custos fixos são identificados como aqueles que não se alteram, em seu total, em função do nível de atividade, ou seja, o total desses permanece constante, dentro de uma faixa relevante, independentemente da quantidade produzida. Os custos variáveis são aqueles que se alteram em função do nível de atividade. O custo variável muda, em seu total, à medida que ocorrem alterações no nível relativo de atividade (HORNGREN, FOSTER e DATAR, 2004). É importante destacar o uso da expressão “em seu total” na definição dos custos fixos e variáveis. Os comportamentos desses, tomados por unidade, apresentam uma situação particular. Os custos fixos unitários são variáveis e os custos variáveis unitários são fixos, dentro da faixa relevante.

Os custos variáveis são compostos de todos os custos diretos e alguns custos indiretos de produção. Custos diretos são aqueles diretamente envolvidos na produção de um bem ou serviço e que podem e devem ser medidos. Os custos indiretos são custos necessários à produção e de difícil atribuição de determinada parcela a cada produto.

A pesquisa utiliza-se de tais conceitos a partir da utilização dos custos variáveis como forma de aferir, estatisticamente, o desempenho de uma companhia aérea após a implantação de plataforma tecnológica *e-commerce* B2C. Os custos variáveis são comparados antes e após o evento como forma de analisar o impacto causado nessa estrutura. O que se espera após a utilização do *e-ticketing* é uma redução dos custos operacionais variáveis e, conseqüentemente, aumento nas receitas. Observada tal situação, pode-se inferir que houve uma melhoria em termos operacionais e, logo, no desempenho empresarial como um todo.

### **3.2 Análise quantitativa para estimar custos**

A análise quantitativa é um método que utiliza dados históricos de custos, com o auxílio de cálculos matemáticos, para prever custos futuros. Segundo Horngren, Foster e Datar (2004), existem seis etapas que caracterizam uma estimativa de função de custos utilizando a análise quantitativa de dados históricos: a) escolher a variável dependente; b) identificar a variável independente; c) coletar dados da variável dependente e do critério do custo; d) representação gráfica dos dados; e) estimativa da função de custo; f) avaliação do critério de custo da função de custo estimada.

Para os mesmos autores, a escolha da variável dependente tem relação direta com a função de custo que procura se estimar. A identificação da variável independente é necessária, pois é o fator utilizado para prever a variável dependente. A coleta de dados pode ser considerada como um momento árduo da análise de custos. Precisam-se obter dados, sejam eles publicados mediante entrevistas formais ou informais, documentos obtidos na empresa, ou estudo minucioso. A representação gráfica mostra a relação observada entre as variáveis. Além disso, o gráfico de dispersão auxilia no tratamento das observações extremas, as quais o analista deve verificar.

Estimar a função de custos requer a utilização de modelos. Para efeito desse estudo, apenas o método de análise de regressão será apresentado, por ser essa a técnica utilizada na pesquisa. A avaliação do critério de custos busca identificar se uma variável pode ser explicada pelas variações de outra. Nessa etapa busca-se determinar o direcionador de custo que melhor represente as variações de custos totais ao se estimar uma função de custos. Deve-se observar a plausibilidade econômica, o ajuste do modelo e a significância da variável

independente. Não obstante, essa pesquisa procurou analisar a relação existente entre as variáveis observando essas características.

### **3.3 Análise de regressão**

O método de análise de regressão utiliza todas as informações possíveis e disponíveis para estimar uma função de custos. É um método estatístico que mede a variação média da variável dependente associada a uma variação unitária de uma ou mais variáveis independentes (HORNGREN, FOSTER e DATAR, 2004).

Para Garrison e Noreen (2001), o método de análise de regressão é mais objetivo e preciso para determinar a linha de regressão do que outros métodos. A linha de regressão é obtida por meio da técnica dos mínimos quadrados, que nada mais é do que a minimização da soma dos quadrados das diferenças verticais entre os pontos de dados e a reta de regressão. Essa diferença vertical é denominada resíduo e mede a diferença entre o valor real e o valor obtido para cada observação.

Segundo Filho, Gomes e Teixeira (2003), a análise de regressão permite, com base nos dados históricos colhidos, construir uma reta que melhor se ajusta a um conjunto de pontos representativos de dados sobre o comportamento das variáveis. Para os mesmos autores, o comportamento de custos passados representa em muitas situações a única informação disponível como forma de se projetar custos futuros.

Oliveira e Lustosa (2005) afirmam que os registros contábeis também favorecem essa visão, uma vez que revelam apenas os custos totais sem segregá-los em seus componentes fixos e variáveis. Para tanto, Hansen e Mowen (2001) sugerem que apenas mediante um esforço formal para separar custos é que todos esses poderão ser classificados em suas categorias apropriadas de comportamento.

Ainda segundo os mesmos autores (2001), a análise de regressão “[...] fornece informações que podem ser usadas para ver quão confiável a equação de custos é, diferentemente dos demais métodos”.

## **4 COMÉRCIO ELETRÔNICO**

Para Laudon e Laudon (2004), o comércio eletrônico conceitua-se como um “processo de compra e venda de bens e serviços, com transações comerciais computadorizadas, utilizando a Internet, redes e outras tecnologias digitais”. Corroborando essa idéia, Moscove, Simkin e Bagranoff (2002) afirmam que o comércio eletrônico “refere-se a realizar negócios com computadores e comunicação de dados”. Para esses autores, a grande maioria das transações é realizada via Internet, mas algumas empresas também realizam tal comércio por meio de linhas de transmissão próprias<sup>ii</sup>.

Tanto o comércio quanto os negócios eletrônicos podem mudar fundamentalmente o modo como são conduzidos os negócios. Para utilizar a Internet e outras tecnologias digitais com sucesso no comércio eletrônico, na empresa eletrônica e na criação de empresas digitais, as organizações provavelmente terão de redefinir seus modelos de negócios, reinventar processos de negócios, mudar as culturas corporativas e criar relacionamentos muito mais próximos com clientes e fornecedores (LAUDON e LAUDON, 2004).

### **4.1 Introdução ao e-ticketing**

Antes da introdução do comércio de bilhetes eletrônicos, os custos de distribuição abrangendo desde comissões de agentes de viagem até estoque de passagens eram altos em todo o setor aeroviário. Esses custos representavam, em média, 24% dos custos totais, sendo mais altos até mesmo do que os custos com combustíveis (LAUDON e LAUDON, 2004)<sup>iii</sup>.

As empresas que passaram a utilizar a plataforma de *e-ticketing* experimentaram consideráveis reduções em seus custos operacionais e, conseqüentemente, obtiveram benefícios adicionais na redução do tempo de *check in* e economia de mão-de-obra administrativa. A utilização de comércio eletrônico viabilizou a inversão de vendas por meio de agentes de viagem para vendas diretas em cerca de 33% (LAUDON e LAUDON, 2004).

Especialistas do setor de aviação aérea acreditavam que o *e-ticketing* inevitavelmente tomaria o lugar da emissão tradicional de passagens aéreas, tendo em vista uma série de benefícios discutidos no quadro 1 e outros benefícios tratados como “óbvios” para a empresa.

O principal benefício do *e-ticketing* para as empresas aéreas incluía a transferência de uma parte das vendas efetuadas por agências de viagem, repletas de comissões e tarifas de reservas por segmento, para canais de vendas diretas. Como resultado desses benefícios, no início do ano 2000 o *e-ticketing* tinha se tornado preponderante na América do Norte e representava cerca de 40% do total de reservas das principais empresas (LAUDON e LAUDON, 2004).

	<b>Vantagens</b>	<b>Desvantagens</b>
<b>Linhas aéreas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Habilita novos canais de distribuição;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Incerteza quanto à aceitação do público viajante;</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Beneficia vendas diretas, eliminando intermediários caros;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Exibição de informações legais como os termos de responsabilidade de Varsóvia;</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Elimina a produção de bilhetes em papel;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Verificação da identidade do cliente;</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Economia de mão-de-obra em termos de funções de vendas, manuseio de passageiros e contabilidade;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ameaça de fraude – em termos de emissão não autorizada de <i>e-tickets</i> e pagamento fraudulento via cartão de crédito;</li> </ul>
<b>Clientes</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Maior flexibilidade na compra de bilhetes;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Complicações resultantes de erro do sistema ou do usuário, como duplicação de reserva;</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Conveniência de viajar sem documentos reais, que podem ser perdidos, roubados ou destruídos;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Maior risco de não utilizar um bilhete por esquecimento, especialmente passageiros corporativos;</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Eficiência melhorada no <i>check in</i> ou possibilidade de auto <i>check in</i>;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Possibilidade de deficiência em sistemas – particularmente no caso de alterações de última hora.</li> </ul>

Fonte: Adaptado de Laudon e Laudon, 2004.

Quadro 1 – Vantagens e desvantagens do *e-ticketing* para as linhas aéreas e os clientes.

Empresas aéreas que implementaram o *e-ticketing* conquistaram economias nos custos de distribuição com as vendas na Internet e a automatização de muitos processos de vendas. De acordo com os relatórios anuais da companhia em estudo, a partir de 2001 foi difundido o uso do *e-ticketing* como ferramenta alternativa à emissão de passagens aéreas em papel. A TAM S.A. investiu no aprimoramento do sistema de emissão de *e-tickets*, cujas vendas cresceram 708% do ano de 2000 para 2001<sup>iv</sup>, apesar da retração do mercado em função dos ataques ao World Trade Center em 11 de setembro<sup>v</sup>.

## 5 METODOLOGIA

Esse trabalho baseia-se num estudo empírico-analítico aplicado a uma companhia aérea específica, identificando por meio das demonstrações financeiras societárias publicadas, equações de custos e seus componentes fixos e variáveis. A metodologia utilizada para segregar os custos envolverá a técnica estatística de regressão linear aplicado às variáveis identificadas. A relação entre as variáveis será analisada por intermédio do coeficiente de correlação ( $r$ ), o coeficiente de determinação ( $r^2$ ) e pela estatística  $t$ .

A metodologia abordará, também, análises quantitativas para comparar os custos operacionais variáveis da companhia, antes e depois da implementação do *e-ticketing*, com a premissa de que existe diferença entre esses custos nos períodos analisados.

## 6 FONTE DE DADOS, AMOSTRA, MENSURAÇÃO E ROBUSTEZ DAS VARIÁVEIS

A pesquisa empírica foi utilizada como forma de comparar o desempenho de uma única companhia em momentos distintos – antes e depois da utilização da plataforma tecnológica *e-commerce* B2C (*e-ticketing*).

O presente estudo tomou como base as demonstrações financeiras publicadas pela TAM S.A., entre 1999 e 2005. Os valores obtidos foram extraídos do banco de dados da Economática e da Bolsa de Valores de São Paulo (BOVESPA), por intermédio do aplicativo Divulgação Externa<sup>vi</sup>.

As variáveis analisadas nessa pesquisa limitam-se a duas – o custo dos serviços prestados - CSP e a receita operacional líquida – ROL. Supõe-se um relacionamento linear entre as variáveis e sua distribuição assemelha-se à distribuição normal. Os valores dessas foram obtidos trimestralmente, sem a exclusão de períodos da amostra. Os dados utilizados são consolidados e os montantes expressos em milhares de reais.

Os números selecionados foram agrupados em duas amostras, uma contemplando o período antes da utilização do bilhete eletrônico e outra, o período após a implementação da plataforma. A primeira amostra contempla 12 observações e a segunda amostra, 16 observações. Os dados dos balanços foram corrigidos pelo Índice de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA), para que fosse refletido o efeito inflacionário do período.

A análise consiste em calcular, por intermédio do modelo estatístico de regressão linear simples, os parâmetros de inclinação que correspondem aos custos variáveis por unidade e compará-los para os períodos pré e pós-implementação. Segundo Stevenson (1981), “a regressão linear simples constitui uma tentativa de estabelecer uma equação matemática linear (linha reta) que descreva o relacionamento entre duas variáveis”. A análise sob esse enfoque procura fornecer informações sobre o desempenho da companhia sob determinada ótica.

### 6.1 Modelo de Regressão

Pode-se inferir através dessa pesquisa que o custo dos serviços prestados é uma função direta da receita operacional líquida. Aplicando-se o modelo de regressão linear simples para as variáveis identificadas, estas retornam uma equação cujos componentes englobam os custos fixos e variáveis unitários de produção mais um erro aleatório.

Portanto, a relação entre as variáveis adotadas no modelo é identificada através da seguinte equação:

$$CSP = f(ROL)$$

O problema a ser resolvido, portanto, é determinar uma função que se apresente mais adequada para expressar a relação entre as variáveis. Essa função é representada pela reta que gere o menor valor para o somatório dos desvios, conforme as figuras 1 e 2 do item seguinte.

Logo, utilizando o modelo de regressão linear simples, busca-se explicar o comportamento dos custos através da seguinte equação:

$$Y = \alpha + \beta ROL + \varepsilon$$

Onde:

$Y$  = Custo total (variável dependente);

$\alpha$  = Total de custos fixos (intercepto);

$\beta$  = Custo unitário variável em função da ROL;

$\varepsilon$  = Erro aleatório (perturbação).

## 6.2 Representação gráfica das variáveis

As figuras 1 e 2 mostram a dispersão dos dados obtidos para as variáveis analisadas (CSP e ROL).

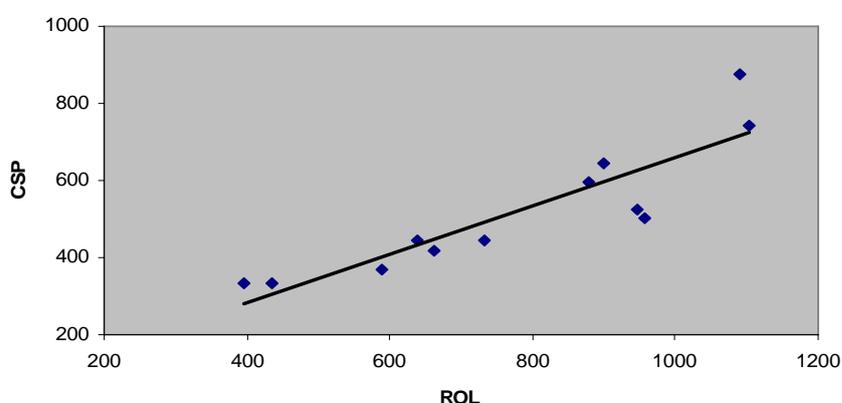


Figura 1  
CSP x ROL (R\$ Milhares)  
Período pré-implementação (1999 a 2001)

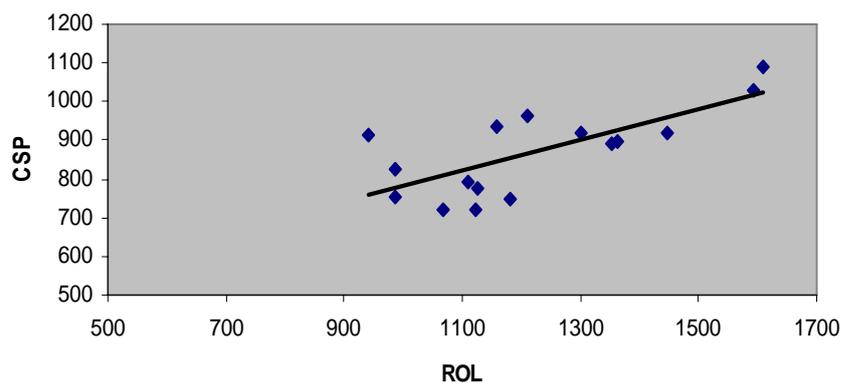


Figura 2  
CSP x ROL (R\$ Milhares)  
Período pós-implementação (2002 a 2005)

O diagrama de dispersão é uma forma simples e intuitiva de verificar a existência de correlação entre as variáveis analisadas. Para Hansen e Mowen (2001), “um dos propósitos do diagrama de dispersão é avaliar a validade do suposto relacionamento linear”. A inspeção do gráfico de dispersão auxilia o pesquisador quanto à necessidade de se expurgar da amostra

pontos que não parecem se adequar ao padrão de comportamento (*outliers*). A decisão pela retirada ou não desses *outliers* cabe ao analista, desde que não comprometa a análise como um todo.

As figuras 1 e 2 apresentam, também, uma reta que melhor se ajusta aos pontos plotados no diagrama de dispersão, baseada na técnica dos mínimos quadrados. Segundo Hansen e Mowen (2001), o método dos mínimos quadrados identifica a linha de melhor ajuste para um conjunto de pontos. Optou-se por suprimir as fórmulas que produzem a linha de melhor ajuste, haja vista que a teoria utilizada (análise de regressão) é facilmente encontrada na literatura sobre teoria estatística<sup>vii</sup>.

Nenhum *outlier* foi excluído nessa pesquisa. Reproduziu-se fielmente o resultado das variáveis encontradas de modo a não influenciar nas demais análises estatísticas. Os gráficos e a linha de tendência foram obtidos por intermédio do aplicativo *Excel*. As demais análises apresentadas nesse estudo foram obtidas pelo mesmo aplicativo.

### 6.3 Análise de regressão

Embora haja importância na utilização do diagrama de dispersão na verificação da existência de correlação entre as variáveis, ele não fornece com um maior grau de precisão as aderências entre as séries, ou seja, quão próximos estão os pontos em torno da reta. A intensidade dessa aderência é identificada pelo coeficiente de correlação linear de Pearson ( $r$ ) (BRAULE, 2002). Nos dois casos analisados observou-se correlação positiva entre as variáveis conforme a tabela 1.

Tabela 1 – Coeficientes de correlação de Pearson para as amostras

Coeficiente de correlação ( $r$ )	Amostra 1	Amostra 2
	Período pré-implementação	Período pós-implementação
	0,89	0,73

Fonte: elaboração própria

O objetivo ao calcular o coeficiente de correlação foi determinar se havia algum relacionamento estatístico entre as variáveis analisadas. Encontrou-se para a amostra 1 um  $r = + 0,89$  que revela um relacionamento positivo forte entre os dois conjuntos de dados. Já a amostra 2 apresentou um  $r = + 0,73$  inferindo haver, também, uma forte correlação positiva entre as variáveis do estudo. Isso significa que existe uma correlação direta entre elas, ou seja, o custo dos serviços prestados aumenta (ou diminui) quando aumenta (ou diminui) a receita operacional líquida.

Segundo Stevenson (1981), “o valor de  $r$  pode ser enganoso”. Para ele, uma medida estatística mais significativa seria o coeficiente de determinação ( $r^2$ ). Horngren, Foster e Datar (2004) afirmam que “o método da análise de regressão calcula uma medida de aderência, o coeficiente de determinação”. O  $r^2$  indica a porcentagem de variação de uma variável que é explicada estatisticamente pela variação na outra variável. O ajustamento da reta aos pontos observados é tanto melhor quanto mais perto de 1 estiver o valor do coeficiente de determinação. A tabela 2 mostra os coeficientes de determinação das duas amostras.

Tabela 2 – Coeficientes de determinação para as amostras

Coeficiente de determinação ( $r^2$ )	Amostra 1	Amostra 2
	Período pré-implementação	Período pós-implementação
	0,80	0,53

Fonte: elaboração própria

Para a amostra 1 obteve-se um  $r^2$  igual a 0,80, significando que 80% da variação dos pontos em torno das médias grupais pode-se explicar pelo relacionamento entre as duas variáveis. A amostra 2 obteve um  $r^2$  igual a 0,53. Inversamente à explanação anterior, 47% da variação dos pontos em torno das médias grupais não podem ser explicados pelo relacionamento, atribuídos a outros fatores não incluídos nesse estudo. Não é conveniente depender exclusivamente do coeficiente de determinação, que pode levar o pesquisador à escolha indiscriminada de variáveis independentes que aumentam o  $r^2$ , mas não possuem relação econômica plausível como os direcionadores de custos.

Outra forma alternativa de análise seria a estatística  $t$  para o parâmetro de inclinação. O que se deseja testar são as situações em que há correlação entre as variáveis e as situações em que não há. Se não há correlação entre as variáveis analisadas é de se supor que o parâmetro de inclinação seja zero. Os valores de  $t$  para as amostras 1 e 2 são apresentados na tabela 3.

**Tabela 3 – Valores de  $t$  para as amostras**

Estatística $t$	Amostra 1	Amostra 2
	Período pré-implementação	Período pós- implementação
	6,28	3,94

Fonte: Elaboração própria

Os valores de  $t$  obtidos precisam ser comparados com o valor  $t$  tabelado ( $t$  crítico), com  $n - 2$  graus de liberdade. O valor  $t$  crítico para inferir que o coeficiente angular seja significativamente diferente de zero, é uma função do número de graus de liberdade na análise de regressão. O número de graus de liberdade é calculado como o tamanho da amostra menos o número de parâmetros estimados na regressão – nesse caso, dois. O  $t$  crítico para 10 graus de liberdade (a amostra 1 é composta de 12 observações), com 95% de confiança, é igual a 2,228. O  $t$  crítico para a amostra 2, composta de 16 observações, com 95% de confiança, é igual a 2,145. Tendo em vista que os valores de  $t$  são maiores que o  $t$  tabelado, a suposição de que os parâmetros de inclinação sejam diferentes de zero é corroborada, ou seja, existe uma relação entre a variável independente e a variável dependente que não pode ser atribuída apenas a fatores aleatórios.

#### 6.4 Amostra dos parâmetros de inclinação (*betas*) para teste de hipóteses

A tabela 4 mostra os parâmetros de inclinação, obtidos por intermédio da regressão linear simples, extraídos das variáveis. Os resultados obtidos foram agrupados nas amostras 3 e 4 respectivamente.

**Tabela 4 – Parâmetros de inclinação (*betas*)**

Amostra 3	Amostra 4
Período pré-implementação	Período pós-implementação
0,63130	0,39364
0,65435	0,38437
0,75405	0,40581
0,76801	0,41218
0,75199	0,43085
0,85371	0,57078
1,09006	0,62998
1,01697	0,60818
0,89786	0,57795

Fonte: Elaboração própria

Os parâmetros de inclinação foram extraídos das duas amostras, por intermédio do modelo de regressão linear, até um número mínimo de 4 e 8 observações, respectivamente. O primeiro coeficiente da amostra 3 foi obtido no período compreendido entre o primeiro trimestre de 1999 e o quarto trimestre de 2001. O último coeficiente da amostra 3 foi obtido entre o primeiro trimestre de 2001 e o quarto trimestre de 2001. A quantidade de observações mínimas é uma forma de não prejudicar substancialmente os testes estatísticos. Os coeficientes obtidos na amostra 4 foram calculados analogamente aos da amostra 3.

Os parâmetros de inclinação (amostra 3 e 4) estão dispostos em pares emparelhados. Tais amostras foram coletadas, como pares de valores, com o intuito de comparar o desempenho da companhia antes e depois do evento – implantação do *e-ticketing* –, sob a ótica comportamental de custos.

## 6.5 Hipótese

Admite-se como hipótese da pesquisa que o desempenho operacional da companhia, observado através de um enfoque comportamental de custos, no período posterior à utilização da plataforma de comércio eletrônico, é melhor que o observado no período anterior. Essa hipótese não será rejeitada se os custos operacionais variáveis forem estatisticamente inferiores no período posterior ao evento.

## 6.6 Teste de hipóteses

Para Kazmier (1982), existem seis etapas básicas em um teste de hipóteses: a) formular a hipótese nula e a hipótese alternativa; b) selecionar a estatística teste; c) estabelecer o valor crítico ou valores críticos da estatística teste; d) tomar a decisão. Dessa maneira, esse teste foi desenvolvido conforme os itens a seguir:

a) formulação das hipóteses: a hipótese nula ( $H_0$ ) é a hipótese existente, a ser testada. Ela é supostamente verdadeira até prova em contrário. A hipótese alternativa ( $H_1$ ) é uma afirmação que oferece uma alternativa à alegação. Assim, as hipóteses formuladas são:

- $H_0$ : Os custos operacionais variáveis médios não se alteram após a implementação do *e-ticketing*;
- $H_0: \bar{\mu}_{antes} = \bar{\mu}_{depois}$
- $H_1$ : Os custos operacionais variáveis médios após a implementação do *e-ticketing* são inferiores aos do período anterior.
- $H_1: \bar{\mu}_{antes} > \bar{\mu}_{depois}$

b) especificação do nível de significância: de acordo com Kazmier (1982), “o nível de significância é o padrão estatístico especificado para rejeitar a hipótese nula”. Para efeito dessa pesquisa, adotou-se um nível de significância de 5%. Com esse nível, existe uma probabilidade de 0,05 de rejeitar a hipótese nula sendo essa verdadeira;

c) selecionar a estatística teste: a estatística teste adotada nesse trabalho é a baseada na distribuição *t* de *student*. Para Braule (2002), “a distribuição *t* é particularmente importante para pequenas amostras, visto que para  $n \geq 30$  ela praticamente se confunde com a normal reduzida”.

d) estabelecimento do *t* crítico: o *t* crítico identifica o valor da estatística teste necessário para que seja rejeitada a hipótese nula. O *t* tabelado, para  $n - 1$  graus de liberdade – nesse caso, 8 – é de 1,859.

e) tomada de decisão: nesse ponto, compara-se o valor observado da estatística da amostra com o valor crítico da estatística de teste. A seção 7 apresenta esse tópico.

## 7 RESULTADO DA PESQUISA E ANÁLISE

### 7.1 Aplicação do teste $t$ sobre a distribuição dos $\beta$ s

Para que fosse efetuada a comparação entre as amostras 3 e 4 utilizou-se o teste  $t$  que, segundo Barbetta (1999), “é apropriado para comparar dois conjuntos de dados quantitativos, em termos de seus valores médios”.

Levine *et al.* (2000, *apud* Resende, 2003) afirmam que “o teste  $t$  é o mais utilizado para comparação de duas médias”. Como a pesquisa contempla tal situação, é viável apresentar a comparação entre as médias das duas amostras, determinando a diferença entre cada par de valores e então testar a hipótese nula ( $H_0$ ) de que os custos operacionais variáveis médios não se alteram após o evento (implementação do comércio eletrônico de passagens aéreas).

Do ponto de vista do cálculo, o teste é aplicado a uma única amostra de valores determinados pela diferença entre cada observação. Para Kazmier (1982) os valores das diferenças geralmente podem ser admitidos como tendo distribuição normal, portanto a distribuição  $t$  é apropriada para testar  $H_0$ .

A comparação entre as médias dos parâmetros de inclinação proporciona a inferência estatística, segundo o nível de significância estabelecido. No presente caso estabelecer-se-á como nível de significância  $\alpha = 5\%$ , que proporcionará resultados estatisticamente significantes.

O resultado da estatística  $t$  foi obtido por intermédio do aplicativo *Excel*. O valor  $t$  observado foi de 14,433. Esse valor precisa ser comparado com o  $t$  tabelado. O  $t$  crítico, com  $n - 1$  graus de liberdade, o que corresponde a  $[9 - 1] = 8$ , com 5% de significância, é de 1,859 (conforme tabela 5). Como o valor de  $t$  observado é maior que o valor crítico, pode-se dizer que a hipótese alternativa ( $H_1$ ) – os custos variáveis operacionais médios alteram-se após a implementação do *e-ticketing* – foi corroborada, ou seja, rejeita-se a hipótese nula. Da mesma forma, a probabilidade de  $t$  ser menor que o valor crítico é praticamente zero ( $2,596 \times 10^{-7}$ ), o que leva à rejeição de  $H_0$ .

A utilização do  $t$  crítico unicaudal refere-se à forma como foram elaboradas as hipóteses da pesquisa. De acordo com a hipótese alternativa, os custos operacionais variáveis no período pós-implementação seriam inferiores àqueles do período pré-implementação, o que justifica a utilização da distribuição  $t$  com apenas uma região crítica ou de rejeição. De forma contrária, se tivéssemos que inferir sobre a diferença de médias, aplicaríamos o teste utilizando a distribuição  $t$  bicaudal.

Tabela 5 – Resultados da estatística teste sobre a distribuição dos  $\beta$ s

	Amostra 3 Período Pré-implementação	Amostra 4 Período Pós-implementação
Média	0,8243	0,4904
Variância	0,0242	0,0106
Observações	9	9
Correlação de Pearson	0,9357	
Graus de Liberdade	8	
Estatística $t$	14,4331	
$P(T \leq t)$ unicaudal	2,596E-07	
$t$ crítico unicaudal	1,8595	

Fonte: Elaboração própria.

Diante disto, pode-se inferir haver evidências estatísticas que corroboram com a hipótese de melhoria operacional no período posterior à utilização da plataforma *e-commerce* B2C. A partir da análise obtida pela tabela 5, podemos também inferir que os custos operacionais variáveis no período pós-implementação são estatisticamente inferiores àqueles do período anterior. Essa situação, aliada ao comportamento das receitas no intervalo analisado (ver figura 3), corrobora com a hipótese de melhoria das atividades operacionais da companhia TAM S.A.

A partir da figura 3 verificamos, no intervalo em análise, um comportamento crescente das receitas obtidas pela companhia. Essa situação soma-se à redução dos custos operacionais variáveis para evidenciar melhoria em aspectos operacionais da companhia, como redução/encerramento da emissão de *paper tickets*, economia de mão-de-obra em termos de funções de vendas, manuseio de passageiros e contabilidade e, ainda, eliminação de vendas intermediárias com custos elevados (redução do pagamento de comissões às agências de viagem). Todos os aspectos acima corroboram com as premissas dessa pesquisa e, também, com os estudos realizados acerca do tema.

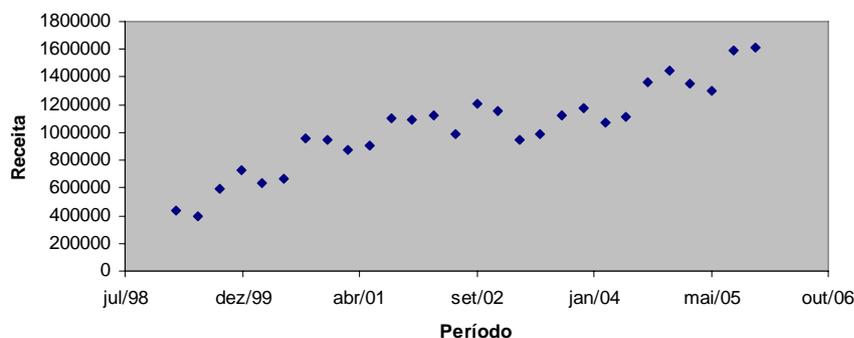


Figura 3  
Comportamento das Receitas  
Período: 1999 a 2005

## 8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Sob o ponto de vista comportamental dos custos, essa pesquisa buscou identificar quais os impactos da utilização de plataformas de comércio eletrônico, em termos de desempenho operacional, na companhia TAM S.A. A análise dos efeitos desse evento baseou-se em uma amostra com 12 observações para o período anterior à implementação do *e-commerce* e outras 16 observações para o período posterior.

A intenção desse trabalho foi destacar a importância da utilização de classificações de custos como parâmetros de análises. Os resultados encontrados corroboraram com os estudos já realizados e a escassa teoria encontrada, ou seja, a utilização de novas tecnologias favorece aspectos positivos ao ambiente empresarial, dentre eles a redução dos custos operacionais.

Como forma de resgate do objetivo dessa pesquisa, é importante destacar que a foi corroborada a hipótese de redução dos custos operacionais variáveis da companhia aérea TAM S.A. no período posterior à implementação do comércio eletrônico de passagens aéreas. Esse cenário indica, estatisticamente, uma melhoria da eficiência operacional da empresa após a utilização de ferramental tecnológico.

Cabe ressaltar que todo o processo de coleta e análise dos dados foi realizado sob uma ótica externa à Companhia, tendo as demonstrações contábeis como ponto de partida. Por

consequente, observou-se também a validade da relação entre as variáveis identificadas, revelando significância estatística.

Por esse estudo pode-se inferir que o objetivo foi alcançado. As companhias buscam cada vez mais maximizar seus lucros pela busca constante da redução dos custos. Desse modo, essa pesquisa contribuiu com evidências empírico-analíticas para esse novo panorama.

## **9 REFERÊNCIAS**

ARA, Amilton Braio; MUNETTI, Ana Villares; SCHNEIDERMAN, Boris. Introdução à estatística. 1. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2003.

BARBETTA, Pedro Alberto. Estatística aplicada às Ciências Sociais. 3. ed. Florianópolis: Editora da UFSC, 1999.

BRAULE, Ricardo. Estatística aplicada com Excel. São Paulo: Editora Campus, 2001.

CHUN, Hye-Jeong; WEI, June. Development of interface feature-based m-ticket framework for air travel industry. Proc. ISECON: v. 21, p. 1-10, 2004.

COSTA, Patrícia de Souza; MEDEIROS, Otávio Ribeiro de; SILVA, César Augusto Tibúrcio. Testes empíricos sobre o comportamento assimétrico dos custos nas empresas brasileiras. In: ANAIS DO 4º CONGRESSO USP DE CONTROLADORIA E CONTABILIDADE. São Paulo: CONGRESSO USP, 2004. Disponível em: <<http://www.congressoeac.locaweb.com.br/artigos42004>>. Acesso em: 20 jan. 2006.

DELTA AIRLINES. A case study of Delta Airlines. Creative Media Services: research team, 2003.

FILHO, Érico Colodeti; GOMES, Carlos Eduardo de Almeida; TEIXEIRA, Aridelmo José Campanharo. Uma reflexão sobre a segregação dos custos com o uso da análise de regressão linear: o caso da Espirito Santos Borrachas. In: ANAIS DO 3º CONGRESSO USP DE CONTROLADORIA E CONTABILIDADE. São Paulo: CONGRESSO USP, 2003. Disponível em: <<http://www.eac.fea.usp.br/congressousp/congresso3>>. Acesso em: 19 abr. 2005.

GARRISON, Ray H.; NOREEN, Eric W. Contabilidade gerencial. 9. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2001.

HANSEN, Don R.; MOWEN, Maryanne M. Gestão de custos. Contabilidade e controle. 1. reimpr. da 1. ed. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2003.

HORNGREN, Charles T.; FOSTER, George; DATAR, Srikant M. Contabilidade de custos: uma abordagem gerencial. 11. ed. Rio de Janeiro: Prentice Hall, 2004.

KAZMIER, Leonard J. Estatística aplicada a economia e administração. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1982.

LAUDON, Kenneth C.; LAUDON, Jane P. Sistemas de Informação Gerenciais: Administrando a empresa digital. 1. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2004.

MARTINS, Eliseu. Contabilidade de custos. 9. ed. São Paulo: Atlas, 2003.

MOSCOVE, Stephen A.; SIMKIN, Mark G.; BAGRANOFF, Nancy A. Sistemas de Informações Contábeis. 1. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

OLIVEIRA, Frederico Luiz Junqueira; LIMA, Álvaro Vieira. Um estudo do desempenho de empresas brasileiras privatizadas no período de 1991 a 1997 sob a ótica do valor adicionado. In: ANAIS DO 2º SEMINÁRIO USP DE CONTABILIDADE. São Paulo: SEMINÁRIO USP DE CONTABILIDADE, 2003. Disponível em: <<http://www.eac.fea.usp.br/congressosp/seminario2>>. Acesso em: 10 nov. 2005.

OLIVEIRA, Pedro Henrique Duarte; LUSTOSA, Paulo Roberto Barbosa. Custos primários como parâmetro de eficiência produtiva: uma análise empírica da Companhia Vale do Rio Doce antes e após a privatização In: ANAIS DO 5º CONGRESSO USP DE CONTROLADORIA E CONTABILIDADE. São Paulo: CONGRESSO USP, 2005. Disponível em: <<http://www.congressoeac.locaweb.com.br/artigos52005/455.pdf>>. Acesso em: 19 abr. 2005.

RESENDE, Alex Laquis. Avaliação do ensino da contabilidade utilizando programa de simulação empresarial. 2003. 142 f. Dissertação (Mestrado em Contabilidade) – Programa Multiinstitucional e Inter-regional de Pós-graduação em Ciências Contábeis, Universidade de Brasília, Brasília, 2003.

STEVENSON, William J. Estatística aplicada à administração. São Paulo: Harper & Row do Brasil, 1981.

---

<sup>i</sup> *Business to consumer*. Venda de produtos e serviços no varejo diretamente a compradores individuais (Laudon e Laudon, 2004, pg. 116).

<sup>ii</sup> Por exemplo, *extranets* instaladas entre fornecedores e seus fabricantes. (Moscove, Simkin e Bagranoff, 2002).

<sup>iii</sup> Atentar para o fato de que os dados aqui relatados referem-se ao mercado norte americano. Sendo um setor de certa forma homogêneo em termos mundiais, os dados apresentados servem como balizamento para estudos no mercado brasileiro.

<sup>iv</sup> Conforme relatório anual da companhia TAM S.A. de 2001.

<sup>v</sup> Dados disponíveis no site da empresa <http://www.b2i.us/Profiles/Investor/Investor.asp?BzID=1214&from=du&ID=14654&myID=3267&L=I&Validate=3&I=>

<sup>vi</sup> Disponível em <http://www.bovespa.com.br/principal.asp>

<sup>vii</sup> Ver Stevenson, William J. Estatística Aplicada à administração. São Paulo: Harper & Row do Brasil, 1981, p. 347.