

ARTIGOS

ARTÍCULOS

ARTICLES

GRAU DE INFORMATIZAÇÃO DE EMPRESAS: UM MODELO ESTRUTURAL APLICADO AO SETOR INDUSTRIAL DO ESTADO DE SÃO PAULO

GRADO DE INFORMATIZACIÓN DE EMPRESAS: ESTUDIO DE UN MODELO ESTRUCTURAL APLICADO AL SECTOR INDUSTRIAL DEL ESTADO DE SÃO PAULO

FIRM COMPUTERIZATION LEVEL: A STRUCTURAL MODEL APPLIED TO THE SÃO PAULO STATE MANUFACTURING SECTOR

Por:

RONALDO ZWICKER, FEA-USP

CESAR ALEXANDRE DE SOUZA, FEA-USP

ANTONIO GERALDO DA ROCHA VIDAL, FEA-USP

JOSÉ DE OLIVEIRA SIQUEIRA, FEA-USP

RAE-eletrônica, v. 6, n. 2, Art. 13, jul./dez. 2007

<http://www.rae.com.br/eletronica/index.cfm?FuseAction=Artigo&ID=4075&Secao=ARTIGOS&Volume=6&Numero=2&Ano=2007>

©Copyright, 2007, RAE-eletrônica. Todos os direitos, inclusive de tradução, são reservados. É permitido citar parte de artigos sem autorização prévia desde que seja identificada a fonte. A reprodução total de artigos é proibida. Os artigos só devem ser usados para uso pessoal e não-comercial. Em caso de dúvidas, consulte a redação: raeredacao@fgvsp.br.

A *RAE-eletrônica* é a revista on-line da FGV-EAESP, totalmente aberta e criada com o objetivo de agilizar a veiculação de trabalhos inéditos. Lançada em janeiro de 2002, com perfil acadêmico, é dedicada a professores, pesquisadores e estudantes. Para mais informações consulte o site www.rae.com.br/eletronica.

RAE-eletrônica

ISSN 1676-5648

©2007 Fundação Getulio Vargas – Escola de Administração de Empresas de São Paulo.



**FUNDAÇÃO
GETULIO VARGAS**



Escola de Administração
de Empresas de São Paulo

ARTIGOS - GRAU DE INFORMATIZAÇÃO DE EMPRESAS: UM MODELO ESTRUTURAL APLICADO AO SETOR INDUSTRIAL DO ESTADO DE SÃO PAULO

Ronaldo Zwicker - Cesar Alexandre de Souza - Antonio Geraldo da Rocha Vidal - José de Oliveira Siqueira

RESUMO

A difusão do uso da Tecnologia de Informação (TI) é evidenciada por meio de um processo, que pode ser denominado informatização e que permeia nossa sociedade e negócios. Com relação aos negócios, os gestores necessitam de instrumentos para avaliar o uso organizacional da TI. O artigo apresenta um modelo de avaliação com base na mensuração do construto Grau de Informatização (GI). Cinco dimensões (fatores) de avaliação foram consideradas no modelo final: uso organizacional da TI, impactos da TI, atributos das aplicações da TI, infra-estrutura da TI e governança da TI. O modelo foi desenvolvido a partir do levantamento de dados de uma amostra de 830 empresas industriais do estado de São Paulo. Nele, a modelagem por equações estruturais foi utilizada para desenvolver e validar o GI. O construto satisfaz os requisitos de consistência e validade interna e demonstrou possuir validade externa na medida em que as proposições em relação ao tamanho da empresa e não quanto aos níveis de investimentos em TI foram confirmadas.

PALAVRAS-CHAVE

Informatização; uso organizacional da TI, avaliação do uso da TI, grau de informatização, valor da TI para os negócios.

ABSTRACT

The diffusion of Information Technology (IT) is evidenced through a process that can be named "Informatization", which permeates our society and businesses. Business managers need instruments to evaluate the organizational use of IT. This paper presents a model for evaluating the organizational use of IT based on the measurement of the Informatization Level (IL) construct. Five evaluation dimensions (factors) were considered: IT organizational use, IT impacts, IT application attributes, IT infra-structure and IT governance. The model developed was based on data collected from a sample of 830 industrial companies in the Brazilian state of São Paulo and structural equation modeling was employed to develop and validate the IL. The construct complied with reliability requirements and internal validity also showing external validity, as the hypothesis of being related to the company size and not related to IT investments was confirmed.

KEYWORDS

ARTIGOS - GRAU DE INFORMATIZAÇÃO DE EMPRESAS: UM MODELO ESTRUTURAL APLICADO AO SETOR INDUSTRIAL DO ESTADO DE SÃO PAULO

Ronaldo Zwicker - Cesar Alexandre de Souza - Antonio Geraldo da Rocha Vidal - José de Oliveira Siqueira

Computerization, IT organizational use, IT use evaluation, informatization level, IT business value.

INTRODUÇÃO

No âmbito das organizações, o termo “informatização” é empregado de forma ampla para representar a utilização dos recursos de tecnologia de informação (TI). Weissbach (2003) define informatização como sendo o processo de aplicação gradual, crescente, planejada e sistemática do uso da TI em todas as funções da organização. Como observa Lim (2001), a avaliação do nível ou Grau de Informatização (GI) de uma organização constitui uma importante preocupação gerencial e envolve dificuldades, pois a informatização inclui muitos fatores intangíveis, tais como a qualidade da informação e a cultura da organização. A intenção da avaliação do grau de informatização de uma empresa é fornecer informações para a empresa melhorar justamente o seu grau de informatização. É um meio para aferir a eficácia e eficiência dos seus investimentos de TI com o objetivo de estabelecer uma base para futuros aperfeiçoamentos.

Remenyi et al. (2000) destacam, como aspecto importante da avaliação do nível de uso da TI, o fato de essa avaliação normalmente constituir um processo de aprendizagem. Segundo os autores, ao conduzir um processo de avaliação de uso da TI na organização, esta saberá como está utilizando os seus recursos e será uma oportunidade para entender como o uso da TI pode ser melhorado nos seus processos. Isso pode conduzir a uma retroalimentação que auxiliará a tomada de decisões nos próximos investimentos.

No presente trabalho, o uso da TI por empresas industriais é analisado e é proposta uma medida para o grau de informatização das empresas, como forma de avaliar o uso da TI e permitir a comparação desse uso entre empresas. O desenvolvimento da medida tomou como base a constatação de que os resultados da TI nas empresas não são obtidos apenas com investimentos e com a implementação de sistemas, mas também por meio do seu uso adequado nos processos de negócio. No desenvolvimento do instrumento de avaliação, procurou-se englobar a maioria dos aspectos envolvidos no processo de informatização e tornar o instrumento uma ferramenta de auto-avaliação e aprendizagem que auxiliasse os gestores das empresas a reconhecer as possibilidades de uso da TI e entender melhor os aspectos envolvidos no processo.

O trabalho amplia as dimensões da informatização propostas por Lim (2001) e trata a questão do valor da TI para os negócios conforme a visão baseada em processos proposta por Soh e Markus (1995). Em relação ao uso organizacional da TI, considere-se que a contribuição de sistemas de

ARTIGOS - GRAU DE INFORMATIZAÇÃO DE EMPRESAS: UM MODELO ESTRUTURAL APLICADO AO SETOR INDUSTRIAL DO ESTADO DE SÃO PAULO

Ronaldo Zwicker - Cesar Alexandre de Souza - Antonio Geraldo da Rocha Vidal - José de Oliveira Siqueira

informações para a *performance* da organização não deve ser analisada levando-se em conta de forma global o conjunto de aplicações. A análise deve ser realizada de forma individualizada, considerando cada área de aplicação dos sistemas em decorrência das características da organização (Ragowsky et al., 2000). Dessa forma, os benefícios foram avaliados separadamente para cada atividade da organização, empregando o conceito de “cobertura de sistemas de informações”, conforme proposto por Ravarini et al. (2002), adaptado ao caso das empresas industriais.

Inicialmente, é apresentado o modelo de pesquisa para o conceito de informatização e suas dimensões. Em seguida, descrevem-se as variáveis utilizadas e o método de pesquisa empregado no desenvolvimento do indicador para o Grau de Informatização. Ao final, são relatados os resultados do *e-survey* realizado com 830 empresas industriais do estado de São Paulo. Esse levantamento é parte da terceira edição do iDigital – Pesquisa Perfil da Empresa Digital (<http://www.idigital.fea.usp.br>), o qual tem avaliado, desde 2001, o uso e os reflexos da TI em empresas industriais paulistas. Se é fato que existem pesquisas sistemáticas sobre o uso organizacional da TI, como a de Meirelles (2004), usando dados acumulados ao longo de 16 anos, o presente trabalho procura consolidar os dados das empresas em um único indicador de informatização que seja capaz de englobar aspectos mais amplos do que os recursos de TI que a empresa dispõe.

CRIAÇÃO DE VALOR E USO DE TI

De acordo com Hu e Quan (2005), existem quatro visões que prevalecem em estudos a respeito de como investimentos de TI criam valor para a empresa: (1) a visão microeconômica, que considera que a TI gera excessos de retornos sobre outros tipos de investimentos de capital; (2) a visão de processos, que leva em conta que a TI cria vantagens competitivas ao melhorar a eficiência operacional de processos intermediários; (3) a visão de recursos, que acredita que a TI fornece vantagens competitivas com base em capacidades e recursos estratégicos sem paralelo, singulares e peculiares ao contexto; e (4) a visão da opção digital, argumentando que a TI gera valor ao fornecer opções e flexibilidade para as empresas em contextos cada vez mais competitivos e incertos.

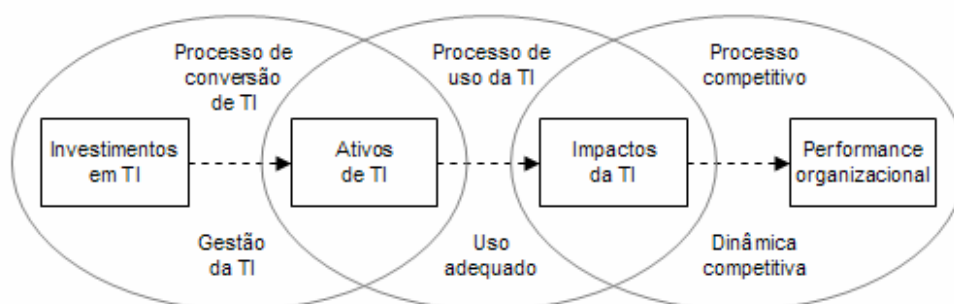
Uma vez que a mensuração do grau de informatização envolve a avaliação do uso da TI nas empresas, é importante questionar se ela está sendo adequadamente utilizada para a geração de valor, isto é, se ela efetivamente traz benefícios para os negócios da empresa. Considerando as peculiaridades

ARTIGOS - GRAU DE INFORMATIZAÇÃO DE EMPRESAS: UM MODELO ESTRUTURAL APLICADO AO SETOR INDUSTRIAL DO ESTADO DE SÃO PAULO

Ronaldo Zwicker - Cesar Alexandre de Souza - Antonio Geraldo da Rocha Vidal - José de Oliveira Siqueira

das empresas industriais, bem como o fato de o presente estudo estar focado no nível organizacional, a segunda visão é considerada mais adequada para esse questionamento. Além disso, como sugerem Mooney et al. (1995), o valor obtido por meio da TI é um fenômeno que conjuga tecnologia e organização, portanto, para uma investigação desse fenômeno, devem ser consideradas também as perspectivas teóricas da tecnologia, da organização e da sua interação. Estudos correlatos compartilham o mesmo encaminhamento (Lucas, 1993; Grabowski e Lee, 1993; Markus e Soh, 1993), o qual é sintetizado no modelo de Soh e Markus (1995) apresentado na Figura 1.

Figura 1 – TI e a criação de valor para os negócios.



fonte: Soh e Markus 1995

A Figura representa a seqüência de eventos e resultados ligados ao processo de obtenção de benefícios organizacionais a partir de investimentos realizados em TI. Em todas as relações dessa seqüência, há “falta de inevitabilidade”, o que indica que cada evento ou resultado é necessário para a obtenção do seguinte, mas não suficiente. Essa ausência de inevitabilidade no processo possivelmente justifica vários resultados de pesquisas em que não se verifica relação entre investimentos em TI e melhorias na *performance* da organização. A ausência de inevitabilidade é representada, na Figura, por setas tracejadas indicando que, no âmbito da causalidade entre eventos e resultados, o critério temporal é satisfeito, mas o critério lógico não.

De acordo com o modelo, para que a TI determine alguma melhoria na *performance* da organização é necessário que advenham impactos do uso da TI nos processos da organização. Esses impactos são de natureza bastante variada, por exemplo, Mahmood e Soon (1991) sugerem um modelo de dez dimensões segundo as quais a TI pode influenciar a organização. Entretanto, o fato de terem sido observados impactos nos processos não é suficiente para a obtenção de melhorias na *performance* organizacional, pois, segundo a visão de processos, isso também depende de fatores externos, como a

ARTIGOS - GRAU DE INFORMATIZAÇÃO DE EMPRESAS: UM MODELO ESTRUTURAL APLICADO AO SETOR INDUSTRIAL DO ESTADO DE SÃO PAULO

Ronaldo Zwicker - Cesar Alexandre de Souza - Antonio Geraldo da Rocha Vidal - José de Oliveira Siqueira

situação da economia e da concorrência. Esses fatores compõem o “processo competitivo” no modelo e precisam levar em conta os requisitos da “dinâmica competitiva” do contexto no qual a empresa está inserida.

Por sua vez, para a obtenção dos impactos da TI nos processos da organização, é necessário que os ativos de TI estejam disponíveis. Os ativos são compostos por: (a) uma infra-estrutura de TI flexível e adequada; (b) um conjunto de aplicações claramente integrado às necessidades e estratégias da empresa, possibilitando a troca de informações e a coordenação entre as diversas atividades empresariais; (c) capacitação de pessoas, representada pelo conhecimento e experiência dos profissionais de TI e pelo conhecimento e habilidades dos usuários na utilização das aplicações. A simples existência de ativos de TI não implica, necessariamente, a obtenção dos impactos de TI. É necessário considerar o efetivo uso desses ativos, o que compõe o “processo de uso da TI”, e o atendimento dos requisitos de “uso adequado” desses ativos. O processo de uso da TI deve contemplar os objetivos da organização de maneira que a sua *performance* seja melhorada. Já o uso adequado da TI deve considerar a sua extensão (abrangência de tarefas empresariais realizadas com apoio da TI), a sua intensidade (volume do uso) e o seu grau de dependência imposto à empresa.

Finalmente, para a consolidação dos ativos de TI, é necessário um nível compatível de investimentos nessa área. Contudo, é necessário destacar que os investimentos não asseguram a obtenção de ativos efetivos, uma vez que esses investimentos podem ser realizados de maneira inadequada. Weill (1992) define a capacidade de converter os investimentos de TI em ativos de TI como “efetividade de conversão”. Esta resulta dos aspectos do clima organizacional que possam influenciar a TI, da qualidade da gestão da TI e do comprometimento da empresa com a TI. A transformação de investimentos em ativos constitui o “processo de conversão de TI”, o qual, para ser efetivo, exige, de forma ampla, o atendimento dos requisitos de correta “gestão da TI”.

METODOLOGIA

Modelo inicial de pesquisa

Com base na discussão anterior, são estabelecidos o conceito de informatização, as suas dimensões e o modelo de pesquisa adotado. O conceito de informatização pode ser definido como “o processo

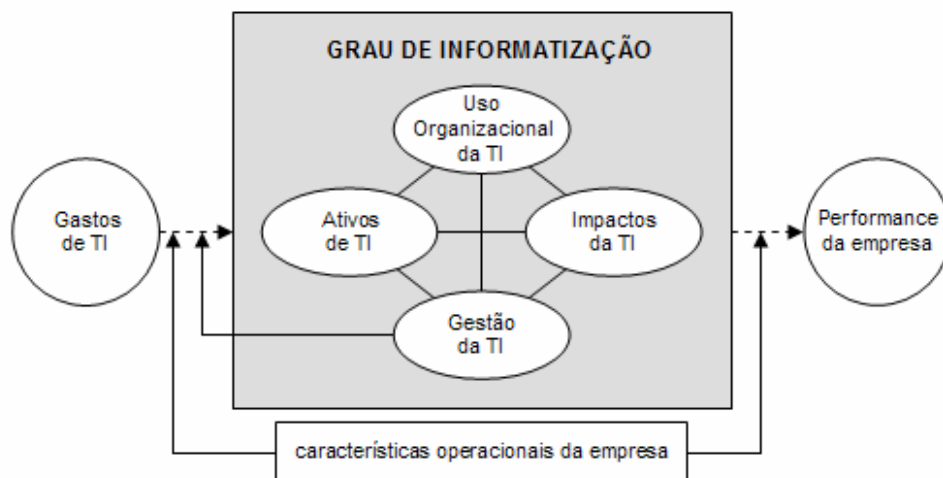
ARTIGOS - GRAU DE INFORMATIZAÇÃO DE EMPRESAS: UM MODELO ESTRUTURAL APLICADO AO SETOR INDUSTRIAL DO ESTADO DE SÃO PAULO

Ronaldo Zwicker - Cesar Alexandre de Souza - Antonio Geraldo da Rocha Vidal - José de Oliveira Siqueira

gerenciado pelo qual uma organização gradativamente incrementa seus ativos de TI, amplia e aprofunda o uso adequado, buscando a melhoria da efetividade e desempenho de suas atividades e processos”.

As quatro dimensões inicialmente consideradas para a análise do grau de informatização de organizações foram: (1) “ativos de TI”, relacionada aos recursos tangíveis e intangíveis de TI; (2) “uso organizacional da TI”, relacionada à extensão, intensidade e dependência do uso da TI; (3) “gestão da TI”, relacionada ao gerenciamento dos recursos de TI, à gestão de seu uso e ao planejamento e desenvolvimento de recursos de TI alinhados aos negócios da organização; e (4) “impactos da TI”, relacionada aos benefícios de efetividade e *performance* nas atividades e processos organizacionais obtidos pelo uso da TI. As referidas dimensões estão presentes no modelo de pesquisa inicial representado na Figura 2.

Figura 2 – Modelo de pesquisa inicial.



Os gastos de TI correspondem à soma dos investimentos em TI e das despesas com TI. Eles são uma condição necessária, mas não suficiente, para atingir determinado grau de informatização – indicado pela seta tracejada à esquerda da Figura. Um melhor grau de informatização pode contribuir para a melhoria na *performance* da organização, embora não necessariamente o faça – indicado pela seta tracejada, à direita. As características operacionais da empresa (por exemplo, seu porte e setor de

ARTIGOS - GRAU DE INFORMATIZAÇÃO DE EMPRESAS: UM MODELO ESTRUTURAL APLICADO AO SETOR INDUSTRIAL DO ESTADO DE SÃO PAULO

Ronaldo Zwicker - Cesar Alexandre de Souza - Antonio Geraldo da Rocha Vidal - José de Oliveira Siqueira

atuação) fazem a mediação entre a conversão dos gastos de TI em grau de informatização e deste em *performance* da organização. As características da gestão de TI também interferem na conversão dos gastos de TI em grau de informatização. As dimensões “uso organizacional da TI”, “gestão da TI”, “ativos de TI” e “impactos organizacionais da TI” compõem a estrutura inicial da medida proposta para o grau de informatização (GI).

O GI constitui um conceito complexo que envolve uma série de aspectos inter-relacionados que sugerem que se decomponha o conceito em um conjunto de indicadores que possam ser medidos e que reflitam, na medida do possível, a sua complexidade. Assim, o GI pode ser entendido como uma variável latente (fator), que, neste trabalho, foi avaliada por meio de 66 indicadores construídos a partir de 636 variáveis oriundas de um questionário eletrônico. Parte do esforço deste estudo consiste em mostrar que os indicadores considerados estão suficientemente correlacionados para refletir uma “superdimensão comum” – correspondente ao GI. Ao longo do estudo, as dimensões originalmente consideradas são revistas, resultando em um modelo transformado mais bem ajustado aos dados da amostra de empresas.

Procedimentos de coleta de dados

A coleta de dados foi realizada por meio de questionário eletrônico disponível no sítio do projeto de pesquisa na internet. Cada uma das empresas convidadas a participar recebeu uma carta impressa personalizada contendo informações sobre a pesquisa e a senha para acesso ao questionário. O sítio ficou aberto para os respondentes durante os meses de dezembro de 2003 a fevereiro de 2004. O questionário envolvia 316 questões relacionadas às dimensões consideradas (Souza, 2004). Adicionalmente, o instrumento foi aprimorado em versões anteriores da pesquisa, conduzidas em 2000 e 2002, de forma que questões consideradas inadequadas ou mal compreendidas foram eliminadas. Na prática, ele foi desenvolvido para ser respondido, separadamente, pelos diversos gestores das áreas de negócios orientados pelo gestor da área de TI, permitindo a interrupção do preenchimento para posterior continuação.

A carta-convite para participação na pesquisa foi enviada a 17.211 empresas industriais paulistas cadastradas na Federação e no Centro das Indústrias do Estado de São Paulo (FIESP/CIESP), divididas em grandes (3,1%), médias (16,6%), pequenas (71,5%) e microempresas (8,8%). O porte da

ARTIGOS - GRAU DE INFORMATIZAÇÃO DE EMPRESAS: UM MODELO ESTRUTURAL APLICADO AO SETOR INDUSTRIAL DO ESTADO DE SÃO PAULO

Ronaldo Zwicker - Cesar Alexandre de Souza - Antonio Geraldo da Rocha Vidal - José de Oliveira Siqueira

empresa respondente foi baseado no número de funcionários: de 1 a 9 é microempresa; de 10 a 99, pequena; de 100 a 499, média, e acima de 500, considerada grande.

Do total de empresas, 14.281 possuíam endereço eletrônico informado e receberam também o convite pelo correio eletrônico. Até o final do período de coleta, foram feitos 1.621 acessos ao sítio da pesquisa, sendo que 1.330 (7,7%) empresas preencheram total ou parcialmente pelo menos um dos módulos do questionário. Destas empresas, 830 (4,8%) preencheram o questionário de maneira considerada suficiente e, por essa razão, foram consideradas parte da amostra. Essas 830 empresas estão divididas em 77 grandes (9,3% da amostra obtida), 168 médias (20,2%), 555 pequenas (66,9%) e 30 microempresas (3,6%).

As dimensões e subdimensões iniciais propostas para o GI e seus indicadores estão apresentadas no Quadro 1. Para validar os indicadores, avaliar as dimensões inicialmente propostas, configurar o modelo definitivo e apurar o grau de informatização de cada empresa, foi utilizada a abordagem baseada na modelagem por equações estruturais, ou análise de estrutura de covariância (AEC). Conforme Anderson e Fornell (2000), a análise de modelos psicoeconômicos, via AEC, na elaboração de índices usando dados oriundos de *surveys* remonta ao ano de 1989. No presente estudo, a aplicação do método foi intentada apenas para a avaliação do modelo estrutural segundo a abordagem da análise fatorial confirmatória (AFC). Não fez parte de nossas preocupações o estudo das relações causais entre as diversas dimensões do GI, mas tão-somente a adequação e validade do construto.

ARTIGOS - GRAU DE INFORMATIZAÇÃO DE EMPRESAS: UM MODELO ESTRUTURAL APLICADO AO SETOR INDUSTRIAL DO ESTADO DE SÃO PAULO

Ronaldo Zwicker - Cesar Alexandre de Souza - Antonio Geraldo da Rocha Vidal - José de Oliveira Siqueira

Quadro 1 - Estrutura das dimensões e subdimensões iniciais propostas para o Grau de Informatização

(1) Ativos de TI

Infra-estrutura de TI: conectividade interna, conectividade externa e serviços de infra-estrutura envolvem indicadores do tipo número de PCs por empregado, número de PCs conectados, velocidade de conexão da internet e estratégias de segurança (LIM, 2001; WEILL e BROADBENT, 1998).

Aplicações de TI: qualidade dos sistemas envolve indicadores da qualidade atribuída aos sistemas instalados em cada área de aplicação (vendas, marketing, produção, compras, administração, finanças e outras aplicações de TI); integração dos sistemas envolve escala de grau de integração que vai desde sistemas totalmente isolados ao uso de sistemas totalmente integrados, para cada área de aplicação; adequação dos sistemas envolve a percepção dos respondentes em relação ao grau de adequação dos sistemas às atividades específicas apoiadas por eles.

Pessoas: participação de usuários e participação de executivos envolvem questões usando escalas de Likert para avaliar a percepção do respondente a respeito do grau de participação de usuários e executivos no planejamento de TI e seus conhecimentos a respeito da TI e sistemas usados na empresa.

(2) Uso organizacional da TI

Extensão do uso foi elaborada a partir do conceito de “cobertura de sistemas de informações” (RAVARINI et al, 2002). Definiram-se várias atividades para cada área de aplicação, e a extensão do uso foi medida considerando a porcentagem dessas atividades, que são conduzidas com o apoio de sistemas de informações. Dependência do uso foi feita com base em questões que usam escalas de Likert para avaliar o grau de dependência da empresa dos sistemas de informações de cada atividade considerada.

(3) Gestão da TI

Infra-estrutura do departamento envolve indicadores do tipo número de profissionais de TI por número de PCs, existência ou não de uma área de TI, existência ou não de um gestor de TI e número de atividades de TI executadas (LIM, 2001). Planejamento e controle envolvem questões de escalas de Likert para avaliar a percepção dos respondentes a respeito do alinhamento estratégico da TI e controle das atividades de TI.

(4) Impactos da TI

Impactos das aplicações tradicionais e impactos das outras aplicações envolvem questões de escalas de Likert para avaliar os impactos sobre a organização conforme Mahmood e Soon (1991). As questões foram focalizadas nos seguintes itens: incremento de vendas, redução de custos, incremento de qualidade de produtos e serviços e redução do tempo de entrega. Também foram considerados os impactos sobre processos específicos de cada área de aplicação e os impactos do grupo de outras aplicações (Internet, CRM, SCM, CAD e BI).

Procedimento de análise de dados

Após a coleta dos dados, foi conduzida inicialmente uma análise das variáveis em cada dimensão, com o objetivo de preparação dos dados e de verificação da adequação e do comportamento das diversas variáveis ligadas à informatização. A etapa de pré-processamento dos dados conduziu à análise de casos extremos univariados e multivariados, análise do formato das distribuições e realização de transformações potência de Tukey, procurando tornar simétricas as distribuições empíricas. Após o pré-

ARTIGOS - GRAU DE INFORMATIZAÇÃO DE EMPRESAS: UM MODELO ESTRUTURAL APLICADO AO SETOR INDUSTRIAL DO ESTADO DE SÃO PAULO

Ronaldo Zwicker - Cesar Alexandre de Souza - Antonio Geraldo da Rocha Vidal - José de Oliveira Siqueira

processamento foi realizada, em cada dimensão, uma análise de fatores comuns ortogonais (AFCO) de natureza exploratória para verificar a adequação das variáveis à dimensão proposta e identificar os fatores presentes. A confiabilidade dos fatores obtidos foi avaliada com base nos valores do alfa de Cronbach, calculados para cada fator.

No modelo inicial do GI, foram mantidas as variáveis que se revelaram adequadas em cada dimensão e eliminadas aquelas que não guardaram relação com as demais. O modelo do GI foi então operacionalizado a partir das variáveis indicadoras e dos fatores (subdimensões) selecionados e, em seguida, o modelo teve a sua aceitabilidade estatística verificada utilizando-se a AEC. Os resultados obtidos permitiram constatar a adequação das variáveis à estrutura inicial do modelo e serviram como base para alterações no modelo proposto. A modelagem e a estimação pela AEC foram realizadas utilizando o programa de análise estatística AMOS 4.0.

A AEC permite que o pesquisador especifique um modelo inicial com a finalidade de avaliar a sua aceitabilidade estatística a partir de critérios ou índices de ajuste. Em decorrência dos resultados, o modelo é analisado e modificado, gradua lmente, na perspectiva de obter ajustes cada vez melhores do modelo aos dados. Conforme destaca Schuller (1995), essa sucessiva geração de modelos constitui uma das possíveis aplicações da AEC. O objetivo é obter uma configuração que não só se ajuste aos dados do ponto de vista estatístico, mas também tenha significado e significância prática (Hair Jr. et al., 1998).

No caso do estudo do GI, foi elaborado o construto correspondente e foram relacionadas diversas variáveis indicadoras que, em princípio, têm capacidade para materializá-lo. A AEC permite que se analisem todas as variáveis conjuntamente de maneira a avaliar sua adequação à estrutura dimensional proposta para o construto. É importante salientar que o fato de uma determinada configuração ser considerada estatisticamente aceitável não significa que seja a única ou a melhor alternativa. Em princípio, qualquer solução baseada na AEC possui uma alternativa equivalente, isto é, tem a mesma aceitabilidade estatística, ainda que sejam consideradas diferentes relações entre as variáveis.

A AEC também permite calcular os valores numéricos (escores) para os construtos e fatores associados de cada empresa. Isso é possível quando são utilizadas diretamente as observações multivariadas associadas a cada empresa (ou caso) para a estimação do modelo (a AEC também pode estimar o modelo a partir da matriz de covariância amostral das variáveis indicadoras).

ARTIGOS - GRAU DE INFORMATIZAÇÃO DE EMPRESAS: UM MODELO ESTRUTURAL APLICADO AO SETOR INDUSTRIAL DO ESTADO DE SÃO PAULO

Ronaldo Zwicker - Cesar Alexandre de Souza - Antonio Geraldo da Rocha Vidal - José de Oliveira Siqueira

Assim, ao se analisar o modelo estrutural, podem igualmente ser calculados os valores atribuídos ao GI de cada empresa e a cada uma de suas dimensões, o que é realizado com base na consideração simultânea de todas as variáveis envolvidas e de todos os casos utilizados. Esses valores foram utilizados nas análises posteriores de validação do GI. Kline (1998) observa que o cálculo dos escores dos fatores na AEC é realizado por um método de regressão multivariada múltipla que permite várias soluções, uma característica da AFCO, e que constitui a base da AEC. Isso pode constituir uma limitação. Entretanto, como o objetivo da mensuração do GI é obter um índice comparativo, em vez de um absoluto, o uso da AEC pode ser considerado adequado.

Teste de hipóteses

Na pesquisa, foram testadas algumas hipóteses para verificar a variação do GI em relação a determinados aspectos da empresa que não foram considerados na construção do índice. Esses aspectos estão fora do retângulo que representa o GI na Figura 2. No caso de as hipóteses não serem rejeitadas, espera-se a obtenção de indicações relacionadas à validade externa da medida proposta para a informatização das empresas. As referidas hipóteses são apresentadas a seguir:

- H1 – existe relação entre o GI e o porte da empresa. Isto é, quanto maior a empresa, maior é o seu grau de informatização. Como apontam Teo e Wong (1998), o maior grau de utilização da TI em empresas de maior porte é esperado por conta da maior quantidade de recursos que podem ser investidos. Além disso, o uso da TI acaba sendo necessário em firmas maiores para dar conta do volume de suas operações.
- H2 – existe relação entre o GI e as características operacionais da empresa (que indicam processos mais simples ou mais complexos). Isto é, quanto mais complexos os processos de negócio da empresa, maior é o seu grau de informatização. Quando os processos de negócio demandam maiores necessidades de informação, por conta de sua complexidade, a perspectiva de obtenção de benefícios por meio do uso da TI é maior (Ragowsky et al., 2000). Portanto, é de se esperar um esforço também maior no processo de conversão de investimentos de TI com impacto direto no GI.
- H3 – não existe relação entre o GI e o nível de investimentos em TI. Isto é, o volume de investimentos em TI da empresa não guarda relação com o seu grau de informatização. Conforme observado na explanação do modelo de pesquisa, os gastos de TI (investimentos mais

ARTIGOS - GRAU DE INFORMATIZAÇÃO DE EMPRESAS: UM MODELO ESTRUTURAL APLICADO AO SETOR INDUSTRIAL DO ESTADO DE SÃO PAULO

Ronaldo Zwicker - Cesar Alexandre de Souza - Antonio Geraldo da Rocha Vidal - José de Oliveira Siqueira

despesas) são necessários, mas não suficientes, para atingir determinado GI. A princípio, devem existir fatores ligados à empresa que fazem com que maiores investimentos não necessariamente conduzam a um maior GI. Como sugere Lubbe (2004), o nível de informatização deve refletir melhor a intensidade de uso da TI e seus reflexos do que o nível de investimentos em TI, com o qual efetivamente guarda pouca relação.

- H4 – existe relação entre o porte da empresa e a capacidade de conversão de investimentos de TI em um GI maior. Empresas maiores convertem os seus investimentos de TI mais eficientemente, gastando menos “unidades monetárias” por “unidade de informatização”. Nessas empresas, os processos de gestão de TI e o envolvimento e a participação de executivos e usuários são, a princípio, mais desenvolvidos e, considerando que estes são os principais componentes do “fator de conversão” proposto por Weill (1992), espera-se que elas consigam obter mais proveito de seus investimentos em TI.

Como última informação sobre o método, é importante comentar que, na amostra obtida, a porcentagem geral de dados faltantes (*missing values*), relativos às 66 variáveis indicadoras, foi de 17,3%. Kline (1998) classifica níveis de até 10% de valores faltantes como baixos, ao passo que níveis acima de 30% são considerados altos. Para a estimação do modelo estrutural foi utilizado o método FIML (*full information maximum likelihood*), disponível no AMOS 4. Segundo Arbuckle e Wothke (1999), o método é robusto, mesmo quando os dados faltantes não são completamente aleatórios.

RESULTADOS

Modelo final

Após o pré-processamento, foi elaborado o modelo inicial do GI de acordo com as dimensões e subdimensões descritas no Quadro 1. Ele era composto por um fator de terceira ordem (GI), 6 fatores de segunda ordem (dimensões do GI), 24 fatores de primeira ordem (subdimensões do GI) e 71 variáveis indicadoras, elaboradas a partir das 316 questões do questionário.

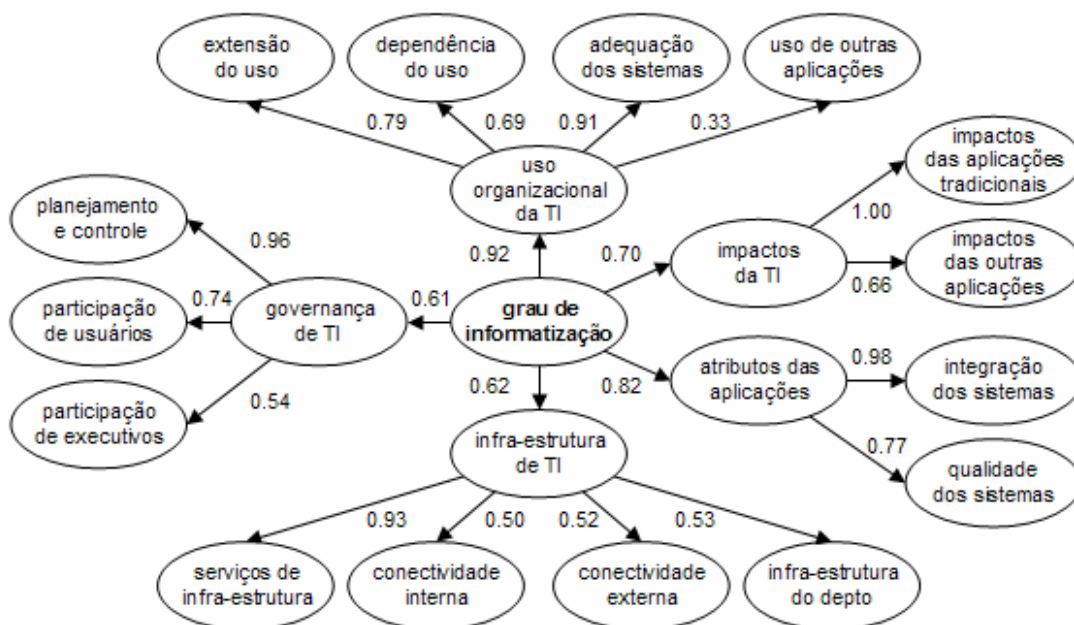
O modelo foi, então, refinado, utilizando-se a AEC e segundo os passos descritos em Hair Jr. et al. (1998). Os passos descritos por esses autores são: (1) verificação da existência de variâncias amostrais negativas (*offending estimates*) e adoção de procedimentos corretivos; (2) avaliação das

ARTIGOS - GRAU DE INFORMATIZAÇÃO DE EMPRESAS: UM MODELO ESTRUTURAL APLICADO AO SETOR INDUSTRIAL DO ESTADO DE SÃO PAULO

Ronaldo Zwicker - Cesar Alexandre de Souza - Antonio Geraldo da Rocha Vidal - José de Oliveira Siqueira

estatísticas de ajuste geral do modelo; (3) avaliação do modelo de mensuração e do modelo estrutural e re-especificação, se necessário; e (4) comparação com modelos alternativos e re-especificação, se necessário. O modelo final que emergiu da AEC está apresentado na Figura 3, juntamente com as cargas dos fatores comuns obtidas para os componentes.

Figura 3 – Modelo estrutural final para o Grau de Informatização com cargas padronizadas.



Em relação à estrutura inicial, foram realizadas algumas modificações. Em primeiro lugar, a dimensão “gestão da TI” foi unida com a subdimensão “pessoas”, formando uma dimensão que recebeu o nome de “governança de TI”. Em seguida, a subdimensão “adequação dos sistemas” foi incorporada à dimensão “uso organizacional da TI”. Os indicadores ligados às outras aplicações foram reunidos em uma subdimensão separada denominada “uso de outras aplicações” – e que também foi incorporada na dimensão “uso organizacional da TI”. Por último, a componente “infra-estrutura do departamento” foi agregada à dimensão “infra-estrutura de TI”. Adicionalmente, para reduzir a complexidade, as subdimensões “infra-estrutura de TI” e “aplicações de TI” (agora denominada “atributos das aplicações”) foram colocadas no mesmo nível das dimensões principais.

Dessa forma, o modelo inicialmente proposto, constituído por 4 dimensões, transformou-se em um modelo de 5 dimensões. Na Figura 3, são apresentadas apenas as variáveis latentes (fatores) de

ARTIGOS - GRAU DE INFORMATIZAÇÃO DE EMPRESAS: UM MODELO ESTRUTURAL APLICADO AO SETOR INDUSTRIAL DO ESTADO DE SÃO PAULO

Ronaldo Zwicker - Cesar Alexandre de Souza - Antonio Geraldo da Rocha Vidal - José de Oliveira Siqueira

primeira, segunda e terceira ordens, representadas por ovais. As 66 variáveis observáveis (indicadores) foram omitidas da Figura por simplicidade (o modelo final completo e detalhes sobre sua obtenção a partir do modelo inicial constam em Souza, 2004). É importante observar que as setas, que na AEC indicam a causalidade entre as variáveis, partem dos construtos de maior ordem para os de menor ordem. Isso é implícito na AFCO, pela qual se supõe que as variáveis latentes “causam” seus indicadores (Edwards e Bagozzi, 2000).

Para verificação do ajuste geral do modelo, foram empregados os índices TLI, NFI e CFI; já para a comparação entre os modelos estruturais alternativos propostos, foram utilizados os índices PNFI e AIC (Latif, 2000; Melhado, 2004). Na Tabela 1, são apresentados os índices de qualidade de ajuste dos modelos inicial e final; na Tabela 2, os valores da confiabilidade dos fatores de primeira e de segunda ordem (subdimensões) calculados conforme Hair Jr. et al. (1998). Estes últimos autores estabelecem como parâmetros os valores mínimos de 70% para a confiabilidade e 50% para a variância explicada (no modelo estrutural, a porcentagem de variância explicada corresponde ao coeficiente de determinação múltiplo, enquanto no modelo de mensuração ela corresponde à comunalidade do modelo de AFC ou psicométrico). Para o fator de terceira ordem, correspondente ao GI, foram obtidas uma confiabilidade de 83,6% e uma variância explicada de 56,8%.

Tabela 1 - Índices de qualidade de ajuste

	<i>Modelo inicial</i>	<i>Modelo final</i>
Número de variáveis indicadoras	71	66
Número de dimensões	6	5
Número de subdimensões	24	15
NFI ($\geq 0,9$)	0,898	0,924
TLI ($\geq 0,9$)	0,908	0,936
CFI ($\geq 0,9$)	0,914	0,940
PNFI	0,840	0,863

ARTIGOS - GRAU DE INFORMATIZAÇÃO DE EMPRESAS: UM MODELO ESTRUTURAL APLICADO AO SETOR INDUSTRIAL DO ESTADO DE SÃO PAULO

Ronaldo Zwicker - Cesar Alexandre de Souza - Antonio Geraldo da Rocha Vidal - José de Oliveira Siqueira

Tabela 2 - Confiabilidade e variância explicada dos fatores de 2ª. e 1ª. ordem

<i>fator</i>	<i>Carga fatorial</i>	<i>confiabilidade</i>	<i>variância explicada</i>
Uso organizacional da TI	0,92	0,792	51,1%
Extensão do uso	0,79	0,764	44,9%
Dependência do uso	0,69	0,895	68,2%
Adequação dos sistemas	0,91	0,872	63,0%
Uso de outras aplicações	0,33	0,880	67,5%
Governança de TI	0,61	0,804	59,0%
Planejamento e controle	0,96	0,730	35,9%
Participação de usuários	0,74	0,810	46,6%
Participação de executivos	0,54	0,867	57,0%
Impactos da TI	0,70	0,830	69,2%
Impactos das aplicações tradicionais	1,00	0,938	65,5%
Impactos das outras aplicações	0,66	0,882	65,8%
Atributos das aplicações	0,82	0,872	77,5%
Integração dos sistemas	0,98	0,882	65,2%
Qualidade dos sistemas	0,77	0,933	77,6%
Infra-estrutura de TI	0,62	0,723	41,4%
Serviços de infra-estrutura	0,93	0,684	36,7%
Conectividade interna	0,50	0,774	53,6%
Conectividade externa	0,52	0,763	53,6%
Infra-estrutura do departamento	0,53	0,907	66,6%

Os índices de ajuste geral apresentaram valores adequados, dentro dos limites que haviam sido especificados. Todos os fatores apresentaram confiabilidade aceitável; apenas um ficou muito próximo do limite e outros cinco apresentaram variância explicada abaixo de 50%. Dois deles tiveram variância explicada inferior a 40% (fator “serviços de infra-estrutura” e “planejamento e controle”). Isso pode indicar a necessidade de reavaliação das variáveis empregadas para esses fatores. Todas as cargas calculadas dos fatores também apresentaram significância estatística ao nível de 1%. Assim, de maneira geral, o modelo estrutural modificado foi considerado estatisticamente aceitável e utilizado como base para o cálculo dos escores dos fatores para o GI e suas dimensões.

ARTIGOS - GRAU DE INFORMATIZAÇÃO DE EMPRESAS: UM MODELO ESTRUTURAL APLICADO AO SETOR INDUSTRIAL DO ESTADO DE SÃO PAULO

Ronaldo Zwicker - Cesar Alexandre de Souza - Antonio Geraldo da Rocha Vidal - José de Oliveira Siqueira

Escores dos fatores e relação do GI com porte

A partir dos resultados obtidos, foram calculados os escores dos fatores para o GI e suas dimensões, observando que o GI é uma combinação linear dos cinco fatores que representam as suas dimensões. Esses fatores também são uma combinação linear das suas subdimensões que, por sua vez, combinam linearmente 66 variáveis indicadoras, obtidas a partir do questionário.

Para facilitar a interpretação, os valores obtidos para o GI foram transformados linearmente para a escala [0, 1], de maneira que a empresa menos informatizada recebeu o valor 0 e, a mais informatizada, o valor 1. As estatísticas descritivas (média e desvio-padrão amostrais) do GI estão apresentadas na Tabela 3. Nesta também constam os valores descritivos (*p-values*) de testes ANOVA com um fator fixo realizados para examinar a significância da diferença entre os diferentes portes de empresa. Tanto no caso dos escores para o GI como para as dimensões componentes, os testes ANOVA mostraram diferenças significantes ao nível de significância de 0,008 (utilizada correção de Bonferroni) em todas as dimensões e entre todos os portes, à exceção da dimensão “governança de TI”, a qual não mostrou diferença entre empresas médias e grandes. Dessa forma, foi confirmada a hipótese H1, que considera que o GI é maior para as empresas de maior porte.

Tabela 3 - Estatísticas relacionadas aos escores fatoriais do GI e suas dimensões

		<i>Micro</i>	<i>Pequena</i>	<i>Média</i>	<i>Grande</i>	<i>Geral</i>	<i>Valor descritivo</i>
Grau de Informatização	<i>média</i>	0,29	0,46	0,60	0,72	0,51	0,0000
	<i>dp</i>	0,20	0,20	0,21	0,17	0,22	
Uso organizacional da TI	<i>média</i>	0,28	0,46	0,59	0,72	0,50	0,0000
	<i>dp</i>	0,20	0,20	0,21	0,16	0,22	
Governança de TI	<i>média</i>	0,32	0,48	0,56	0,64	0,50	0,0000
	<i>dp</i>	0,30	0,28	0,29	0,28	0,29	
Impactos da TI	<i>média</i>	0,28	0,39	0,47	0,57	0,42	0,0000
	<i>dp</i>	0,24	0,23	0,23	0,22	0,24	
Atributos das aplicações	<i>média</i>	0,31	0,48	0,62	0,73	0,52	0,0000
	<i>dp</i>	0,21	0,21	0,22	0,17	0,23	
Infra-estrutura de TI	<i>média</i>	0,35	0,52	0,68	0,80	0,57	0,0000
	<i>dp</i>	0,17	0,18	0,18	0,17	0,21	

Obs: nível de significância com correção de Bonferroni = 0,008 (0,05/6)

ARTIGOS - GRAU DE INFORMATIZAÇÃO DE EMPRESAS: UM MODELO ESTRUTURAL APLICADO AO SETOR INDUSTRIAL DO ESTADO DE SÃO PAULO

Ronaldo Zwicker - Cesar Alexandre de Souza - Antonio Geraldo da Rocha Vidal - José de Oliveira Siqueira

Relação do GI com características operacionais

Para verificar a relação entre o GI e algumas características operacionais das empresas, foram calculadas as correlações lineares de Pearson (r) de ordem zero e parciais, controlando o número total de funcionários (porte). Os resultados são apresentados na Tabela 4. Uma vez que o GI aumenta com o porte da empresa, a correlação parcial permite verificar se o GI está, de fato, relacionado às características apresentadas, descontado o efeito de seu crescimento com o porte. O número de empresas (N) considerado no cômputo das correlações também é apresentado na Tabela 4, pois nem todas as empresas informaram as características consideradas.

Tabela 4 - Correlações entre o GI e as características operacionais das empresas

<i>Variável</i>	<i>Correlação de ordem zero</i>			<i>Correlação parcial controlando porte</i>		
	<i>r</i>	<i>Valor descritivo</i>	<i>N</i>	<i>r parcial</i>	<i>Valor descritivo</i>	<i>N</i>
Número de funcionários	0,488	0,000	663	---	---	---
Número de PCs	0,547	0,000	814	0,285	0,000	660
Número de usuários	0,595	0,000	651	0,395	0,000	630
Faturamento em R\$ em 2003	0,505	0,000	712	0,219	0,000	595
Faturamento por funcionário em 2003	0,377	0,000	580	0,272	0,000	577
Número de tipos de produtos vendidos	0,306	0,000	707	0,191	0,000	594
Número de clientes	0,284	0,000	728	0,144	0,000	611
Número de matérias-primas utilizadas	0,278	0,000	686	0,154	0,000	568
Média de lançamentos em contas a receber	0,447	0,000	632	0,200	0,000	554

OBS: NÍVEL DE SIGNIFICÂNCIA COM CORREÇÃO DE BONFERRONI = 0,003 (0,05/17)

Todas as variáveis possuem correlação estatisticamente significativa ao nível de significância 0,003 com o GI, mesmo eliminando-se o efeito do porte da empresa. Dessa forma, fica evidenciado que um maior GI também está relacionado a certas características operacionais das empresas, tais como número de clientes, número de tipos de produtos vendidos, número de matérias-primas utilizadas e número de operações realizadas no setor administrativo.

Também é importante considerar a significativa correlação com o faturamento por funcionário, pois ela representa um possível indicador de “produtividade” da empresa. Conclui-se que empresas com maior “produtividade”, descontado o efeito de seu porte, estão associadas a um maior GI. Dessa

forma, foi considerada confirmada a hipótese H2, que considera o GI relacionado às características operacionais da empresa.

Relação do GI com investimentos em TI

Para verificar a relação entre o GI e o investimento, despesa e gasto com TI, foram calculadas as correlações de Pearson de ordem zero e parciais, descontando-se o efeito do tamanho da empresa. Os resultados obtidos constam da tabela 5.

Tabela 5 - Correlações entre o GI e variáveis pertinentes aos gastos com TI

Variável (médias dos valores de 2001, 2002 e 2003)	Correlação de ordem zero			Correlação parcial controlando porte		
	r	Valor descritivo	N	r parcial	Valor descritivo	N
Gasto médio com TI em R\$	0,192	0,001	388	0,396	0,000	307
Investimento médio em TI em R\$	0,167	0,001	388	0,287	0,000	307
Despesa média com TI em R\$	0,199	0,001	388	0,404	0,000	307
Gasto médio com TI em % do faturamento	0,057	0,271	373	0,144	0,011	307
Investimento médio em TI em % do faturamento	-0,104	0,046	373	0,024	0,680	307
Despesa média com TI em % do faturamento	0,310	0,001	350	0,216	0,000	307

OBS: NÍVEL DE SIGNIFICÂNCIA COM CORREÇÃO DE BONFERRONI = 0,004 (0,05/12)

O gasto, a despesa e o investimento em valores absolutos se mostraram relacionados com o GI, mesmo removendo o efeito do porte da empresa. Esse resultado contraria a idéia inicialmente proposta de que maiores investimentos não necessariamente levam a um maior GI. Por outro lado, quando o gasto e o investimento são considerados como percentual do faturamento, eles não se mostraram correlacionados ao GI.

Nesse caso, a despesa manteve a relação com o GI, mas deve-se levar em consideração que, a um maior GI, a princípio, sempre devem corresponder maiores despesas para manutenção da área de TI. Dessa forma, a hipótese H3, que considera o GI não relacionado com os investimentos de TI, foi considerada apenas parcialmente amparada.

Relação do GI com fator de conversão de TI

Para a análise da hipótese H4 – de que as empresas maiores convertem com mais eficiência seus investimentos de TI –, calcularam-se dois índices, dividindo o GI pelos valores investidos. O objetivo foi analisar o quanto de informatização a empresa consegue obter por valor investido. Foram criadas as variáveis “fator de conversão absoluto”, FCONVABS, dividindo-se o GI pelos investimentos médios em reais, e “fator de conversão relativo”, FCONVREL, dividindo-se o GI pelos investimentos médios tomados como percentual do faturamento.

Para facilitar sua comparação, as duas variáveis foram transformadas linearmente de forma a variarem no intervalo [0, 1]. As médias das variáveis, segundo o porte das empresas, são apresentadas na Tabela 6. Os resultados mostram que as empresas menores possuem um FCONVABS mais alto, sugerindo ser mais barato para elas atingir o mesmo GI das empresas maiores. Entretanto, elas também detêm um FCONVREL menor, sugerindo que o investimento correspondente é mais difícil, visto que elas investem proporcionalmente mais do seu faturamento para atingir o mesmo nível de GI.

Tabela 6 - Fator de conversão por porte da empresa		
<i>Tamanho</i>	<i>Fator de conversão absoluto FCONVABS</i>	<i>Fator de conversão relativo FCONVREL</i>
Micro	0,231	0,066
Pequena	0,122	0,074
Média	0,034	0,168
Grande	0,006	0,161
<i>Valor descritivo</i>	0,001	0,001

OBS: NÍVEL DE SIGNIFICÂNCIA COM CORREÇÃO DE BONFERRONI = 0,025 (0,05/2)

A diminuição de FCONVABS com o aumento do porte da empresa pode ser justificada por dois possíveis motivos. Em primeiro lugar, é possível que a informatização das empresas maiores tenha custos mais elevados em decorrência da sofisticação das tecnologias utilizadas. Em segundo, é necessário considerar que uma mesma tarefa envolve volumes muito maiores nas empresas grandes e, conseqüentemente, os custos de TI também serão maiores. Esses motivos também justificam a correlação apontada, no item anterior, entre investimentos de TI em valores absolutos e o GI, e não invalidam a hipótese H4 – de que as empresas grandes convertem com mais eficiência seus investimentos de TI.

Entretanto, é possível argumentar que, a partir de determinado ponto da informatização, torna-se mais difícil evoluir (como eventualmente é o caso da implantação e uso de sistemas de CRM ou SCM) e, portanto, incrementos na capacidade de conversão tenderiam naturalmente a serem cada vez

ARTIGOS - GRAU DE INFORMATIZAÇÃO DE EMPRESAS: UM MODELO ESTRUTURAL APLICADO AO SETOR INDUSTRIAL DO ESTADO DE SÃO PAULO

Ronaldo Zwicker - Cesar Alexandre de Souza - Antonio Geraldo da Rocha Vidal - José de Oliveira Siqueira

mais refreados. Essa situação afetaria exatamente as empresas grandes, que já atingiram níveis maiores de informatização. Esse argumento sugere que se pode atingir um estágio de desaceleração do aumento da capacidade de conversão com base no aumento do tamanho da empresa, o que tenderia a não sustentar a hipótese H4.

Por sua vez, o aumento de FCONVREL com a ampliação do porte da empresa pode ser justificado por uma maior eficiência na conversão de investimentos de TI em informatização efetiva. O aparente patamar evidenciado nos dados da Tabela 6 para as empresas grandes pode refletir o efeito da maior sofisticação da tecnologia, a qual passa a exigir uma alocação proporcionalmente maior do faturamento para os investimentos em TI, apesar da grande capacidade de conversão. Essa interpretação sustenta a hipótese H4.

Entretanto, outra interpretação para o aparente patamar é a possível desaceleração do aumento da capacidade de conversão motivada pelo crescimento da dificuldade de evoluir em termos de possibilidades de informatização nas empresas de maior porte. Tanto o GI quanto os investimentos em TI tenderiam à estabilização e, portanto, a hipótese H4 deixa de ser amparada. Em vista da discussão anterior, parece justo concluir que a hipótese H4, que estabelece que as empresas grandes detêm maior capacidade de conversão de seus investimentos de TI em um GI maior, é apenas parcialmente sustentada pelos resultados da pesquisa.

CONCLUSÕES

O desenvolvimento do indicador para mensurar a informatização de empresas industriais paulistas foi realizado de maneira a incluir os aspectos considerados relevantes que envolvem a intensidade e a qualidade da utilização da TI nas empresas. O desenvolvimento do indicador GI foi realizado procurando atender a requisitos de confiabilidade e validade interna e externa. Quanto à confiabilidade e validade interna, acredita-se que esse objetivo tenha sido atingido pela obtenção de valores de ajuste adequados, valores coerentes para os coeficientes do modelo e valores adequados para os índices de confiabilidade recomendados. Quanto à validade externa, a medida obtida permitiu a comparação entre empresas de mesmo porte e entre diferentes portes, apresentando resultados que condizem com o que era esperado.

ARTIGOS - GRAU DE INFORMATIZAÇÃO DE EMPRESAS: UM MODELO ESTRUTURAL APLICADO AO SETOR INDUSTRIAL DO ESTADO DE SÃO PAULO

Ronaldo Zwicker - Cesar Alexandre de Souza - Antonio Geraldo da Rocha Vidal - José de Oliveira Siqueira

Na análise da relação do GI com os investimentos em TI, foi possível verificar que a despesa com TI aumenta com o GI. Isso significa que as empresas que optam por utilizar a TI em seu potencial máximo devem ter consciência de que isso representa custos adicionais. Esse é um motivo a mais para que os investimentos em TI sejam feitos adequadamente. Do contrário, os benefícios obtidos não compensarão os esforços.

Com relação ao “fator de conversão de TI”, foi observado que as empresas de menor porte se beneficiam de um possível efeito de “alavancagem” graças à sua menor necessidade de sofisticação tecnológica. Isso ficou evidenciado ao se observar que elas “convertem melhor” os investimentos de TI (em valores absolutos) em GI – um indício de que elas podem informatizar relativamente mais, utilizando tecnologias mais simples. Esse argumento está coerente com a filosofia de uso da TI, que permeia a construção do GI: as empresas devem privilegiar o uso efetivo e não a sofisticação.

Também deve ser destacada a muito tênue correlação entre investimentos de TI e o grau de informatização, conforme esperado a partir da análise do referencial teórico. Essa é uma indicação de que as empresas deveriam investir na melhoria do seu fator de conversão. Colocando de modo mais amplo, isso significa que é necessário investir no sentido de fazer os profissionais de TI, os usuários e os executivos sensibilizarem-se quanto à utilização dos recursos da tecnologia. Essa recomendação está em harmonia com o que esperavam os autores deste estudo.

Por fim, quanto às limitações do presente estudo, é preciso considerar que a amostra foi obtida a partir da participação voluntária das empresas, o que pode eventualmente limitar a generalização dos resultados. Deve ser assinalado que as empresas mais informatizadas responderam de modo mais completo o questionário, indicando um possível viés “para cima” nos resultados apresentados. A amostra obtida também não espelhou exatamente o cadastro da FIESP/CIESP, havendo uma sub-representação das microempresas. Apesar de limitar a generalização dos resultados, isso não invalida as conclusões obtidas, principalmente no que se refere a comparações entre os diferentes portes de empresa. Finalmente, é necessário frisar que os resultados decorrem da análise de um setor econômico e de um único estado brasileiro. Por essa razão, a extensão dos resultados a outros setores, estados e regiões devem ser feitos com as devidas reservas.

AGRADECIMENTOS

ARTIGOS - GRAU DE INFORMATIZAÇÃO DE EMPRESAS: UM MODELO ESTRUTURAL APLICADO AO SETOR INDUSTRIAL DO ESTADO DE SÃO PAULO

Ronaldo Zwicker - Cesar Alexandre de Souza - Antonio Geraldo da Rocha Vidal - José de Oliveira Siqueira

Os autores agradecem o apoio fornecido pelo CNPq, FAPESP, FIESP e CIESP para a realização desta pesquisa.

REFERÊNCIAS

ANDERSON, E. W. e FORNELL, C. Foundations of the American Customer Satisfaction Index. *Total Quality Management*, v. 1, n. 7, p. 869-882, 2000.

ARBUCKLE, J. L.; WOTHKE, W. *AMOS 4.0 User's Guide*. Chicago: SmallWaters, 1999.

EDWARDS, J. R.; BAGOZZI, R. P. On the nature and direction of relationships between constructs and measures. *Psychological Methods*, v. 5, n. 2, p. 155-174, 2000.

GRABOWSKI, M.; LEE, S. Linking information systems application portfolio and organizational strategy. Em: BANKER, R. D.; KAUFFMAN, R. J.; MAHMOOD, A. M. (editores) *Strategic Information Technology Management*. Harrisburg: IGP, 1993.

HAIR Jr., J. F.; ANDERSON, R. E.; TATHAM, R. L.; BLACK, W. C. *Multivariate Data Analysis*. 5^a Ed., Upper Saddle River: Prentice Hall, 1998.

HU, Q.; QUAN, J. Evaluating the impact of IT investments on productivity: a causal analysis at industry level. *International Journal of Information Management*, n. 25, p. 39-53, 2005.

KLINE, R. B. *Principles and Practice of Structural Equation Modeling*. New York: Guilford, 1998.

LATIF, S. A. *Modelagem de Equações Estruturais*. Dissertação de Mestrado. Universidade de São Paulo, 2000.

ARTIGOS - GRAU DE INFORMATIZAÇÃO DE EMPRESAS: UM MODELO ESTRUTURAL APLICADO AO SETOR INDUSTRIAL DO ESTADO DE SÃO PAULO

Ronaldo Zwicker - Cesar Alexandre de Souza - Antonio Geraldo da Rocha Vidal - José de Oliveira Siqueira

LIM, S. K. A Framework to evaluate the informatization level. Em: Grembergen, W. (editor) *Information Technology Evaluation: methods & management*. Hershey: IGP, 2001.

LUBBE, S. The impact of IT investment in RSA e-commerce SME organizations. *Electronic Journal of Information Systems Evaluation*, v. 7, n. 1, p. 49-56, 2004.

LUCAS, H. C. The Business value of information technology: a historical perspective and thoughts for future research. Em: BANKER, R. D.; KAUFFMAN, R. J.; MAHMOOD, A. M. (editores) *Strategic Information Technology Management*. Harrisburg: IGP, 1993.

MAHMOOD, M. A.; SOON, A. A comprehensive model for measuring the potential impact of information technology on organizational strategic variables. *Decision Sciences*, v. 22, p. 870-897, 1991.

MARKUS, M. L.; SOH, C. Banking on information technology: converting IT spending into firm performance. Em: BANKER, R. D., KAUFFMAN, R. J. e MAHMOOD, A. M. (editores) *Strategic Information Technology Management*. Harrisburg: IGP, 1993.

MEIRELLES, F. *Pesquisa Administração de Recursos de Informática*, 15. ed., São Paulo: Fundação Getúlio Vargas, 2004.

MELHADO, T. T. *Medidas de ajuste de modelos de equações estruturais*. Dissertação de Mestrado. Universidade de São Paulo, 2004.

MOONEY, J. G.; GURBAXANI, V.; KRAEMER, K. L. A process oriented framework for assessing the business value of information technology. Em: *Proceedings of the Sixteenth Annual International Conference on Information Systems*, 1995.

ARTIGOS - GRAU DE INFORMATIZAÇÃO DE EMPRESAS: UM MODELO ESTRUTURAL APLICADO AO SETOR INDUSTRIAL DO ESTADO DE SÃO PAULO

Ronaldo Zwicker - Cesar Alexandre de Souza - Antonio Geraldo da Rocha Vidal - José de Oliveira Siqueira

RAGOWSKY, A.; AHITUV, N.; NEUMAN, S. The benefits of using information systems. *Communications of the ACM*, v. 43, n. 11, edição eletrônica, 2000.

RAVARINI, A.; TAGLIAVINI, M.; BUONANNO, G.; SCIUTO, D. Information systems check-up as a leverage for SME development. Em: BURGESS, S. (editor) *Managing Information Technology in Small Business: challenges and solutions*. Hershey: IGP, 2002.

REMENYI, D.; MONEY, A.; SHERWOOD-SMITH, M.; IRANI, Z. *The Effective Measurement and Management of IT Costs and Benefits*. 2^a Ed., Oxford: Butterworth-Heinemann, 2000.

SCHULLER, M. Análise Multivariada de Segunda Geração: tudo o que eu queria saber sobre LISREL e que os matemáticos foram herméticos demais para me explicar. Em: *Anais do 19º. Encontro Nacional da ANPAD*, 1995.

SOH, C.; MARKUS, M. L. How IT creates business value: a process theory synthesis. Em: *Proceedings of the Sixteenth International Conference on Information Systems*. Amsterdam, 1995.

SOUZA, C. A. *Avaliação do Grau de Informatização de Empresas Industriais de Pequeno e Médio Porte*. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo. Disponível em < www.teses.usp.br >, 2004.

TEO, S. T.; WONG, P. K. An empirical study of the performance impact of computerization in the retail industry. *Omega*, v. 26, n. 5, p. 611-621, 1998.

WEILL, P. The Relationship between investment in information technology and firm performance: a study of the valve manufacturing sector. *Information Systems Research*, v. 3, n. 4, p. 307-333, 1992.

ARTIGOS - GRAU DE INFORMATIZAÇÃO DE EMPRESAS: UM MODELO ESTRUTURAL APLICADO AO SETOR INDUSTRIAL DO ESTADO DE SÃO PAULO

Ronaldo Zwicker - Cesar Alexandre de Souza - Antonio Geraldo da Rocha Vidal - José de Oliveira Siqueira

WEILL, P.; BROADBENT, M. *Leveraging the New Infrastructure: how market leaders capitalize on information technology*. Boston: Harvard School, 1998.

WEISSBACH, R. Strategies of organizational informatization and the diffusion of IT. Em: KHOSROW-POUR, M. (editor). *Information Technology & Organizations: trends, issues, challenges and solutions*. Hershey: IGP, 2003.

Artigo recebido em 11.11.2005. Aprovado em 16.02.2007.

Ronaldo Zwicker

Professor da Faculdade de Administração, Economia e Contabilidade da Universidade de São Paulo.

Interesses de pesquisa nas áreas de gestão de TI, sistemas empresariais (*enterprise systems*), avaliação de retornos e impactos da TI, redes neurais e inteligência artificial e métodos de simulação.

E-mail: rzwicker@usp.br

Endereço: Av. Prof. Luciano Gualberto, 908, sala G121, Cidade Universitária, São Paulo – SP, 05508-900.

Cesar Alexandre de Souza

Professor da Faculdade de Administração, Economia e Contabilidade da Universidade de São Paulo.

Interesses de pesquisa nas áreas de gestão de TI, sistemas empresariais (*enterprise systems*), avaliação de retornos e impactos da TI, governo eletrônico e modelagem de equações estruturais.

E-mail: calesou@usp.br

Endereço: Av. Prof. Luciano Gualberto, 908, sala G121, Cidade Universitária, São Paulo – SP, 05508-900.

Antonio Geraldo da Rocha Vidal

Professor da Faculdade de Administração, Economia e Contabilidade da Universidade de São Paulo.

Interesses de pesquisa nas áreas de tecnologia da informação aplicada a negócios, sistemas de informação e metodologias de desenvolvimento de sistemas.

E-mail: vidal@usp.br

ARTIGOS - GRAU DE INFORMATIZAÇÃO DE EMPRESAS: UM MODELO ESTRUTURAL APLICADO AO SETOR INDUSTRIAL DO ESTADO DE SÃO PAULO

Ronaldo Zwicker - Cesar Alexandre de Souza - Antonio Geraldo da Rocha Vidal - José de Oliveira Siqueira

Endereço: Av. Prof. Luciano Gualberto, 908, sala G121, Cidade Universitária, São Paulo – SP, 05508-900.

José de Oliveira Siqueira

Professor da Faculdade de Administração, Economia e Contabilidade da Universidade de São Paulo.

Interesses de pesquisa nas áreas de métodos e modelos matemáticos, econométricos e estatísticos e administração financeira.

E-mail: siqueira@usp.br

Endereço: Av. Prof. Luciano Gualberto, 908, sala G121, Cidade Universitária, São Paulo – SP, 05508-900.