

Área Temática: 7.1 – Gestão da Tecnologia da Informação (Gestão e Governança de TI)

Título: Benefícios Potenciais Associados à Computação em Nuvem: Um Estudo Delphi Envolvendo Profissionais e Acadêmicos Brasileiros

AUTORES

SIDNEY CHAVES

Universidade de São Paulo
sidneychaves.sc@gmail.com

CESAR ALEXANDRE DE SOUZA

Universidade de São Paulo
calesou@usp.br

Resumo

A computação está se tornando uma utilidade, à semelhança do que ocorreu no passado com a eletricidade e a telefonia. Face às vantagens econômicas do modelo de utilidades, as organizações estão repensando o modo pelo qual se dispõem a adquirir e usar a tecnologia da informação (TI) e estão considerando conectar-se a ambientes de computação em nuvem. Levando em conta os aspectos positivos que a cercam, é natural que a computação em nuvem ofereça benefícios potenciais para as organizações que se dispõem a aderir a ela. Visando explorar em maior profundidade esta questão dos benefícios, desenvolveu-se uma pesquisa que englobou um painel Delphi com especialistas e acadêmicos brasileiros, cujas etapas e conclusões estão apresentadas neste artigo. O painel conduziu à indicação de doze benefícios, os quais foram mesclados com oito outros extraídos das referências bibliográficas consultadas e, por fim, foram selecionados pelos painelistas os dez benefícios mais relevantes e promovido seu ordenamento por importância. No *ranking* final, o primeiro, o terceiro e o quarto benefícios considerados mais importantes têm como foco e beneficiária direta a própria área de TI, enquanto que o benefício colocado na segunda posição destaca-se como o mais relevante sob a ótica dos negócios.

Palavras-Chave: Computação em Nuvem, Benefício, Método Delphi.

Abstract

Information Technology (IT) is becoming a utility, in a very similar way to what happened in the past to electricity and telephony for example. Given the economic advantages of the utilities model, organizations are rethinking about ways to acquire and use IT resources and are taking into consideration to adhere to cloud computing architectures. Taking into account the positive aspects that surround it, it is natural that cloud computing offers potential benefits for organizations that are willing to adhere to it. In order to explore this issue in greater depth, we carried out a research project that included a Delphi panel in which Brazilian IT experts and scholars were involved and whose steps and conclusions are described in this article. The Delphi panel led panelists to suggest twelve benefits, which were merged with eight other ones extracted from the literature and, after all, the top ten benefits, according to panelists' opinion, were selected and ranked. In the final ranking, the first, the third and the fourth benefits ranked as the most important ones point to the IT department itself as the main beneficiary, while the benefit placed second stands out as the most relevant one from the business perspective.

Keywords: Cloud Computing, Benefit, Delphi Method.

Benefícios Potenciais Associados à Computação em Nuvem: Um Estudo Delphi Envolvendo Profissionais e Acadêmicos Brasileiros

1 Introdução

Na busca por serviços de Tecnologia da Informação (TI) com melhores relações benefício/custo, as instituições e organizações de negócios têm optado por mesclar serviços de provimento próprio com os adquiridos de terceiros. Neste último decênio, cresceram e se diversificaram tanto a procura quanto a oferta de serviços terceirizados de TI.

A computação está se tornando uma utilidade, à semelhança do que ocorreu no passado, por exemplo, com a eletricidade e a telefonia. Face às vantagens econômicas do modelo de utilidades, que se baseia fundamentalmente no uso de ativos de terceiros, as instituições e organizações estão repensando o modo pelo qual se dispõem a comprar e usar TI – ao invés de destinar volumes expressivos de recursos para adquirir equipamentos e programas, estão considerando conectar-se a este novo ambiente. Trata-se de uma mudança tão significativa que irá impactar não apenas a função de TI das instituições e organizações, mas surpreender a indústria da computação como um todo (CARR, 2008).

Esta nova forma de prestação de serviços de TI foi rotulada "computação em nuvem". O instituto de pesquisa Forrester Research, por exemplo, elaborou um modelo que busca explicitar os diferentes estágios da terceirização de serviços de TI e cita a computação em nuvem como a modalidade mais evoluída (STATAEN *et al.*, 2008).

Levando em conta os aspectos positivos que a cercam, é natural, e até certo ponto esperado, que a computação em nuvem incorpore benefícios potenciais para as organizações e instituições que se dispõem a aderir a ela. Com vistas a explorar em maior profundidade esta questão dos benefícios, este trabalho de pesquisa, desenvolvido ao longo do primeiro semestre de 2011, promoveu a realização de um painel Delphi com especialistas e acadêmicos brasileiros, cujas etapas e conclusões são apresentadas neste artigo, que explora parte de um estudo mais amplo, que tratou ainda das barreiras e riscos inerentes à computação em nuvem e cujos demais resultados serão oportunamente publicados.

Este artigo está organizado em cinco outras seções, além desta introdutória. A Seção 2 apresenta uma definição para computação em nuvem e os benefícios potenciais associados à sua adoção. A Seção 3 discorre sobre o método Delphi, enquanto que a Seção 4 descreve o preparo e a realização do painel Delphi e apresenta os resultados obtidos. A Seção 5 trata da discussão sobre os resultados da pesquisa e a Seção 6, por fim, ocupa-se das conclusões.

2 Computação em Nuvem

Nesta seção estão apresentadas a definição para computação em nuvem adotada na pesquisa e as informações relativas aos benefícios extraídas da literatura acadêmica examinada.

2.1 Definição

Desde o surgimento da expressão "computação em nuvem", diversos autores têm proposto definições para ela. O National Institute of Standards and Technology (NIST), entidade federal não regulatória responsável por promover a inovação e a competitividade industriais

em âmbito nacional nos Estados Unidos, propôs uma definição que tem assumido um papel quase que de referência para a expressão, dada a importância deste órgão no meio governamental norte-americano e também devido ao fato de serem de origem norte-americana boa parte dos autores que têm se ocupado do estudo da computação em nuvem; para o NIST (2009, p. 1):

"Computação em nuvem é um modelo que viabiliza o acesso oportuno e sob demanda a um pacote compartilhável de recursos computacionais configuráveis (por exemplo, redes, servidores, áreas para armazenagem, aplicativos e serviços) que podem ser rapidamente provisionados e liberados com um esforço mínimo de gestão ou de interação com o provedor dos serviços."

2.2 Benefícios Potenciais Associados à Adoção

A literatura sobre computação em nuvem tem dado considerável destaque à questão dos benefícios potenciais associados à contratação de serviços em ambientes de nuvem.

Para Marston *et al.* (2011), a computação em nuvem oferece um elenco significativo de benefícios-chave aos seus consumidores, a saber:

- Redução de custo:
 - O custo de uso para as pequenas empresas é sensivelmente reduzido, habilitando-as a se beneficiar do uso de recursos computacionais antes apenas acessíveis a empresas de maior porte;
 - Da mesma forma, pode-se deduzir que essa possibilidade de acesso se dá em nível de país, permitindo, dessa forma, a países em desenvolvimento queimar etapas no processo de informatização da sociedade.
- Redução de investimento inicial:
 - O acesso a recursos computacionais se dá sem a necessidade de investimentos iniciais de monta, o que faz com que sua efetiva utilização se dê em um período de tempo menor;
 - Como os gastos se dão sob a forma de custo operacional, ao invés de inversão em ativos, este fato também contribui para a diminuição dos valores a serem investidos antecipadamente;
 - Em adição, na medida em que mais consumidores aderem aos serviços oferecidos por um determinado provedor, este tem condição de, face à economia de escala que pode obter, promover reduções de preço que venham a favorecer todo o seu elenco de consumidores.
- Redução de barreiras:
 - A computação em nuvem tem potencial para reduzir as barreiras que a TI, em geral, impõe à inovação, o que é visivelmente demonstrado observando-se as inúmeras novas empresas que têm surgido, servindo-se de recursos computacionais em nuvem e que, em pouco tempo de atuação, são excepcionalmente bem sucedidas; nesta situação, podem ser citadas como exemplo YouTube, Facebook, TripIt e Mint.
- Facilidade para escalar:
 - A computação em nuvem torna fácil para os provedores escalar seus serviços de acordo com a demanda de seus clientes; uma vez que os recursos computacionais são manuseados via software, eles podem ser disponibilizados rapidamente à medida que novos equipamentos são adicionados à rede;
 - Na realidade, o objetivo da computação em nuvem é possibilitar que os recursos sejam escalados dinamicamente, para mais ou para menos, por meio de software, dependendo da carga dos clientes, com a mínima interação possível com os provedores.

- Inovação:
 - A computação em nuvem torna possíveis novas classes de aplicações e disponibiliza serviços não possíveis anteriormente.

Kim (2009) também explora a questão dos benefícios e afirma que a computação em nuvem oferece quatro importantes deles aos seus consumidores:

- Redução de investimento e custeio:
 - Os provedores são os proprietários e gerenciam todos os recursos computacionais, cabendo aos consumidores unicamente conectarem-se às nuvens;
 - Neste contexto, os consumidores não necessitam aportar recursos de monta para dar início à sua operação de TI, nem tampouco prover espaço físico para instalações ou arcar com custos de consumo de eletricidade, manutenção de facilidades e remuneração de pessoal especializado.
- Escalabilidade dinâmica:
 - Os consumidores podem aumentar ou reduzir o nível de utilização de recursos computacionais de modo fácil e com flexibilidade.
- Menor preço relativo:
 - Em geral, o custo dos serviços na computação em nuvem é inferior aos dispêndios demandados por uma operação própria, pois paga-se apenas pelos recursos utilizados, sem a necessidade de manter capacidade ociosa para fazer frente a situações de pico.
- Facilidade de acesso:
 - Pode-se acessar as nuvens e demandar serviços a qualquer momento e de qualquer lugar.

Smith (2009) é outro autor que também relaciona um conjunto de benefícios que podem ser propiciados pela computação em nuvem aos seus consumidores:

- Escalabilidade dinâmica:
 - Os consumidores podem provisionar recursos computacionais na medida em que se fazem necessários; portanto, se suas demandas crescem ou diminuem, os recursos requeridos para atendê-las podem ser adicionados ou subtraídos de pronto.
- Inversões com fundos operacionais:
 - Os recursos computacionais disponibilizados nas nuvens podem ser adquiridos com fundos destinados a despesas operacionais ou de custeio, ao invés de com inversões de capital;
 - Muitas áreas de TI enfrentam longos processos de aprovação para inversões de capital, porém a aprovação de orçamentos operacionais, via de regra, é mais simples e menos demorada.
- Disponibilização imediata de recursos:
 - A computação em nuvem possibilita o provisionamento e a aquisição de recursos em tempo real, para utilização imediata;
 - Em termos práticos, significa que não há demora significativa para que os recursos se tornem utilizáveis.
- Menor mobilização de recursos de pessoal e infraestrutura:
 - Como os equipamentos não necessitam ser instalados nas dependências das empresas usuárias, não são requeridas atualizações em sistemas elétricos, alocação de espaço físico, modificações em sistemas de refrigeração e outras assemelhadas;

- Também diminui a demanda por ampliação do quadro de pessoal alocado à TI, quer sejam profissionais contratados quer sejam terceiros.
- Ganhos decorrentes da competição:
 - Sempre é possível encontrar um provedor alternativo para um dado serviço; portanto, se um determinado provedor não está desempenhando a contento e/ou seus preços se tornam caros em demasia, os serviços envolvidos podem ser transferidos para outro provedor.

Qian *et al.* (2009), por seu turno, citam três benefícios que podem ser obtidos com a computação em nuvem e os apresentam resumidamente:

- Satisfação de requisitos de negócio sob demanda, por meio do redimensionamento dinâmico dos recursos de computação demandados em função de alterações nestes requisitos;
- Redução de custo e economia de energia, face ao emprego de microcomputadores de baixo preço e baixo consumo de energia e da virtualização de servidores;
- Aumento da eficiência na gestão de recursos, por meio da programação dinâmica dos recursos envolvidos.

Comparando estas listas de benefícios oferecidas por quatro diferentes autores, verifica-se que, dos dezessete benefícios citados no total, alguns deles o estão de forma repetida – a escalabilidade é citada pelos quatro autores (mesmo que com definições um pouco distintas entre si), a redução de custos por três deles e a redução de investimentos iniciais por dois deles. Em decorrência, pode-se afirmar que se está diante de um elenco de apenas oito benefícios potenciais efetivamente distintos, os quais estão relacionados e descritos no Quadro 1.

Quadro 1 – Benefícios Potenciais Associados à Computação em Nuvem

Benefício	Descrição	Autores
Redução de custo	A computação em nuvem possibilita a redução dos custos globais com TI, em particular devido ao fato de o custo dos serviços serem inferiores aos dispêndios demandados por uma operação própria.	Marston <i>et al.</i> (2011); Kim (2009); Qian <i>et al.</i> (2009)
Redução do investimento inicial	A adoção da computação em nuvem leva à redução do investimento inicial em TI, tendo em vista que os recursos são de propriedade de terceiros.	Marston <i>et al.</i> (2011); Kim (2009)
Melhor acesso a inovações	A computação em nuvem contribui para a redução de barreiras à inovação e torna viável utilizar novos tipos de aplicativos e serviços não possíveis em outras condições.	Marston <i>et al.</i> (2011)
Disponibilidade de recursos imediata e sob demanda	A computação em nuvem possibilita o provisionamento e a aquisição de recursos sob demanda e em tempo real, de qualquer lugar e para utilização imediata, conferindo maior disponibilidade a esses recursos e viabilizando, dessa forma, a implantação mais rápida de serviços e a satisfação de requisitos de negócio.	Marston <i>et al.</i> (2011); Kim (2009); Smith (2009); Qian <i>et al.</i> (2009)
Inversões com fundos operacionais	Os recursos disponibilizados nas nuvens podem ser adquiridos com fundos destinados a despesas operacionais, ao invés de com inversões de capital.	Smith (2009)

Quadro 1 – Benefícios Potenciais Associados à Computação em Nuvem (cont.)

Benefício	Descrição	Autores
Menor mobilização de recursos destinados a TI	A computação em nuvem propicia menor mobilização de recursos de pessoal e infraestrutura para TI	Smith (2009)
Ganhos decorrentes da competição	Se um determinado provedor passa a não desempenhar a contento e/ou seus preços se elevam em demasia, os serviços envolvidos podem ser transferidos para outro provedor.	Smith (2009)
Ganhos de eficiência na gestão de recursos	A computação em nuvem propicia maior eficiência na gestão dos recursos de TI, por meio da sua programação dinâmica.	Qian <i>et al.</i> (2009)

3 Método de Pesquisa

O método Delphi foi desenvolvido na década de 1950 pela Rand Corporation, nos Estados Unidos, para apoiar pesquisas militares de cunho estratégico. Ao divulgá-lo, Dalkey e Helmer (1962) definem o Delphi como um método que visa obter a opinião coletiva mais confiável de um grupo de especialistas, aos quais são aplicados questionários e/ou entrevistas individuais combinados com *feedback* controlado, ao longo de uma série de ciclos.

Dalkey (1967) explicita as características básicas do Delphi: (a) anonimato, (b) *feedback* controlado e (c) estatística associada à resposta coletiva. O anonimato implica no não conhecimento, por parte dos participantes, das opiniões individuais dos demais, para evitar interferências ou influências. O *feedback* controlado significa a divulgação, ao final de cada ciclo, das opiniões dos participantes para os próprios, sob a forma de resumos elaborados pelos pesquisadores. A estatística associada à resposta coletiva é representada por um ou mais valores numéricos, estatisticamente determinados, capazes de mensurar adequadamente o grau de convergência (ou concordância) do conjunto das opiniões dos especialistas ao término de cada ciclo.

Mais tarde, outros autores, em particular Rowe *et al.* (1991), passam a considerar que são quatro as características básicas do Delphi, colocando a iteração em separado e reforçando que a repetição do processo de questionamento por meio dos ciclos propicia aos especialistas a oportunidade de rever suas opiniões e respostas à luz do conhecimento agregado do grupo.

Na sua formulação original, o Delphi foi concebido para ser aplicado a situações que envolviam a necessidade de gerar estimativas relativas a um determinado tema ou assunto (Dalkey, 1969). Posteriormente, Delbecq *et al.* (1975) mencionam o emprego do Delphi na obtenção de pareceres sobre a importância relativa de quesitos afetos a um determinado assunto, na modalidade que passou a ser conhecida como *ranking form*.

4 Realização do Painel Delphi

Dadas as características desta pesquisa, optou-se por aplicar o Delphi na modalidade *ranking form*, o que possibilitou explorar a questão dos benefícios potenciais associados à adoção da computação em nuvem e estabelecer uma lista ordenada dos benefícios mais relevantes. Para tal, definiu-se uma sistemática composta por quatro etapas e derivada dos roteiros propostos por Schmidt (1997), Skulmoski *et al.* (2007) e Okoli e Pawlowski (2004); estas etapas, descritas nos tópicos a seguir, são: (1) esquematização do painel, (2) montagem do grupo de painelistas, (3) preparo e realização dos ciclos do painel e (4) elaboração das conclusões.

4.1 Esquematização do Painel

Estabeleceu-se, em princípio, que o painel compreenderia no mínimo seis ciclos e que outros mais poderiam ser acrescentados, caso os resultados obtidos ainda não indicassem um grau de concordância satisfatório entre os painelistas.

O Ciclo 0 foi um ciclo preliminar, destinado a mapear o perfil dos participantes. O Ciclo 1 foi voltado à captura dos benefícios potenciais associados à adoção da computação em nuvem. O Ciclo 2 aprofundou a investigação, iniciando a composição do *ranking* de benefícios, o qual foi complementado no Ciclo 3. O Ciclo 4 promoveu a revisão do *ranking* de benefícios, com vistas a aprimorar o grau de concordância entre os participantes. O Ciclo 5 previa uma nova revisão do *ranking*, mas não foi executado por não ter sido necessário.

4.2 Montagem do Grupo de Painelistas

Optou-se pela realização do painel com a participação de um grupo único de especialistas, reunindo acadêmicos e profissionais de TI. Foram convidadas pessoas do círculo de conhecimento de um dos pesquisadores, compreendendo três acadêmicos e dezenove profissionais, estes todos executivos de TI em empresas com atuação no Brasil. O convite foi aceito pelos três acadêmicos e por treze profissionais, estabelecendo-se um grupo com tamanho e proporção relativa considerados satisfatórios.

4.3 Preparo e Realização dos Ciclos do Painel

Neste tópico, estão apresentados os ciclos realizados, com ênfase na estruturação das tarefas em cada ciclo e nos resultados obtidos.

4.3.1 Ciclo 0

Este ciclo compreendeu o preparo e envio de um questionário destinado a mapear o perfil dos profissionais de TI participantes e a subsequente tabulação das respostas. Este questionário foi enviado apenas aos treze painelistas atuantes em TI, tendo sido respondido por todos eles. O perfil dos acadêmicos foi obtido por meio de contato direto por e-mail.

4.3.2 Ciclo 1

Este ciclo abrangeu o preparo e envio do primeiro questionário destinado a abordar o tema da pesquisa e a posterior tabulação e análise das respostas. O questionário objetivou, por meio de perguntas abertas, colher a opinião dos painelistas acerca dos benefícios potenciais associados à contratação de serviços de computação em nuvem e foi respondido pelos três acadêmicos e por onze dentre os treze profissionais de TI.

A compilação e interpretação das indicações feitas pelos painelistas levaram à obtenção de uma lista consolidada contendo doze benefícios distintos, numerados de V1 a V12 e apresentados no Quadro 2.

4.3.3 Ciclo 2

Este ciclo abrangeu o preparo e envio do segundo questionário efetivamente relacionado ao tema da pesquisa e a posterior tabulação e análise das respostas. Antes da elaboração da lista de benefícios a ser inserida neste questionário, foi feito um confronto entre os doze constantes do Quadro 2 e os oito relacionados no Quadro 1. Este confronto permitiu, por um lado, concluir que os benefícios indicados pelos painelistas coincidiam com parte dos extraídos das referências bibliográficas e, em adição, identificar dois benefícios relevantes não citados pelos painelistas, quais sejam: o acesso a inovações e a menor mobilização de recursos destinados à

TI. O próprio Quadro 2 demonstra como os benefícios extraídos da literatura foram associados ou acrescidos aos indicados pelos painelistas.

Quadro 2 – Benefícios Potenciais Associados à Adoção da Computação em Nuvem Indicados pelos Painelistas

No.	Enunciado	Consta na literatura?	É um dos 10 mais indicados?
V1	Permite concentrar o foco de TI nos negócios e em processos <i>core</i>	Não	Sim
V2	Propicia maior simplicidade e menor esforço para gerir os ativos alocados a TI	Sim (Qian <i>et al.</i>)	Sim
V3	Reduz ou elimina a necessidade de lidar com planejamento de capacidade e outros processos associados a ativos próprios	Sim (Qian <i>et al.</i>)	Sim
V4	Gera oportunidade para aprimoramento tecnológico e absorção de novos conhecimentos	Sim (Marston <i>et al.</i>)	Não
V5	Demanda investimentos iniciais menores para se dispor do mesmo nível de recursos e tecnologia	Sim (Marston <i>et al.</i> ; Kim)	Sim
V6	Viabiliza a implantação mais rápida de novos serviços e aplicativos	Sim (Kim; Smith)	Sim
V7	Confere maior grau de disponibilidade aos serviços	Sim (Kim; Smith)	Sim
V8	Oferece escalabilidade, proporcionando flexibilidade para crescer e lidar com situações de pico e sazonalidade	Sim (Marston <i>et al.</i> ; Kim; Smith; Qian <i>et al.</i>)	Sim
V9	Propicia portabilidade aos serviços, viabilizando trocas de fornecedores	Sim (Smith)	Não
V10	Possibilita redução global de investimentos e de gastos com custeio de TI	Sim (Marston <i>et al.</i> ; Kim; Qian <i>et al.</i>)	Não
V11	Permite substituir investimentos em ativos (CAPEX) por despesas (OPEX), gerando benefícios fiscais	Sim (Marston <i>et al.</i> ; Smith)	Sim
V12	Aumenta o nível global de segurança em TI, desde que cumpridos os SLA's pelos fornecedores	Não	Não
V13	Facilita o acesso a inovações, tornando possível utilizar novos tipos de aplicativos e serviços não possíveis em outras condições	Somente (Marston <i>et al.</i>)	Sim
V14	Propicia menor mobilização de recursos de pessoal e infraestrutura para TI	Somente (Smith)	Sim

O questionário foi enviado aos catorze painelistas remanescentes, aos quais se solicitou indicar os dez benefícios mais relevantes dentre os apresentados, sem ordená-los por importância, e foi respondido pelos três acadêmicos e por nove profissionais de TI. Apesar de solicitados a indicar dez benefícios, nem todos os painelistas o fizeram, tendo sido apontadas quantidades menores por alguns. De todo modo, de posse das respostas, foi elaborada uma lista consolidada com os dez benefícios mais indicados, representativos, portanto, da opinião coletiva dos painelistas; na coluna mais à direita do Quadro 2, estão sinalizados estes dez benefícios.

Ressalte-se que esta lista coletiva ainda não representava um *ranking*, pois, neste ciclo, os painelistas apenas fizeram a escolha dos benefícios mais relevantes, sem, contudo, promover sua ordenação; portanto, este ciclo permitiu somente que fossem eliminados quatro benefícios considerados menos relevantes pelo grupo.

4.3.4 Ciclo 3

Este ciclo abrangeu o preparo e envio do terceiro questionário relacionado ao tema da pesquisa e a posterior tabulação e análise das respostas. O questionário foi enviado aos doze painelistas remanescentes e os solicitou a elaborar um *ranking* de benefícios, a partir dos dez mais indicados destacados no Quadro 2. Foram recebidas respostas dos três acadêmicos e de oito profissionais de TI.

A tabulação das respostas a este questionário possibilitou obter o *ranking* consolidado de benefícios, tendo sido adotado, para tal, o método de ordenação coletiva proposto por Kendall e Smith (1939), com a variante recomendada por Kendall (1945) para equacionar a questão dos empates. A Tabela 1A no Apêndice 2 apresenta os *rankings* individuais e o coletivo, este último refletindo a opinião consolidada do grupo. A linha desta tabela marcada com um fundo de cor cinza indica as posições dos benefícios no *ranking* consolidado e as fórmulas de cálculo envolvidas, bem como o significado das variáveis adotadas, constam do Apêndice 1.

A Tabela 1A também apresenta o valor do coeficiente de concordância W, obtido conforme especificado por Kendall e Smith (1939). O coeficiente W indica quando um painel Delphi pode ser interrompido, pois o incremento no seu valor, de um ciclo para outro, tem relação direta com o aumento do grau de concordância entre os painelistas. Neste ciclo do painel, W apresentou o valor de 0,144, significando que o *ranking* consolidado, adotadas as faixas sugeridas por Schmidt (1997), expressava a existência de um grau de concordância baixo entre os painelistas. O teste de χ^2 , aplicado em observância à orientação de Friedman (1940), mostrava que W tinha significância em nível $p = 0,1$.

Desdobrando em dois subconjuntos as respostas relativas ao ordenamento dos benefícios, têm-se em separado os *rankings* consolidados dos acadêmicos e dos profissionais de TI, os quais estão apresentados nas Tabelas 1B e 1C no Apêndice 2. A análise destas duas tabelas mostra que, para os acadêmicos, o *ranking* obtido era relativamente diferente do geral, com apenas duas coincidências de posições (*ranks* dos benefícios V6 e V11), duas posições próximas (*ranks* 3 e 4 para o benefício V2 e *ranks* 2 e 3 para o benefício V5) e três discrepâncias significativas (*ranks* 6 e 10 para o benefício V7, *ranks* 5 e 8 para o benefício V8 e *ranks* 10 e 6 para o benefício V13). Já o *ranking* dos profissionais de TI era quase idêntico ao geral, com oito coincidências de posições, uma posição próxima (*ranks* 4 e 3 para o benefício V5) e apenas uma discrepância significativa (*ranks* 2 e 5 para o benefício V3). Entretanto, as concordâncias de opiniões apresentavam grau baixo em ambos os casos, adotadas as faixas sugeridas por Schmidt (1997), pois o coeficiente de concordância W foi a 0,189 para os acadêmicos e 0,179 para os profissionais de TI. O teste de χ^2 , por seu turno, indicava que, em ambos os casos, a significância de W era muito baixa ($p > 0,1$).

4.3.5 Ciclo 4

Este ciclo abrangeu o preparo e envio do quarto questionário relacionado ao tema da pesquisa e a posterior tabulação e análise das respostas. O questionário objetivou revisar o *ranking* de benefícios estabelecido no ciclo anterior e foi enviado aos onze painelistas remanescentes, tendo sido respondido por todos.

Cada painelista foi solicitado a rever sua ordenação relativa aos benefícios, uma vez conhecida a opinião coletiva do grupo e, como se tratou de uma revisão opcional, apenas alguns optaram por promover modificações no *ranking* indicado de início. A Tabela 2A no Apêndice 2 apresenta como ficaram, depois de consideradas as modificações, os novos *rankings* individuais e o coletivo. O coeficiente W passou a valer 0,389, significando que o *ranking* consolidado, adotadas as faixas sugeridas por Schmidt (1997), passou a expressar a existência de um grau de concordância moderado entre os painelistas. O teste de χ^2 mostrou significância em nível $p = 0,00001$ para W. Dada a importante variação para maior verificada no coeficiente de concordância (de cerca de 170%), entendeu-se que o painel poderia ser encerrado, assumindo-se o *ranking* consolidado obtido neste ciclo como sendo o final.

Desdobrando-se aqui também em dois subconjuntos as respostas relativas ao ordenamento dos benefícios, tem-se em separado novos *rankings* consolidados dos acadêmicos e dos profissionais de TI, os quais estão apresentados nas Tabelas 2B e 2C no Apêndice 2. Após a revisão, o novo *ranking* dos acadêmicos ficou pouco diferente do geral, com três coincidências de posições (*ranks* dos benefícios V2, V8 e V11), seis posições próximas e apenas uma discrepância significativa (*ranks* 2 e 7 para o benefício V14). Já o novo *ranking* dos profissionais de TI ficou bastante semelhante ao geral, com quatro coincidências de posições (*ranks* dos benefícios V4, V5, V13 e V14) e as outras oito posições próximas, sem nenhuma discrepância mais significativa.

Tanto para os acadêmicos quanto para os profissionais de TI, os coeficientes de concordância elevaram-se a um patamar ainda acima do *ranking* geral, indo, respectivamente, a 0,461 e 0,447, representando, em ambos os casos, graus de concordância moderados, adotadas as faixas sugeridas por Schmidt (1997). O teste de χ^2 mostrou que W tinha significância em nível $p = 0,0001$ para os profissionais de TI, mas não tinha significância para os acadêmicos. Esta situação, muito provavelmente, decorreu do fato de a quantidade de acadêmicos participantes ser muito pequena e ter havido discordâncias significativas quanto à relevância de alguns benefícios, o que acabou pesando na consolidação; de todo modo, este aspecto não invalida o *ranking* geral consolidado, pois esta análise segmentada entre acadêmicos e profissionais de TI é apenas complementar, sendo mais importante a análise para o grupo de painelistas como um todo.

5 Discussão Sobre os Resultados

O painel Delphi realizado contribuiu com a indicação, pelos especialistas envolvidos, de doze benefícios potenciais associados à adoção da computação em nuvem. Por outro lado, a pesquisa bibliográfica realizada encontrou diversas referências a este tema, as quais forneceram oito outros benefícios, que foram associados e/ou acrescidos aos citados pelos painelistas. Portanto, foram submetidos catorze benefícios à análise dos painelistas, com vistas a obter o elenco dos dez mais relevantes e seu subsequente ordenamento por importância. O resultado deste trabalho está apresentado no Quadro 3.

Dentre os quatro benefícios considerados mais importantes, três deles (à exceção daquele que ocupa a segunda posição no *ranking*) tem como foco e beneficiária direta a própria área de TI. Este fato provavelmente se explica, em boa parte, em decorrência de a maioria dos painelistas serem executivos atuantes na área e terem colocado suas próprias expectativas em alta conta.

Quadro 3 – Ranking de Benefícios Potenciais Associados à Computação em Nuvem

Posição	No.	Enunciado
1	V2	Propicia maior simplicidade e menor esforço para gerir os ativos alocados a TI
2	V6	Viabiliza a implantação mais rápida de novos serviços e aplicativos
3	V1	Permite concentrar o foco de TI nos negócios e em processos <i>core</i>
4	V3	Reduz ou elimina a necessidade de lidar com planejamento de capacidade e outros processos associados a ativos próprios
5	V5	Demanda investimentos iniciais menores para se dispor do mesmo nível de recursos e tecnologia
6	V13	Facilita o acesso a inovações, tornando possível utilizar novos tipos de aplicativos e serviços não possíveis em outras condições
7	V14	Propicia menor mobilização de recursos de pessoal e infraestrutura para TI
8	V7	Confere maior grau de disponibilidade aos serviços
9	V8	Oferece escalabilidade, proporcionando flexibilidade para crescer e lidar com situações de pico e sazonalidade
10	V11	Permite substituir investimentos em ativos (CAPEX) por despesas (OPEX), gerando benefícios fiscais

O benefício colocado na segunda posição do *ranking* destaca-se como o mais relevante sob a ótica dos negócios, traduzindo a visão dos painelistas acerca da importância de disponibilizar novos serviços e aplicativos às suas organizações no mais curto intervalo de tempo possível.

Analisando o *ranking* na sequência, vê-se que os benefícios que ocupam as posições seguintes contemplam equitativamente a área de TI e a organização como um todo, ao passo que os que foram desconsiderados têm foco integralmente centrado em TI. Esta situação demonstra que, apesar de terem sido considerados como mais importantes três benefícios que trazem em seu bojo vantagens diretas para as áreas de TI, na avaliação global os painelistas tiveram uma postura equilibrada quanto à construção deste *ranking*, não se atendo exclusivamente a valorizar benefícios em causa própria.

6 Conclusão

O estudo realizado objetivou explorar questões relevantes relativas a um tema atual e de importância crescente no campo da TI, a computação em nuvem. A cada dia, e com maior intensidade nestes dois anos mais recentes, a computação em nuvem vem marcando presença crescente entre as opções que se apresentam para o equacionamento das questões relativas à TI por parte das instituições e organizações de negócio. Porém, este é um tema que ainda deixa um tanto desconfortáveis os executivos de TI, quando se deparam com questionamentos acerca da pertinência e da conveniência de contratar, para suas instituições e organizações, serviços oferecidos em ambientes de nuvem.

Contrapondo-se a este ponto, fica evidenciado com esta pesquisa que a computação em nuvem pode trazer benefícios concretos para as instituições e organizações que vierem a aderir a ela. Um elenco de benefícios relevantes foi compilado e ordenado neste estudo e pode servir de guia para aqueles que ainda têm dúvidas ou necessitam justificar sua entrada neste novo ambiente.

Com o trabalho realizado ao longo do painel Delphi, do qual participaram executivos com ampla experiência de atuação em TI e acadêmicos com largo envolvimento com a TI, é de se crer que o tema dos benefícios, que se coloca entre os mais significativos associados à computação em nuvem, tenha sido explorado a contento e se tenha chegado a resultados práticos de valia. Deve-se, entretanto, tratar com parcimônia os resultados obtidos, dadas as limitações impostas pelo método de pesquisa utilizado; como todo método que se baseia na opinião de um grupo de especialistas secundados por um moderador, o Delphi não está isento de incorporar vícios aos seus resultados, seja pelas restrições impostas pelo tamanho e pela composição do grupo, seja pelos conhecimentos efetivos de seus componentes sobre o tema da pesquisa ou ainda por falhas do processo aplicado e/ou de interpretação e de capacidade de análise do moderador.

Em decorrência, este estudo deixa uma abertura para a realização de pesquisas futuras sobre o tema, com vistas a validar os resultados obtidos, por meio do emprego de métodos que possibilitem realizar inferências e generalizações e que sejam isentos da opinião de um grupo restrito de especialistas e da intervenção de um moderador.

De todo modo, é válido considerar que os resultados aqui apresentados possam ser utilizados para auxiliar profissionais de TI de instituições e organizações que pretendam dar seus primeiros passos no complexo ambiente da computação em nuvem, bem como daqueles que, já devidamente inseridos e partícipes desta opção tecnológica, queiram ou tenham a necessidade de rever conceitos e posições assumidos.

REFERÊNCIAS

- CARR, Nicholas G. *The big switch: Rewiring the world, from Edison to Google*. New York, NY: W. W. Norton, 2008.
- DALKEY, Norman C. *Delphi*. Santa Monica, CA: Rand Corporation, Out/1967.
- DALKEY, Norman C. *The Delphi method: An experimental study of group opinion*. Santa Monica, CA: Rand Corporation, Jun/1969.
- DALKEY, Norman C.; HELMER, Olaf. *An experimental application of the Delphi method to the use of experts*. Santa Monica, CA: Rand Corporation, Jul/1962.
- DELBECQ, Andre L. *et al. Group techniques for program planning*. Chicago, IL: Scott, Foresman, 1975.
- FRIEDMAN, Milton. *A comparison of alternative tests of significance for the problem of m rankings*. **The Annals of Mathematical Statistics**. Beachwood, OH: Institute of Mathematical Statistics, v. 11, n. 1, p. 86-92, Mar/1940.
- KENDALL, Maurice G. *The treatment of ties in ranking problems*. **Biometrika**. Oxford: Biometrika Trust, v. 33, n. 3, p. 239-251, Nov/1945.
- KENDALL, Maurice G.; SMITH, Bernard B. *The problem of m rankings*. **The Annals of Mathematical Statistics**. Beachwood, OH: Institute of Mathematical Statistics, v. 10, n. 3, p. 275-287, Set/1939.
- KIM, Won. *Cloud computing: Today and tomorrow*. **Journal of Object Technology**. Zurich: ETH Zurich, v. 8, n. 1, p. 65-72, Jan-Fev/2009.
- MARSTON, Sean *et al. Cloud computing: The business perspective*. **Decision Support Systems**. Amsterdam: Elsevier, v. 51, n. 1, p. 176-189, Abr/2011.
- NIST – NATIONAL INSTITUTE OF STANDARDS AND TECHNOLOGY. *The NIST definition of cloud computing*. Gaithersburg, MD: NIST, Jul/2009.
- OKOLI, Chitu; PAWLOWSKI, Suzanne D. *The Delphi method as a research tool: An example, design considerations and applications*. **Information&Management**. Amsterdam: Elsevier, v. 42, n. 1, p. 15-29, Dez/2004.
- QIAN, Ling *et al. Cloud computing: an overview*. In: JAATUN, Martin G. *et al. (Org.), Proceedings of the 1st Conference on Cloud Computing (Lecture Notes in Computer Science)*. Heidelberg: Springer, v. 5931, p. 626-631, Dez/2009.
- ROWE, Gene *et al. Delphi: A reevaluation of research and theory*. **Technological Forecasting and Social Change**. Amsterdam: Elsevier, v. 39, n. 3, p. 235-251, Mai/1991.

SCHMIDT, Roy C. *Managing Delphi surveys using nonparametric statistical techniques*. **Decision Sciences Journal**. Hoboken, NJ: Wiley-Blackwell, v. 28, n. 3, p. 763-774, Verão/1997.

SKULMOSKI, Gregory J. *et al. The Delphi method for graduate research*. **Journal of Information Technology Education**. Santa Rosa, CA: Informing Science Institute, v. 6, p. 1-21, 2007.

SMITH, Roger. *Computing in the cloud*. **Research-Technology Management**. Arlington, VA: Industrial Research Institute, v. 52, n. 5, p. 65-68, Set-Out/2009.

STATEN, James *et al. Is cloud computing ready for the enterprise?* Cambridge, MA: Forrester Research, Mar/2008.

APÊNDICES

Apêndice 1 – Variáveis e Fórmulas de Cálculo Relativas ao Painel Delphi

Variável / Definição	Fórmula
$rank_{jk}$ Peso atribuído a uma posição ocupada por um elemento k numa lista ordenada j	
n Quantidade de elementos em uma lista ordenada	
m Quantidade de listas individuais ordenadas elaboradas num tema de um painel	
R_k Soma dos <i>ranks</i> de um elemento k em m listas ordenadas elaboradas num tema de um painel; indica a posição do elemento na lista ordenada coletiva	$R_k = \sum_{j=1}^m rank_{jk}$
\bar{x} Média da soma dos <i>ranks</i> do total de elementos de um conjunto de listas ordenadas elaboradas num tema de um painel	$\bar{x} = m(n+1)/2$
X_k Diferença entre a soma dos <i>ranks</i> de um elemento k e a média	$X_k = R_k - \bar{x}$
Y_k Quadrado da diferença entre a soma dos <i>ranks</i> de um elemento k e a média	$Y_k = X_k^2$
S Soma dos quadrados das diferenças entre a soma dos <i>ranks</i> de um elemento k e a média	$S = \sum_{k=1}^n Y_k$
W Coeficiente de concordância (quando não há empates)	$W = S / ((n^3 - n)m^2 / 12)$
χ^2 Qui-quadrado, com $(n-1)$ graus de liberdade, utilizado para avaliar a significância de W	$\chi^2 = m(n-1)W$

Apêndice 2 – Resultados do Painel Delphi

Tabela 1: Rankings dos Benefícios Potenciais Mais Relevantes Após Ciclo 3 (Geral, Acadêmicos e Profissionais de TI)

1A – Ranking Geral

Painelistas	Benefícios															
	V1	V2	V3	V5	V6	V7	V8	V11	V13	V14						
A	2	3	9	4	5	7	8	10	6	1						
B	3	2	4	5	1	6	7	8	10	9						
C	10	8	6	3	4	5	2	1	7	9						
D	4	3	2	9	8	10	7	1	6	5						
E	2	7	3	4	5	10	9	8	6	1						
F	1	2	3	4	6	10	5	9	8	7						
G	1	7	5	4	2	3	6	10	8	9						
H	10	1	2	7	5	4	6	8	3	9						
I	6	9	10	2	3	8	4	5	1	7						
J	5	7	6	4	3	9	10	2	1	8						
K	5	2	3	4	1	6	7	8	9	10						
R = \sum ranks	49	51	53	50	43	78	71	70	65	75						
X = R - \bar{x}	-11,5	-9,5	-7,5	-10,5	-17,5	17,5	10,5	9,5	4,5	14,5						
Y = X ²	132,25	90,25	56,25	110,25	306,25	306,25	110,25	90,25	20,25	210,25						
Posição	2	4	5	3	1	10	8	7	6	9						
<table border="1"> <tr> <td>n = 10</td> <td>\bar{x} = 60,5</td> <td>W = 0,144</td> </tr> <tr> <td>m = 11</td> <td>S = 1432,5</td> <td>χ^2 = 14,207</td> </tr> </table>											n = 10	\bar{x} = 60,5	W = 0,144	m = 11	S = 1432,5	χ^2 = 14,207
n = 10	\bar{x} = 60,5	W = 0,144														
m = 11	S = 1432,5	χ^2 = 14,207														

1B – Ranking dos Acadêmicos

Painelistas	Benefícios															
	V1	V2	V3	V5	V6	V7	V8	V11	V13	V14						
A	2	3	9	4	5	7	8	10	6	1						
B	3	2	4	5	1	6	7	8	10	9						
C	10	8	6	3	4	5	2	1	7	9						
R = \sum ranks	15	13	19	12	10	18	17	19	23	19						
X = R - \bar{x}	-1,5	-3,5	2,5	-4,5	-6,5	1,5	0,5	2,5	6,5	2,5						
Y = X ²	2,25	12,25	6,25	20,25	42,25	2,25	0,25	6,25	42,25	6,25						
Posição	4	3	7	2	1	6	5	7	10	7						
<table border="1"> <tr> <td>n = 10</td> <td>\bar{x} = 16,5</td> <td>W = 0,189</td> </tr> <tr> <td>m = 3</td> <td>S = 140,5</td> <td>χ^2 = 5,109</td> </tr> </table>											n = 10	\bar{x} = 16,5	W = 0,189	m = 3	S = 140,5	χ^2 = 5,109
n = 10	\bar{x} = 16,5	W = 0,189														
m = 3	S = 140,5	χ^2 = 5,109														

1C – Ranking dos Profissionais de TI

Painelistas	Benefícios															
	V1	V2	V3	V5	V6	V7	V8	V11	V13	V14						
D	4	3	2	9	8	10	7	1	6	5						
E	2	7	3	4	5	10	9	8	6	1						
F	1	2	3	4	6	10	5	9	8	7						
G	1	7	5	4	2	3	6	10	8	9						
H	10	1	2	7	5	4	6	8	3	9						
I	6	9	10	2	3	8	4	5	1	7						
J	5	7	6	4	3	9	10	2	1	8						
K	5	2	3	4	1	6	7	8	9	10						
R = \sum ranks	34	38	34	38	33	60	54	51	42	56						
X = R - \bar{x}	-10,0	-6,0	-10,0	-6,0	-11,0	16,0	10,0	7,0	-2,0	12,0						
Y = X ²	100,00	36,00	100,00	36,00	121,00	256,00	100,00	49,00	4,00	144,00						
Posição	2	4	2	4	1	10	8	7	6	9						
<table border="1"> <tr> <td>n = 10</td> <td>\bar{x} = 44,0</td> <td>W = 0,179</td> </tr> <tr> <td>m = 8</td> <td>S = 946,0</td> <td>χ^2 = 12,900</td> </tr> </table>											n = 10	\bar{x} = 44,0	W = 0,179	m = 8	S = 946,0	χ^2 = 12,900
n = 10	\bar{x} = 44,0	W = 0,179														
m = 8	S = 946,0	χ^2 = 12,900														

Tabela 2: Rankings Revisado dos Benefícios Potenciais Mais Relevantes Após Ciclo 4 (Geral, Acadêmicos e Profissionais de TI)

2A – Ranking Geral

Painelistas	Benefícios									
	V1	V2	V3	V5	V6	V7	V8	V11	V13	V14
A	2	3	9	4	5	7	8	10	6	1
B	3	2	4	5	1	6	7	8	10	9
C	9	1	4	5	7	6	8	10	3	2
D	4	3	2	9	8	10	7	1	6	5
E	2	5	6	3	1	10	9	8	7	4
F	1	3	5	4	2	10	8	9	6	7
G	1	7	5	4	2	3	6	10	8	9
H	10	1	2	7	5	4	6	8	3	9
I	1	2	4	5	3	8	9	10	6	7
J	2	4	5	3	1	10	8	7	6	9
K	5	2	3	4	1	6	7	8	9	10
R = \sum ranks	40	33	49	53	36	80	83	89	70	72
X = R - \bar{x}	-20,5	-27,5	-11,5	-7,5	-24,5	19,5	22,5	28,5	9,5	11,5
Y = X ²	420,25	756,25	132,25	56,25	600,25	380,25	506,25	812,25	90,25	132,25
Posição	3	1	4	5	2	8	9	10	6	7
		n = 10		\bar{x} = 60,5		W = 0,389				
		m = 11		S = 3886,5		χ^2 = 38,544				

2B – Ranking dos Acadêmicos

Painelistas	Benefícios									
	V1	V2	V3	V5	V6	V7	V8	V11	V13	V14
A	2	3	9	4	5	7	8	10	6	1
B	3	2	4	5	1	6	7	8	10	9
C	9	1	4	5	7	6	8	10	3	2
R = \sum ranks	14	6	17	14	13	19	23	28	19	12
X = R - \bar{x}	-2,5	-10,5	0,5	-2,5	-3,5	2,5	6,5	11,5	2,5	-4,5
Y = X ²	6,25	110,25	0,25	6,25	12,25	6,25	42,25	132,25	6,25	20,25
Posição	4	1	5	4	3	7	9	10	7	2
		n = 10		\bar{x} = 16,5		W = 0,461				
		m = 3		S = 342,5		χ^2 = 12,455				

2C – Ranking dos Profissionais de TI

Painelistas	Benefícios									
	V1	V2	V3	V5	V6	V7	V8	V11	V13	V14
D	4	3	2	9	8	10	7	1	6	5
E	2	5	6	3	1	10	9	8	7	4
F	1	3	5	4	2	10	8	9	6	7
G	1	7	5	4	2	3	6	10	8	9
H	10	1	2	7	5	4	6	8	3	9
I	1	2	4	5	3	8	9	10	6	7
J	2	4	5	3	1	10	8	7	6	9
K	5	2	3	4	1	6	7	8	9	10
R = \sum ranks	26	27	32	39	23	61	60	61	51	60
X = R - \bar{x}	-18,0	-17,0	-12,0	-5,0	-21,0	17,0	16,0	17,0	7,0	16,0
Y = X ²	324,00	289,00	144,00	25,00	441,00	289,00	256,00	289,00	49,00	256,00
Posição	2	3	4	5	1	9	7	9	6	7
		n = 10		\bar{x} = 44,0		W = 0,447				
		m = 8		S = 2362,0		χ^2 = 32,209				