

5-2012

Barreiras à Adoção da Computação em Nuvem: Um Estudo Delphi Conduzido com Profissionais e Acadêmicos Brasileiros

Sidney Chaves

Universidade de São Paulo, sidneychaves@usp.br

Cesar Alexandre de Souza

Universidade de São Paulo, calesou@usp.br

Follow this and additional works at: <http://aisel.aisnet.org/confirm2012>

Recommended Citation

Chaves, Sidney and Souza, Cesar Alexandre de, "Barreiras à Adoção da Computação em Nuvem: Um Estudo Delphi Conduzido com Profissionais e Acadêmicos Brasileiros" (2012). *CONF-IRM 2012 Proceedings*. 62.

<http://aisel.aisnet.org/confirm2012/62>

This material is brought to you by the International Conference on Information Resources Management (CONF-IRM) at AIS Electronic Library (AISeL). It has been accepted for inclusion in CONF-IRM 2012 Proceedings by an authorized administrator of AIS Electronic Library (AISeL). For more information, please contact elibrary@aisnet.org.

Barreiras à Adoção da Computação em Nuvem: Um Estudo Delphi Conduzido com Profissionais e Acadêmicos Brasileiros

Sidney Chaves
Universidade de São Paulo
sidneychaves@usp.br

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, por exemplo, com a eletricidade e a telefonia. Face às vantagens econômicas do modelo de utilidades, as instituições e organizações estão repensando o modo pelo qual se dispõem a adquirir e usar a tecnologia da informação e estão considerando conectar-se a ambientes de computação em nuvem. Porém, este novo modelo impõe novos desafios, em especial sob a forma de barreiras potenciais. Visando explorar em maior profundidade esta questão das barreiras, desenvolveu-se um trabalho de 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 dezesseis barreiras, as quais foram mescladas com as extraídas das referências bibliográficas consultadas e, por fim, foram selecionadas pelos painelistas as dez mais relevantes e promovido seu ordenamento por importância. No *ranking* final, a barreira considerada a mais importante pelos painelistas coloca em pauta a questão básica sobre o que transferir para nuvens e nota-se que as barreiras que ocupam as posições seguintes são relacionadas ao modelo de negócios da computação em nuvem e a dúvidas quanto à efetiva capacidade dos provedores em atender aos clientes adequadamente.

Palavras-Chave

Tecnologia da Informação, Computação em Nuvem, Barreiras à Adoção, 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, institutions and organizations are rethinking about ways to acquire and use IT resources and are taking into consideration to adhere to cloud computing architectures. However, this new model poses new challenges, particularly represented by potential barriers. In order to explore this issue in greater depth, we carried out a research project that included a Delphi panel in which Brazilian experts and scholars were involved and whose steps and conclusions are described in this article. The Delphi panel led panelists to suggest sixteen barriers, which were merged with other ones extracted from the literature and, after all, the top ten barriers, according to panelists' opinion, were selected and ranked. In the final ranking, the barrier ranked as number one brings forth the central question "what should be transferred to clouds?" and the barriers that hold the following positions are related either to cloud

computing' business model or to concerns about the effective capacity of providers to properly address customers' needs.

Keywords

Information Technology, Cloud Computing, Barriers to Adoption, Delphi Method.

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 (Staten et al., 2008).

Entretanto, apesar dos aspectos positivos que a cercam, é natural, e até esperado, que a computação em nuvem faça com que as organizações e instituições que se dispõem a aderir a ela tenham que enfrentar e superar uma série de barreiras para que o processo de adesão se dê de forma efetiva e satisfatória. Com vistas a explorar em maior profundidade esta questão das barreiras, ainda objeto de pouca atenção na literatura acadêmica sobre computação em nuvem, 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 dos benefícios e riscos inerentes à computação em nuvem e cujos resultados serão oportunamente publicados.

Este artigo está organizado em quatro outras partes, além desta seção introdutória. A seção 2 apresenta o referencial bibliográfico, que inclui uma definição para computação em nuvem e as barreiras potenciais 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, por fim, ocupa-se das conclusões e considerações finais.

2 Computação em Nuvem

Nesta seção, que está subdividida em dois tópicos, estão apresentadas a definição adotada na pesquisa para computação em nuvem e as informações relativas às barreiras que foram extraídas da literatura acadêmica examinada.

2.1 Definição

Desde o surgimento da expressão "computação em nuvem", diversos autores têm proposto definições para ela, como, por exemplo, Bandyopadhyay et al. (2009), Kim (2009) e Smith (2009). O National Institute of Standards and Technology (NIST) 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):

"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." (p. 1)

2.2 Barreiras Potenciais à Adoção

A literatura sobre computação em nuvem, em seu atual estágio de desenvolvimento, dá destaque mínimo à questão das barreiras que podem se tornar impedimento à contratação de serviços em ambientes de nuvem. Miller (2008) é um dos poucos autores a relacionar barreiras potenciais que podem inibir a migração para estes ambientes:

- Falta de capacidade técnica:
 - Implementar um ambiente de computação em nuvem é um enorme desafio técnico; centenas ou milhares de computadores e servidores devem ser adquiridos, instalados com algum grau de interação e ter sua utilização gerenciada; além disso, soluções complexas de software têm que ser desenvolvidas e disponibilizadas em regime 24x7;
 - Tudo isto requer um volume significativo de recursos e não é qualquer empresa que consegue viabilizá-los adequadamente.
- Deficiência do modelo de negócio:
 - Dado o volume de investimento necessário para implementar um ambiente de nuvem, os meios para recuperar o capital investido e gerar lucros tornam estas operações verdadeiros desafios para os interessados em prestar este tipo de serviços;
 - A eventual incapacidade dos fornecedores para prosperar e prosseguir na atividade é um fator que pode inibir a disposição dos consumidores em aderir a este modelo de negócio.
- Falhas de segurança:
 - Este quesito diz respeito aos dados mantidos em ambientes de nuvem;
 - São tantos os casos de violação de segurança em ambientes com menor grau de vulnerabilidade, que os consumidores questionam se, de fato, os fornecedores têm condições de garantir a segurança nas nuvens.
- Tradição comportamental:
 - Muitos consumidores não confiam em algo que não podem ver ou tocar, pois isto lhes trás à tona uma sensação de perda; é o que ocorre quando se vêem frente à perspectiva de transferir seus acervos de informação para ambientes de nuvem, passando a ser armazenados em locais distantes ou mesmo desconhecidos.

Marks e Lozano (2010) também exploram a questão das barreiras e destacam o que se faz necessário, por parte de um determinado fornecedor, para satisfazer aos consumidores:

- Segurança e privacidade:
 - A segurança e a privacidade são quesitos mandatórios nos ambientes de nuvem e a perspectiva de poder se defrontar com falhas de segurança e/ou violação da privacidade tem levado os consumidores a questionar a adoção desses ambientes, em particular no que se refere a serviços afetos a aspectos de importância crítica para seus negócios.
- Governança, acordos de nível de serviço e qualidade:
 - Estes quesitos compõem um importante nicho de obstáculos potenciais;

- Os consumidores receiam que os fornecedores, dados a complexidade, ineditismo e consequente pouco tempo de maturação destes temas, não estejam preparados para tratá-los de forma satisfatória e que isto possa provocar dificuldades no relacionamento.
- Confiabilidade:
 - Os consumidores esperam que os ambientes de computação em nuvem sejam confiáveis e que a disponibilidade dos serviços e recursos oferecidos atenda integralmente às suas necessidades, em especial àquelas relacionadas a aspectos críticos dos negócios;
 - A computação em nuvem depende, fundamentalmente, de confiabilidade e, se os consumidores sentem que não podem tê-la na plenitude, relutam em aderir a este modelo de serviços.

Comparando as duas listas de barreiras, verifica-se que, das sete citadas no total, as duas primeiras mencionadas por Marks e Lozano (2010) admitem desdobramentos: a primeira, segregando a segurança da privacidade e, a outra, separando governança, acordos de nível de serviço e qualidade. Como o quesito segurança está citado por ambos os autores, pode-se afirmar que se está diante, efetivamente, de um total de nove barreiras distintas.

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) definiram 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 das barreiras potenciais à adoção da computação em nuvem e estabelecer uma lista ordenada das barreiras mais relevantes. Para tal, definiu-se uma sistemática composta por quatro etapas e derivada dos esquemas 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 das barreiras à adoção da computação em nuvem. O Ciclo 2 aprofundou a investigação, iniciando a composição do *ranking* de barreiras, que foi complementado no Ciclo 3. O Ciclo 4 promoveu a revisão do *ranking* de barreiras, 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 das barreiras que poderiam inibir a 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 dezesseis barreiras distintas, apresentadas no Quadro 1.

Quadro 1 – Barreiras Potenciais à Adoção da Computação em Nuvem Indicadas pelos Painelistas

| No. | Enunciado | Consta na literatura? | É uma das 10 mais indicadas? |
|-----|--|------------------------------|------------------------------|
| B1 | Maturidade ainda não comprovada do modelo de serviços e governança, por ser muito novo | Sim (Marks e Lozano; Miller) | Sim |

| | | | |
|-----|---|------------------------------|-----|
| B2 | Riscos inerentes ao modelo de serviços, muitos dos quais ainda desconhecidos e que podem não ser adequadamente esclarecidos pelo fornecedor | Sim (Miller) | Sim |
| B3 | Oferta de serviços ainda limitada | Não | Sim |
| B4 | Custo elevado dos serviços ofertados | Não | Não |
| B5 | Dúvidas quanto à segurança que possa vir a ser oferecida pelo fornecedor | Sim (Marks e Lozano; Miller) | Sim |
| B6 | Dúvidas quanto à capacidade do fornecedor em garantir disponibilidade e dispor de recursos para atender a contingências | Sim (Marks e Lozano; Miller) | Sim |
| B7 | Dúvidas quanto à qualidade dos recursos de infraestrutura e rede de comunicações adotados pelo fornecedor | Sim (Miller) | Não |
| B8 | Dúvidas quanto à capacidade do fornecedor em realizar em tempo hábil a implantação e expansão dos serviços contratados | Sim (Miller) | Não |
| B9 | Dúvidas quanto à capacidade do fornecedor em atender a urgências | Sim (Miller) | Sim |
| B10 | Dúvidas quanto à capacidade e agilidade do fornecedor em prover suporte | Sim (Miller) | Sim |
| B11 | Dúvidas quanto à capacidade do fornecedor em negociar satisfatoriamente e atender a SLA's | Sim (Marks e Lozano) | Sim |
| B12 | Dúvidas quanto ao tratamento a ser recebido de parte do fornecedor, face à eventual baixa representatividade dos serviços contratados | Não | Não |
| B13 | Receio quanto à comunicação com um fornecedor estrangeiro, por conta de dificuldades com o idioma | Não | Não |
| B14 | Falta de cultura por parte do comprador | Sim (Miller) | Não |
| B15 | Investimentos recentes realizados pelo comprador em infraestrutura própria | Não | Sim |
| B16 | Dúvidas quanto à viabilidade da terceirização de determinados serviços, em função de criticidade dos negócios e necessidade de controle | Não | Sim |

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 barreiras a ser inserida neste questionário, foi feito um confronto entre as dezesseis constantes do Quadro 1 e as nove distintas citadas no tópico 2.2 acima. Este confronto levou à conclusão que as barreiras indicadas pelos painelistas constituíam-se num conjunto mais amplo, englobando na íntegra o conteúdo extraído das referências bibliográficas e acrescentando considerações não abordadas na literatura. O próprio Quadro 1 demonstra como as barreiras extraídas da literatura foram associadas às indicadas pelos painelistas.

O questionário foi enviado aos catorze painelistas remanescentes, aos quais se solicitou indicar as dez barreiras mais relevantes dentre as apresentadas, sem ordená-las por importância, e foi respondido pelos três acadêmicos e por nove profissionais de TI. Apesar de solicitados a indicar dez barreiras, 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 as dez barreiras mais indicadas, representativas, portanto, da opinião coletiva dos painelistas; na coluna mais à direita do Quadro 1, estão sinalizadas estas dez barreiras.

Ressalte-se que esta lista coletiva ainda não representava um *ranking*, pois, neste ciclo, os painelistas apenas fizeram a escolha das barreiras mais relevantes, sem, contudo, promover sua ordenação; portanto, este ciclo permitiu somente que fossem eliminadas seis barreiras consideradas 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 barreiras, a partir das dez mais indicadas destacadas no Quadro 1. 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 barreiras, 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 das barreiras no *ranking* consolidado e as fórmulas de cálculo envolvidas, bem como o significado das variáveis empregadas, 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 0,227, 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 mostrava que W tinha significância em nível $p = 0,01$.

Desdobrando em dois subconjuntos as respostas relativas ao ordenamento das barreiras, 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 três coincidências de posições (*ranks* das barreiras B2, B9 e B15), uma posição próxima apenas (*ranks* 8 e 9 para a barreira B3) e quatro discrepâncias significativas (*ranks* 7 e 4 para a barreira B5, *ranks* 3 e 8 para a barreira B6, *ranks* 3 e 6 para a barreira B11 e *ranks* 5 e 1 para a barreira B16). Já o *ranking* dos profissionais de TI era mais semelhante ao geral, com também três coincidências de posições (*ranks* das barreiras B2, B15 e B16), mas cinco posições próximas e somente uma discrepância mais significativa (*ranks* 7 e 3 para a barreira B1). No caso dos acadêmicos, havia um alto grau de concordância de opiniões acerca das barreiras mais relevantes, adotadas as faixas sugeridas por Schmidt (1997), pois o coeficiente W foi a 0,677, ao passo que entre os profissionais de TI o grau de concordância era tão baixo quanto o verificado para o grupo como um todo. Em ambos os casos, o teste de χ^2 mostrava que W tinha significância em nível $p = 0,05$.

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 barreiras estabelecido no ciclo anterior e foi enviado aos onze painelistas remanescentes, tendo sido respondido por todos.

Cada painalista foi solicitado a rever sua ordenação relativa às barreiras, 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 a 0,338, 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 $p = 0,0001$ para W. Dada a importante variação para maior verificada no coeficiente de concordância, 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 das barreiras, 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 relativamente diferente do geral, com apenas duas coincidências de posições (*ranks* das barreiras B2 e B15), duas posições próximas (*ranks* das barreiras B10 e B11) e três discrepâncias significativas (*ranks* 6 e 9 para a barreira B3, *ranks* 9 e 5 para a barreira B5 e *ranks* 4 e 8 para a barreira B6). Por seu turno, o novo *ranking* dos profissionais de TI ficou altamente semelhante ao geral, com seis coincidências de posições (*ranks* das barreiras B1, B2, B6, B9, B10 e B16) e as outras quatro posições próximas (*ranks* das barreiras B3, B5, B11 e B15).

Houve uma inversão nos graus de concordância: os acadêmicos, entre os quais havia uma alta concordância, tiveram seu coeficiente reduzido para 0,197, ao passo que os profissionais de TI, cuja concordância apresentava um grau baixo, tiveram seu coeficiente aumentado para 0,490, agora um grau moderado, em ambos os casos consideradas 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 algumas barreiras, 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 válida, de fato, a análise para o grupo de painelistas como um todo.

5 Conclusões e Considerações Finais

Esta seção congrega os dois últimos tópicos do artigo, que versam, o primeiro, sobre as conclusões extraídas dos resultados obtidos no painel e, o outro, sobre as considerações finais da pesquisa.

5.1 Conclusões

O painel Delphi realizado contribuiu com a indicação, pelos especialistas envolvidos, de dezesseis barreiras potenciais que podem inibir a adoção da computação em nuvem. Por outro lado, a literatura acadêmica pouco tem explorado a questão das barreiras e a pesquisa bibliográfica realizada encontrou apenas duas referências a este tema, as quais forneceram nove outras barreiras, englobadas na íntegra pelas citadas pelos painelistas. Portanto, foram submetidas dezesseis barreiras à análise dos painelistas, com vistas a obter o elenco das dez mais relevantes e seu subsequente ordenamento por importância. O resultado deste trabalho está apresentado no Quadro 2.

Quadro 2 – *Ranking* de Barreiras Potenciais à Adoção da Computação em Nuvem

| Posição | No. | Enunciado |
|---------|-----|---|
| 1 | B16 | Dúvidas quanto à viabilidade da terceirização de determinados serviços, em função de criticidade dos negócios e necessidade de controle |
| 2 | B2 | Riscos inerentes ao modelo de serviços, muitos dos quais ainda desconhecidos e que podem não ser adequadamente esclarecidos pelo fornecedor |

| | | |
|----|-----|---|
| 3 | B1 | Maturidade ainda não comprovada do modelo de serviços e governança, por ser muito novo |
| 4 | B11 | Dúvidas quanto à capacidade do fornecedor em negociar satisfatoriamente e atender a SLA's |
| 5 | B5 | Dúvidas quanto à segurança que possa vir a ser oferecida pelo fornecedor |
| 6 | B9 | Dúvidas quanto à capacidade do fornecedor em atender a urgências |
| 7 | B10 | Dúvidas quanto à capacidade e agilidade do fornecedor em prover suporte |
| 8 | B6 | Dúvidas quanto à capacidade do fornecedor em garantir disponibilidade e dispor de recursos para atender a contingências |
| 9 | B3 | Oferta de serviços ainda limitada |
| 10 | B15 | Investimentos recentes realizados pelo comprador em infraestrutura própria |

Focando nesse *ranking* final, verifica-se que a barreira considerada a mais importante pelos painelistas coloca uma questão básica em pauta: o que transferir para nuvens? Aplicações críticas para o negócio podem ser transferidas ou devem ser processadas em instalações próprias? O roteiro elaborado pela CSA (2009) aborda esta questão, oferecendo um instrumental que possibilita a uma instituição ou organização avaliar e definir o que entende como passível de ser colocado em nuvens.

Analisando a sequência do *ranking*, nota-se que as barreiras que ocupam as duas posições seguintes são relacionadas ao modelo de negócios da computação em nuvem, explorando o aspecto do ainda pouco tempo de maturação deste modelo, o que, sem dúvida, traz à tona questionamentos e dúvidas acerca da conveniência de aderir a ele já neste momento.

Prosseguindo na exploração do *ranking*, tem-se que as cinco barreiras seguintes estão associadas a dúvidas quanto à efetiva capacidade dos provedores em atender a contento aos potenciais consumidores dos serviços por eles ofertados. É muito provável que estas dúvidas tenham sido colocadas pelos painelistas também em função do pouco tempo de atuação e da consequente pouca experiência acumulada pela maioria desses provedores, salvo algumas notórias exceções, como, por exemplo, Google, Microsoft e salesforce.com.

5.2 Considerações Finais

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.

De fato, a computação em nuvem não é uma novidade simples de ser adotada; muito pelo contrário, para adotá-la pode ser necessário enfrentar barreiras de difícil transposição, as quais acabam por atuar no sentido de desestimular os executivos de TI. Mas é possível reconhecer e avaliar antecipadamente estas barreiras potenciais e o estudo realizado incumbiu-se de explicitá-las e oferecer aos candidatos à adoção da computação em nuvem um quadro realista do que podem ter que enfrentar.

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 das barreiras, 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

- Bandyopadhyay, Subhajyoti et al. *Cloud computing: the business perspective*. Disponível em: <http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=1413545>. Acesso em 08/07/2010.
- Carr, Nicholas G. (2008) *The big switch: rewiring the world, from Edison to Google*. New York, NY: W. W. Norton, 2008.
- CSA (Cloud Security Alliance) (2009). *Security Guidance for Critical Areas of Focus in Cloud Computing - Version 2.1*.
- Dalkey, Norman C. e Olaf Helmer (1962) *An experimental application of the Delphi method to the use of experts*. Santa Monica, CA: Rand Corporation.
- Dalkey, Norman C. (1967) *Delphi*. Santa Monica, CA: Rand Corporation.
- Dalkey, Norman C. (1969) *The Delphi method: an experimental study of group opinion*. Santa Monica, CA: Rand Corporation.
- Delbecq, Andre L. et al. (1975) *Group techniques for program planning*. Chicago, IL: Scott, Foresman.
- Kendall, Maurice G. e Bernard B. Smith (1939) "The problem of m rankings", *The Annals of Mathematical Statistics*, (10)3, pp. 275-287.
- Kendall, Maurice G. (1945) "The treatment of ties in ranking problems", *Biometrika*, (33)3, pp. 239-251.
- Kim, Won (2009) "Cloud computing: today and tomorrow", *Journal of Object Technology*, (8)1, pp. 65-72.
- Marks, Eric A. e Roberto R. Lozano (2010) *Executive's guide to cloud computing*. Hoboken, NJ: John Wiley.
- Miller, Michael (2008) *Cloud computing: web-based applications that change the way you work and collaborate online*. Indianapolis, IN: Que Publishing.
- NIST (National Institute of Standards and Technology) (2009) *The NIST definition of cloud computing*. Gaithersburg, MD: NIST.
- Okoli, Chitu e Suzanne D. Pawlowski (2004) "The Delphi method as a research tool: an example, design considerations and applications", *Information&Management*, (42)1, pp. 15-29.
- Rowe, Gene et al. (1991) "Delphi: a reevaluation of research and theory", *Technological Forecasting and Social Change*, (39)3, pp. 235-251.

- Schmidt, Roy C. (1997) "Managing Delphi surveys using nonparametric statistical techniques", *Decision Sciences Journal*, (28)3, pp. 763-774.
- Smith, Roger (2009) "Computing in the cloud", *Research-Technology Management*, (52)5, pp. 65-68.
- Skulmoski, Gregory J. et al. (2007) "The Delphi method for graduate research", *Journal of Information Technology Education*, (6), pp. 1-21.
- Staten, James et al. (2008) *Is cloud computing ready for the enterprise?* Cambridge, MA: Forrester Research.

Apêndices

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

| Variável / Definição | Fórmula |
|--|-------------------------------|
| $rank_{kj}$ Peso atribuído a uma posição ocupada por um elemento k numa lista ordenada j | |
| R_k Soma dos <i>ranks</i> de um elemento k em j listas ordenadas elaboradas num tema de um painel; indica a posição do elemento na lista ordenada coletiva | $R_k = \sum_j rank_{kj}$ |
| n Quantidade de elementos em uma lista ordenada | |
| m Quantidade de listas individuais ordenadas elaboradas num tema de um painel | |
| \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 | $S = \sum_k Y_k$ |
| W Coeficiente de concordância (quando não há empates) | $W = S / ((n^3 - n)m^2 / 12)$ |
| χ^2 Chi-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

1A – Ranking Geral

| Painelistas | Barreiras | | | | | | | | | |
|--------------------|-----------|--------|--------|-------|-------|------|-------|------|--------|--------|
| | B1 | B2 | B3 | B5 | B6 | B9 | B10 | B11 | B15 | B16 |
| A | 1 | 2 | 8 | 5 | 6 | 4 | 7 | 9 | 10 | 3 |
| B | 1 | 2 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 3 | 10 | 4 |
| C | 1 | 2 | 8 | 7 | 3 | 5 | 6 | 4 | 9 | 10 |
| D | 8 | 9 | 10 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 |
| E | 2 | 3 | 10 | 4 | 7 | 6 | 8 | 5 | 9 | 1 |
| F | 4 | 3 | 6 | 2 | 9 | 5 | 7 | 8 | 10 | 1 |
| G | 5 | 4 | 7 | 8 | 10 | 6 | 1 | 2 | 9 | 3 |
| H | 9 | 3 | 4 | 5 | 7 | 6 | 8 | 10 | 1 | 2 |
| I | 9 | 2 | 3 | 4 | 5 | 8 | 7 | 6 | 10 | 1 |
| J | 10 | 8 | 7 | 5 | 6 | 4 | 3 | 2 | 9 | 1 |
| K | 1 | 5 | 6 | 2 | 4 | 3 | 8 | 9 | 10 | 7 |
| R = \sum ranks | 51 | 43 | 74 | 55 | 70 | 60 | 68 | 61 | 89 | 34 |
| X = R - \bar{x} | -9,5 | -17,5 | 13,5 | -5,5 | 9,5 | -0,5 | 7,5 | 0,5 | 28,5 | -26,5 |
| Y = X ² | 90,25 | 306,25 | 182,25 | 30,25 | 90,25 | 0,25 | 56,25 | 0,25 | 812,25 | 702,25 |
| Posição | 3 | 2 | 9 | 4 | 8 | 5 | 7 | 6 | 10 | 1 |

| | | |
|--------|------------------|-------------------|
| n = 10 | \bar{x} = 60,5 | W = 0,227 |
| m = 11 | S = 2270,5 | χ^2 = 22,517 |

1B – Ranking dos Acadêmicos

| Painelistas | Barreiras | | | | | | | | | |
|--------------------|-----------|--------|-------|------|------|------|-------|------|--------|------|
| | B1 | B2 | B3 | B5 | B6 | B9 | B10 | B11 | B15 | B16 |
| A | 1 | 2 | 8 | 5 | 6 | 4 | 7 | 9 | 10 | 3 |
| B | 1 | 2 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 3 | 10 | 4 |
| C | 1 | 2 | 8 | 7 | 3 | 5 | 6 | 4 | 9 | 10 |
| R = \sum ranks | 3 | 6 | 21 | 18 | 16 | 17 | 22 | 16 | 29 | 17 |
| X = R - \bar{x} | -13,5 | -10,5 | 4,5 | 1,5 | -0,5 | 0,5 | 5,5 | -0,5 | 12,5 | 0,5 |
| Y = X ² | 182,25 | 110,25 | 20,25 | 2,25 | 0,25 | 0,25 | 30,25 | 0,25 | 156,25 | 0,25 |
| Posição | 1 | 2 | 8 | 7 | 3 | 5 | 9 | 3 | 10 | 5 |

| | | |
|--------|------------------|-------------------|
| n = 10 | \bar{x} = 16,5 | W = 0,677 |
| m = 3 | S = 502,5 | χ^2 = 18,273 |

1C – Ranking dos Profissionais de TI

| Painelistas | Barreiras | | | | | | | | | |
|--------------------|-----------|------|-----|------|------|------|-----|-----|------|-------|
| | B1 | B2 | B3 | B5 | B6 | B9 | B10 | B11 | B15 | B16 |
| D | 8 | 9 | 10 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 |
| E | 2 | 3 | 10 | 4 | 7 | 6 | 8 | 5 | 9 | 1 |
| F | 4 | 3 | 6 | 2 | 9 | 5 | 7 | 8 | 10 | 1 |
| G | 5 | 4 | 7 | 8 | 10 | 6 | 1 | 2 | 9 | 3 |
| H | 9 | 3 | 4 | 5 | 7 | 6 | 8 | 10 | 1 | 2 |
| I | 9 | 2 | 3 | 4 | 5 | 8 | 7 | 6 | 10 | 1 |
| J | 10 | 8 | 7 | 5 | 6 | 4 | 3 | 2 | 9 | 1 |
| K | 1 | 5 | 6 | 2 | 4 | 3 | 8 | 9 | 10 | 7 |
| R = \sum ranks | 48 | 37 | 53 | 37 | 54 | 43 | 46 | 45 | 60 | 17 |
| X = R - \bar{x} | 4,0 | -7,0 | 9,0 | -7,0 | 10,0 | -1,0 | 2,0 | 1,0 | 16,0 | -27,0 |
| Y = X ² | 16 | 49 | 81 | 49 | 100 | 1 | 4 | 1 | 256 | 729 |
| Posição | 7 | 2 | 8 | 2 | 9 | 4 | 6 | 5 | 10 | 1 |

| | | |
|--------|------------------|-------------------|
| n = 10 | \bar{x} = 44,0 | W = 0,244 |
| m = 8 | S = 1286,0 | χ^2 = 17,536 |

Tabela 1: Rankings das Barreiras Mais Relevantes Após Ciclo 3 (Geral, Acadêmicos e Profissionais de TI)

2A – Ranking Geral

| Painelistas | Barreiras | | | | | | | | | |
|--------------------|-----------|--------|--------|------|--------|-------|-------|-------|--------|--------|
| | B1 | B2 | B3 | B5 | B6 | B9 | B10 | B11 | B15 | B16 |
| A | 1 | 2 | 8 | 5 | 6 | 4 | 7 | 9 | 10 | 3 |
| B | 2 | 3 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 4 | 10 | 1 |
| C | 8 | 7 | 4 | 9 | 2 | 6 | 1 | 3 | 5 | 10 |
| D | 8 | 9 | 10 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 |
| E | 2 | 3 | 10 | 4 | 7 | 6 | 8 | 5 | 9 | 1 |
| F | 4 | 2 | 9 | 3 | 8 | 6 | 7 | 5 | 10 | 1 |
| G | 5 | 4 | 7 | 8 | 10 | 6 | 1 | 2 | 9 | 3 |
| H | 9 | 3 | 4 | 5 | 7 | 6 | 8 | 10 | 1 | 2 |
| I | 3 | 2 | 9 | 4 | 7 | 6 | 8 | 5 | 10 | 1 |
| J | 3 | 2 | 9 | 4 | 8 | 5 | 7 | 6 | 10 | 1 |
| K | 3 | 2 | 9 | 4 | 7 | 6 | 8 | 5 | 10 | 1 |
| R = \sum ranks | 48 | 39 | 84 | 59 | 75 | 64 | 68 | 57 | 86 | 25 |
| X = R - \bar{x} | -12,5 | -21,5 | 23,5 | -1,5 | 14,5 | 3,5 | 7,5 | -3,5 | 25,5 | -35,5 |
| Y = X ² | 156,25 | 462,25 | 552,25 | 2,25 | 210,25 | 12,25 | 56,25 | 12,25 | 650,25 | 1260,3 |
| Posição | 3 | 2 | 9 | 5 | 8 | 6 | 7 | 4 | 10 | 1 |

| | | |
|--------|------------------|-------------------|
| n = 10 | \bar{x} = 60,5 | W = 0,338 |
| m = 11 | S = 3374,5 | χ^2 = 33,466 |

2B – Ranking dos Acadêmicos

| Painelistas | Barreiras | | | | | | | | | |
|--------------------|-----------|-------|------|-------|------|------|------|------|-------|------|
| | B1 | B2 | B3 | B5 | B6 | B9 | B10 | B11 | B15 | B16 |
| A | 1 | 2 | 8 | 5 | 6 | 4 | 7 | 9 | 10 | 3 |
| B | 2 | 3 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 4 | 10 | 1 |
| C | 8 | 7 | 4 | 9 | 2 | 6 | 1 | 3 | 5 | 10 |
| R = \sum ranks | 11 | 12 | 17 | 20 | 15 | 18 | 17 | 16 | 25 | 14 |
| X = R - \bar{x} | -5,5 | -4,5 | 0,5 | 3,5 | -1,5 | 1,5 | 0,5 | -0,5 | 8,5 | -2,5 |
| Y = X ² | 30,25 | 20,25 | 0,25 | 12,25 | 2,25 | 2,25 | 0,25 | 0,25 | 72,25 | 6,25 |
| Posição | 1 | 2 | 6 | 9 | 4 | 8 | 6 | 5 | 10 | 3 |

| | | |
|--------|------------------|------------------|
| n = 10 | \bar{x} = 16,5 | W = 0,197 |
| m = 3 | S = 146,5 | χ^2 = 5,327 |

2C – Ranking dos Profissionais de TI

| Painelistas | Barreiras | | | | | | | | | |
|--------------------|-----------|-------|------|------|------|-----|-----|------|------|-------|
| | B1 | B2 | B3 | B5 | B6 | B9 | B10 | B11 | B15 | B16 |
| D | 8 | 9 | 10 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 |
| E | 2 | 3 | 10 | 4 | 7 | 6 | 8 | 5 | 9 | 1 |
| F | 4 | 2 | 9 | 3 | 8 | 6 | 7 | 5 | 10 | 1 |
| G | 5 | 4 | 7 | 8 | 10 | 6 | 1 | 2 | 9 | 3 |
| H | 9 | 3 | 4 | 5 | 7 | 6 | 8 | 10 | 1 | 2 |
| I | 3 | 2 | 9 | 4 | 7 | 6 | 8 | 5 | 10 | 1 |
| J | 3 | 2 | 9 | 4 | 8 | 5 | 7 | 6 | 10 | 1 |
| K | 3 | 2 | 9 | 4 | 7 | 6 | 8 | 5 | 10 | 1 |
| R = \sum ranks | 37 | 27 | 67 | 39 | 60 | 46 | 51 | 41 | 61 | 11 |
| X = R - \bar{x} | -7,0 | -17,0 | 23,0 | -5,0 | 16,0 | 2,0 | 7,0 | -3,0 | 17,0 | -33,0 |
| Y = X ² | 49 | 289 | 529 | 25 | 256 | 4 | 49 | 9 | 289 | 1089 |
| Posição | 3 | 2 | 10 | 4 | 8 | 6 | 7 | 5 | 9 | 1 |

| | | |
|--------|------------------|-------------------|
| n = 10 | \bar{x} = 44,0 | W = 0,490 |
| m = 8 | S = 2588,0 | χ^2 = 35,291 |

Tabela 2: Rankings Revisado das Barreiras Mais Relevantes Após Ciclo 4 (Geral, Acadêmicos e Profissionais de TI)