

Uma Taxonomia de Integração entre a Computação em Nuvem e as Organizações Virtuais

Lucas B. Moraes, Omir C. Alves Jr., Charles C. Miers, Adriano Fiorese

¹Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC)
Departamento de Ciência da Computação (DCC)

lucasborges1292@gmail.com

{omir.alves, charles.miers, adriano.fiorese}@udesc.br

Resumo. *Dois proeminentes paradigmas estão em evidência atualmente: a computação em nuvem e as organizações virtuais (OVs). Eles possuem objetivos e funcionalidades distintas embora suas características os tornam modelos compatíveis. A integração desses dois paradigmas cria desafios cujas soluções são ainda incipientes. Assim, o objetivo desse trabalho é investigar esses dois conceitos e apresentar uma taxonomia sobre a sua integração, aplicando as qualidades da computação em nuvem para satisfazer as necessidades das OVs, tornando-a uma solução atrativa e segura.*

Abstract. *Two prominent paradigms are currently in evidence: cloud computing and virtual organizations (VO). Both have different distinct goals and features though their characteristics make them compatible models. The integration of these two paradigms creates challenges whose solutions are still incipient. In this sense, the aim of this study is to investigate these two concepts and present a taxonomy of their integration, applying the qualities of cloud computing to meet the needs of VO, making it an attractive and safe solution.*

1. Introdução

Atualmente, observa-se o crescimento das chamadas redes de colaboração (CN - *Collaborative Networks*) [Camarinha and Afsarmanesh 1999]. Dentre os diversos tipos de redes de colaboração, destacam-se as organizações virtuais (OV) que são entidades autônomas, geograficamente independentes, unidas por um objetivo comum (oportunidade de colaboração), estabelecendo parcerias a fim de compartilhar recursos, competências e custos [Camarinha and Afsarmanesh 1999, Camarinha et al. 2009, Camarinha et al. 2005, Camarinha and Afsarmanesh 2004, Zamanian et al. 2014]. Outro paradigma notável é a computação em nuvem, que permite uma alta distribuição de recursos computacionais via Internet com agilidade, comodidade e segurança [NIST 2013, Miers et al. 2014]. As infraestruturas em nuvem estão sendo cada vez mais adotadas por empresas dos mais diversos setores da economia [Miers et al. 2014], por disponibilizarem vários benefícios para os usuários em geral.

Tanto o conceito de OV quanto o de nuvem computacional são recentes e carecem de uma padronização [Camarinha et al. 2005, Armbrust et al. 2009, Zhang et al. 2010, NIST 2013, Miers et al. 2014]. Há vários trabalhos sobre cada um desses temas individualmente, mas uma interligação entre esses dois conceitos ainda é incipiente, sendo que

não foram identificados estudos sobre o tema. Sendo assim, o foco deste trabalho é propor uma taxonomia que unifica os paradigmas de OV e nuvens computacionais, visando identificar características comuns e aspectos que as tornem complementares.

Este trabalho está organizado da seguinte forma: as Seções II e III realizam uma breve revisão sobre computação em nuvem e organizações virtuais, apresentando os conceitos, principais características, benefícios e ciclo de vida. Na Seção IV é proposta uma taxonomia de integração entre nuvens computacionais e OV. Por fim, a Seção V apresenta as considerações finais a respeito do trabalho.

2. Computação em Nuvem e seus Principais Conceitos

A computação em nuvem surgiu como um novo paradigma de hospedagem e distribuição de serviços computacionais utilizando-se a Internet [Zhang et al. 2010]. Ela é um modelo que abstrai do usuário a infraestrutura e a complexa arquitetura interna provedora do serviço. Nesse modelo todos os recursos e processamentos computacionais de que o usuário precisa podem ser gerenciados pelo fornecedor da nuvem [Zhang et al. 2010, Miers et al. 2014].

Por se tratar de um paradigma diferente de alocação de recursos computacionais, a computação em nuvem ainda possui algumas definições em fase de consolidação [Zhang et al. 2010, NIST 2013, Miers et al. 2014]. O NIST (*National Institute of Standards and Technology*) [NIST 2013], define computação em nuvem como um modelo de serviço que a qualquer momento deve disponibilizar aos seus usuários um conjunto de recursos computacionais físicos ou virtuais, acessíveis a partir de qualquer dispositivo com acesso à rede, e liberando-se ou provisionando-se mais recursos conforme as necessidades dos mesmos. Esse modelo é composto por cinco características essenciais (serviço sob demanda, acesso por banda larga, conjunto de recursos configuráveis, elasticidade rápida e serviço mensurável), modelo de serviço SPI (*Software-as-a-Service, Platform-as-a-Service, Infrastructure-as-a-Service*) e modelos de implantação (Privada, Pública, Comunitária e Híbrida) [NIST 2013].

O NIST oferece também uma arquitetura de referência de alto nível [NIST 2013], identificando cinco principais atores e suas funções. Cada ator é uma entidade (pessoa ou organização) que participa de uma transação ou processo e executa tarefas na nuvem [NIST 2013, Miers et al. 2014], sendo: **1) Consumidor:** é quem mantém uma relação de negócios e usa os serviços da nuvem, escolhendo entre os modelos de serviço oferecidos; **2) Fornecedor:** é uma entidade responsável por entregar um serviço na nuvem às partes interessadas; **3) Auditor:** é a entidade que pode conduzir uma auditoria independente da nuvem; **4) Corretor:** é uma entidade que gerencia o uso, desempenho e entrega dos serviços, e negocia a relação entre fornecedores e consumidores; **5) Portador:** é um intermediário que fornece conectividade entre o fornecedor e o consumidor, permitindo o acesso aos serviços de nuvem através de alguma infraestrutura de comunicação de dados.

3. As Organizações Virtuais (OVs)

Uma organização virtual pode ser descrita como: uma aliança temporária de duas ou mais organizações autônomas e heterogêneas, geograficamente independentes e distribuídas

[Camarinha and Afsarmanesh 1999], que se unem para compartilhar habilidades e competências, assim como recursos e custos, a fim de responder às oportunidades de maneira rápida e eficiente, cuja cooperação é apoiada e suportada pela conectividade propiciada pela Internet [Camarinha et al. 2005].

3.1. O ciclo de criação de uma OV

Antes de analisar a infraestrutura e o funcionamento de qualquer OV específica, é relevante compreender as várias fases do ciclo de vida de uma OV. Em um modelo básico [Camarinha and Afsarmanesh 1999], tem-se as seguintes fases: criação, operação, evolução e dissolução, sendo acrescentada a fase de metamorfose em [Camarinha et al. 2009].

Particularmente, a fase de criação de uma OV é formada por um ciclo que vai desde a identificação de uma boa oportunidade de mercado até a fundação da mesma. Segundo [Camarinha et al. 2005, Zamanian et al. 2014], para a fase de criação as etapas são: **1) identificação e caracterização de uma oportunidade de colaboração:** a oportunidade pode ser externa, originada por um (potencial) cliente e detectada por um membro do *Virtual Breeding Environment* (VBE) atuando como um corretor, ou pode ser gerada internamente, como parte da estratégia de desenvolvimento do VBE; **2) planejamento inicial:** nesta etapa se determina uma estrutura aproximada do potencial da OV com a identificação de competências e capacidades necessárias, assim como identificação da forma da organização e os papéis que cada membro; **3) busca e seleção de parceiros:** envolve a identificação, avaliação e seleção de potenciais parceiros. Entre as questões a considerar temos: competência técnica e tipo de serviço, situação econômica, confiabilidade, correspondência, nível de otimização e preparação e também possíveis histórico de colaboração em organizações passadas [Camarinha et al. 2005]; **4) negociação:** trata do processo iterativo para chegar a acordos e alinhar as necessidades com as ofertas sendo um processo complementar ao de seleção de parceiros; **5) planejamento detalhado:** esta etapa aborda o refinamento do plano da OV e de seus princípios englobando as modelagens do processo de negócio e colaboração, atribuição de funções e responsabilidades, níveis de acesso (ativos/recursos, benefícios), etc.; **6) contratação:** trata da formulação e modelagem de contratos, acordos e questões jurídicas; **7) lançamento da OV:** processo que coloca oficialmente a OV em operação. Dentre as tarefas cita-se: configuração da infraestrutura, instanciação e orquestração dos espaços de colaboração, atribuição e instalação de recursos e ativação dos serviços, notificação dos membros envolvidos e manifestação da nova OV no VBE.

4. Integração da OV e da Nuvem Computacional

Com base nos conceitos apresentados sobre as OVs e computação em nuvem, foi identificado e especificado uma proposta de taxonomia de integração, de acordo com a Figura 1, relacionando as características intrínsecas de cada um desses paradigmas. Dentre as questões motivacionais para tal relação destacam-se: a) A facilidade com que a nuvem pode ser acessada (com disponibilidade assegurada pelo fornecedor); b) A agilidade de configurar e desassociar recursos computacionais; c) O desempenho de armazenamento e atualização de dados e seu acesso simplificado (pela Internet, com contínua comunicação entre os componentes envolvidos e de desempenho ajustável); d) Uma área de cobertura diferenciada; e) Serviço mensurável e monitorado constantemente de forma transparente [NIST 2013]; f) Política de pagamentos diferenciada (o pagamento é feito pelo que

é usado); g) Nuvem configurada de acordo com os requisitos do cliente (flexibilidade); h) Possui um grau considerável de confiabilidade (segurança, privacidade e integridade de dados); e i) Serviço sustentável, pois otimiza o uso do hardware, economizando energia, e evitando a compra de grande quantidade de equipamento eletrônico (como HDs, processadores, roteadores) pelos consumidores.



Figura 1. Taxonomia de integração de serviços: computação em nuvem e OVs.

4.1. Características comuns

Após a realização de uma pesquisa referenciada [Camarinha and Afsarmanesh 1999, Camarinha et al. 2009, Camarinha et al. 2005, Camarinha and Afsarmanesh 2004, Zamanian et al. 2014, NIST 2013, Miers et al. 2014, Zhang et al. 2010, Armbrust et al. 2009], foram identificadas sete características relevantes que permitem qualificar tanto as nuvens computacionais como as organizações virtuais:

- **Independência geográfica:** o serviço de computação em nuvem é geograficamente independente, dada a possibilidade de amplo acesso por banda larga, geralmente oferecido e disponibilizado pela Internet. Para as organizações virtuais a independência geográfica é uma característica também relevante, pois, permite ampliar o horizonte de trabalho dos potenciais parceiros a compor a OV, e a heterogeneidade de competências (e.g., melhoria da capacidade de inovação).

- **Flexibilidade:** essa característica classifica o quão apto um indivíduo (pessoa, empresa, sistema) é em aceitar mudanças (opiniões, regras, eventos) no meio em que vive (ou opera). Por exemplo, os serviços sob demanda, bem como o conjunto de recursos configuráveis da nuvem pode disponibilizar o fornecimento de seus recursos de acordo com o andamento, funcionalidade e a situação da OV, além de oferecer a capacidade de adicionar e remover usuários (parceiros) dinamicamente.

- **Adaptabilidade:** a adaptabilidade é a capacidade desse indivíduo de modificar-se (característica física, princípios, comportamento) em concordância ao meio no qual vive ou atua, tornando-se competitivo e promissor. A computação em nuvem é adaptável aos mais diversos tipos de usuário (serviço sob demanda), aplicando-se ao caso das OVs.

- **Disponibilidade:** o serviço em nuvem é confiável, pois a disponibilidade e segurança dos dados são assegurados pelo fornecedor. A disponibilidade de um serviço ou ferramenta oferecida é um fato importante para as OV, já que em função da dinamicidade de uma OV, a qualquer momento durante a fase de operação seus membros podem querer comunicar-se. Assim, a disponibilidade agrega confiança e comodidade ao serviço.
- **Associabilidade:** uma nuvem híbrida é uma representação de associação de dois ou mais tipos de nuvens [Camarinha and Afsarmanesh 2004, Miers et al. 2014]. Cada membro de uma OV pode ter sua nuvem privada, com dados específicos da empresa, e associado a uma nuvem pública na qual compartilha dados, aplicações ou outros recursos.
- **Heterogeneidade:** em uma nuvem computacional híbrida, a infraestrutura de TIC é normalmente construída de forma heterogênea. Da mesma maneira, as OV, podem ser formadas a partir de membros com perfis heterogêneos.
- **Acesso desassociado da infraestrutura física:** Desassociar recursos computacionais da estrutura física onde se originam torna um sistema mais ágil, adaptável e consequentemente otimizável, não dependendo unicamente das limitações físicas e lógicas impostas pelo hardware da instituição. Isso significa, que os serviços estão fora dos limites físicos da instituição e que são acessíveis via Internet.

As sete características apresentadas evidenciam o quão compatíveis são os paradigmas de computação em nuvem e organizações virtuais. Assim, o provimento de serviços em nuvem atende às exigências inerentes das OV, que em função de suas particularidades estão suscetíveis a contínuas mudanças no decorrer do ciclo de vida.

4.2. Aplicabilidade e Objetivos da Nuvem Computacional para uma OV

A aplicabilidade da integração da OV com a nuvem computacional diz respeito à criação de instâncias de aplicação onde ocorre tal unificação de acordo com os diferentes cenários em que uma OV pode atuar. Assim, a aplicabilidade (utilização) de uma nuvem para uma OV pode ser descrita basicamente por dois fatores: a finalidade e a necessidade. A utilização da computação em nuvem tendo em vista a finalidade se dá quando a OV deseja uma infraestrutura específica e padronizada, adaptada a um objetivo pré-determinado pela mesma, como por exemplo: o desenvolvimento de pesquisas científicas, atuações em áreas como engenharia, sistemas de produção e financeiro, e também participação em joint ventures.

Na utilização por necessidade, o serviço contratado não é voltado para uma área ou objetivo específico e sim usado para suprir rapidamente uma necessidade interna de uma OV, ou seja, uma demanda imediata por recursos computacionais confiáveis e facilmente acessíveis. Destacam-se nesse fator: aumento da capacidade de processamento e/ou armazenamento e a busca por recursos de alta disponibilidade e ao mesmo tempo confiável (segurança, privacidade e integridade de dados). Esses dois fatores não são disjuntos, visto que a presença de um não inibe a busca pelo outro.

5. Considerações

Após uma análise entre os conceitos de computação em nuvem e organizações virtuais, foi possível criar uma taxonomia de integração na qual evidenciam-se as seguintes características comuns entre os dois paradigmas: independência geográfica, flexibilidade, adaptabilidade, disponibilidade, associabilidade, heterogeneidade e acesso desassociado

da infraestrutura física da organização. Nessa taxonomia foi também classificada a aplicabilidade da integração entre computação em nuvem e OV, como sendo por finalidade ou necessidade.

A taxonomia apresentada contribui elucidando que muitas das características de criação e manutenção de nuvens computacionais e OVs são similares e que possuem apenas denominações diferentes, bem como evidenciando que pelo mesmo raciocínio, há outras características que com a evolução dos conceitos também necessitam ser tratadas. Dessa forma, através da identificação de uma taxonomia de integração, é possível observar que uma nuvem computacional pode ser utilizada para atender as OVs, com benefícios em relação ao uso de outra infraestrutura de TI, tanto na qualidade do serviço prestado, quanto no custo do mesmo, além da comodidade da utilização.

Referências

- [Armbrust et al. 2009] Armbrust, M., Fox, A., Griffith, R., Joseph, A., Katz, R., Konwinski, A., Lee, G., Patterson, D., Rabkin, A., Stoica, I., and Zaharia, M. (2009). Above the Clouds: A Berkeley View of Cloud Computing. Technical report.
- [Camarinha and Afsarmanesh 1999] Camarinha, L. M. and Afsarmanesh, H. (1999). The virtual enterprise concept. In Camarinha-Matos, L. M. and Afsarmanesh, H., editors, *PRO-VE*, volume 153 of *IFIP Conference Proceedings*, pages 3–14. Kluwer.
- [Camarinha and Afsarmanesh 2004] Camarinha, L. M. and Afsarmanesh, H. (2004). The Emerging Discipline of Collaborative Networks. In Camarinha-Matos, L. M., editor, *Virtual Enterprises and Collaborative Networks*, number 149 in IFIP, pages 3–16. Springer US.
- [Camarinha et al. 2009] Camarinha, L. M., Afsarmanesh, H., Galeano, N., and Molina, A. (2009). Collaborative Networked Organizations - Concepts and Practice in Manufacturing Enterprises. *Comput. Ind. Eng.*, 57(1):46–60.
- [Camarinha et al. 2005] Camarinha, L. M., Silveri, I., Afsarmanesh, H., and Oliveira, A. I. (2005). Towards a Framework for Creation of Dynamic Virtual Organizations. In *Collaborative Networks and Their Breeding Environments*, number 186 in IFIP, pages 69–80. Springer US.
- [Miers et al. 2014] Miers, C., Jr, M. S., Carvalho, T., Koslovski, G., Rojas, M., Rodrigues, B., and Iwaya, L. H. (2014). Análise de segurança para soluções de computação em nuvem. In *SBRC 2014 Minicursos*.
- [NIST 2013] NIST (2013). *NIST Cloud Computing Standards Roadmap*.
- [Zamanian et al. 2014] Zamanian, M., Mohsenzadeh, M., and Nassiri, R. (2014). A Novel Framework for Virtual Organization Creation on Cloud. In *Collaborative Systems for Smart Networked Environments*, number 434 in IFIP Advances in Information and Communication Technology, pages 435–442. Springer Berlin Heidelberg.
- [Zhang et al. 2010] Zhang, Q., Cheng, L., and Boutaba, R. (2010). Cloud computing: state-of-the-art and research challenges. *Journal of Internet Services and Applications*, 1(1):7–18.