

## Metodologia de análise para migração de sistemas de médio e grande portes para a nuvem no modelo SaaS

Cláudia Morgado<sup>1,2</sup>, André Temple de Antonio<sup>1</sup>, Rodrigo Lima Verde Leal<sup>1</sup>,  
Regina Lúcia de Oliveira Moraes<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Fundação CPqD – Centro de Pesquisa e Desenvolvimento em Telecomunicações  
R. Dr. Ricardo Benetton Martins, s/n – Parque II do Polo de Alta Tecnologia – CEP  
13.086-902 – Campinas – SP – Brasil

<sup>2</sup>Faculdade de Tecnologia  
Universidade Estadual de Campinas – Unicamp – Limeira – SP – Brasil  
{cmorgado, andret, rodleal}@cpqd.com.br, regina@ft.unicamp.br

**Abstract.** *Even though cloud computing provides on-demand access to easily activated and practically unlimited IT resources on a pay-as-you-use model, there are still hindering factors that should be considered before migrating a system to the cloud. Each system has its own particularities that must be individually analyzed in order to assess the impacts of putting a system in the cloud. This paper proposes a methodology to analyze the characteristics of large systems that must be considered in the migration to the cloud.*

**Resumo.** *Apesar de a computação em nuvem fornecer acesso a recursos de tecnologia da informação sob demanda, praticamente ilimitados, facilmente ativados e com modelo de pagamento baseado no uso, existem diversos fatores restritivos que devem ser analisados antes de se optar pela projeção ou migração de um sistema para a nuvem. Desse modo, as particularidades de cada sistema devem ser analisadas individualmente, a fim de avaliar o impacto e a viabilidade de se disponibilizar o sistema na nuvem. Este artigo propõe uma metodologia para avaliação das características de sistemas de grande porte que devem ser consideradas no processo de migração para a nuvem no modelo SaaS.*

### 1. Introdução

O modelo da computação tradicional possui uma necessidade de infraestrutura de TI complexa. É necessário que a empresa disponha de um ambiente computacional com servidores e computadores, de locais especiais de armazenamento com climatização adequada e de uma equipe de especialistas sempre prontos para realizar eventuais manutenções, o que eleva consideravelmente os custos. Para agravar ainda mais esse cenário, com o passar do tempo, esses servidores se tornam obsoletos, sendo necessária sua substituição por máquinas mais robustas, o que também gera altos custos.

No conceito de computação em nuvem (CN), não é mais necessário que uma empresa possua um servidor e diversas máquinas de alto desempenho dentro do ambiente de trabalho. Basta apenas que a empresa contrate um provedor de serviços de CN para ter acesso a infraestrutura, plataforma ou software, de uma forma simples e a

partir de qualquer local, por meio da Internet, sem que seja necessário instalar, configurar ou atualizar os sistemas de software.

Segundo o NIST (National Institute of Standards and Technology), "Computação em nuvem é um modelo que possibilita acesso, de modo conveniente e sob demanda, a um conjunto de recursos computacionais configuráveis que podem ser rapidamente adquiridos e liberados com mínimo esforço gerencial ou interação com o provedor de serviços" [NIST 2012 apud Hogan et al. 2011].

Redução de gastos, maior agilidade e flexibilidade são fatores que levam as empresas a disponibilizarem seus sistemas na nuvem. Algumas estimativas apontam que, em dois ou três anos, pelo menos 80% das empresas de software terão adotado ou estarão em processo de adoção desse modelo [Taurion 2009]. Contudo, a migração de sistemas atuais para um ambiente de computação em nuvem traz uma série de desafios que tendem a dificultar a adoção desse novo paradigma por muitos usuários e organizações.

Neste artigo apresentamos uma metodologia de apoio aos tomadores de decisão que os ajudará a compreender as características da nuvem e identificar se um software desenvolvido na computação tradicional tem potencial para ser disponibilizado como serviço. A disponibilização de um software como serviço é conhecida como o modelo de serviço na CN SaaS. No modelo SaaS, o usuário não administra ou controla a infraestrutura subjacente, que inclui rede, servidores, sistema operacional, armazenamento, ou mesmo as características individuais da aplicação, exceto as configurações específicas [Sousa, Moreira, Machado 2010].

Essa metodologia surgiu em decorrência da necessidade de avaliação da viabilidade da migração de sistemas para a nuvem.

## **2. Impactos na evolução de um sistema de software para a nuvem**

As vendas no modelo SaaS são baseadas no serviço sob demanda, ou seja, o cliente paga apenas o que utilizar e isso, na prática, impacta as áreas de marketing e vendas de uma empresa, que devem estar preparadas para medir o uso do sistema [Taurion 2009]. O sistema também deve estar preparado para atender às necessidades do cliente à medida que elas surgem, como, por exemplo, tempo de uso do sistema e armazenamento de dados, sem requerer interação humana com o cliente [Sousa, Moreira, Machado 2010].

O software pode ser acessado via Web com interface de acesso que não obrigue os usuários a mudarem suas condições e seu ambiente de trabalho. As modificações devem ser apresentadas de forma transparente [Jansen e Grance 2011].

Como a proposta do modelo SaaS é ter uma única aplicação que atenda a múltiplos clientes (empresas), chamados *tenants* ou inquilinos, a arquitetura essencial de um ambiente na nuvem é do tipo *multi-inquilino*, uma vez que permite que múltiplos inquilinos compartilhem os mesmos recursos físicos e permaneçam logicamente isolados [Cambiucci 2009].

## **3. Metodologia para avaliação de software**

O controle de um sistema disponibilizado na nuvem é extremamente complexo se comparado ao sistema tradicional e impacta áreas distintas da empresa. Por essa razão,

se faz necessária uma metodologia para auxiliar no processo de decisão estratégica da empresa que identifique os pontos da aplicação que podem ter maior impacto durante uma migração para a nuvem. Desse modo, a empresa pode avaliar se a aplicação será totalmente migrada para a nuvem, se apenas parte do sistema deve ser migrada ou, ainda, se a migração é uma nova oportunidade de negócio para a empresa. [Taurion 2009].

A metodologia propõe a aplicação de um questionário composto de 26 perguntas que abrangem quatro modalidades do sistema a ser migrado. Questões sobre a própria aplicação a ser migrada, análise das regras de negócio em que a aplicação está inserida, tecnologia usada no desenvolvimento e características de nuvem.

Cada questão recebe uma pontuação que indica o impacto durante a migração, sendo que quanto maior a pontuação, maior o risco de uma migração para a nuvem.

O questionário deve ser respondido por um profissional que conheça os aspectos de marketing do produto e a arquitetura do sistema. As questões estão baseadas nas características de nuvem levantadas pelo NIST [NIST 2012 apud Mell e Grace 2011], em relatos de experiência com migração de sistema para nuvem [Chauhan e Babar 2011], e procura esclarecer os pontos em que o sistema escolhido para análise de viabilidade já trabalha no conceito de nuvem e os pontos em que a migração traria um maior impacto.

A ferramenta de apoio à decisão na adoção para nuvem proposta pela Universidade de St. Andrews propõe a aplicação de um *checklist* para a análise tecnológica de um sistema [Hosseini et al 2012]. Mediante a utilização desse *checklist* em nossos produtos, foi verificada a necessidade de incluir novas questões e diferenciar o peso das questões com base no impacto que cada uma delas traz ao processo de migração.

A **Tabela 1** mostra as questões elaboradas com o objetivo de se obter um melhor entendimento da aplicação, como, por exemplo, nicho de mercado e características do software que podem dificultar a migração para nuvem.

**Tabela 1. Análise da aplicação a ser migrada**

Questionário	Justificativa	Pontuação	
		Sim	Não
1. É uma solução para um nicho específico de clientes?	<i>Analisar se a solução da aplicação foi feita especificamente para um único cliente ou se ela pode atender a um nicho de mercado com problemas e necessidades bem definidos..</i>	0	5
2. Esta aplicação retém seus usuários?	<i>Avaliar se a aplicação pode ser facilmente substituída por outra.</i>	0	5
3. Esta aplicação de software conecta o negócio do contratante com seus fornecedores, empregados, investidores e clientes?	<i>Analisar se o software suporta a integração com outros módulos, como, por exemplo, faturamento, transferência de fundos, gestão de inventário e CRM.</i>	5	0
4. Esta aplicação ajuda equipes a trabalharem em conjunto, dentro ou entre organizações?	<i>Analisar se o software é utilizado de maneira compartilhada, como, por exemplo, sistemas de calendário, e-mail, compartilhamento de telas, autoria compartilhada de conteúdo, gestão de conferência, jogo on-line. Características de aplicações na nuvem.</i>	0	5
5. Esta aplicação é voltada ao ambiente de escritório?	<i>Processadores de texto, planilhas de cálculo, programas de apresentação ou banco de dados. Essas aplicações possuem características nativas para nuvem.</i>	0	5
6. Esta aplicação resolve	<i>Ferramentas de conversão de formato de arquivo,</i>	0	5

problemas de segurança ou compatibilidade e suporta desenvolvimento de novo software?	<i>digitalização e análise de segurança, verificação de regras e desenvolvimento. Essas aplicações possuem características nativas para nuvem.</i>		
7. Esta aplicação requer tempo de execução de tarefas definido?	<i>Não suporta tempo de espera ou atrasos de entrega.</i>	5	0
8. Esta aplicação requer transferência de grande volume de dados originados no assinante?	<i>Possui integração com outras aplicações com grandes transferências de dados entre elas.</i>	5	0
9. É um sistema de missão crítica?	<i>Uma falha desta aplicação (erro de execução ou lentidão) pode causar perda significativa de dados?</i>	5	0
10. Esta aplicação trabalha com altas taxas de refresh na tela do assinante?	<i>A tela é atualizada continuamente.</i>	5	0

A adoção do modelo SaaS é uma decisão estratégica que afeta o modelo de negócio da empresa [Taurion 2009] e, por esse motivo, a **Tabela 2** apresenta questões para um melhor entendimento do contexto do negócio em que a aplicação está inserida. As questões das tabelas a seguir recebem uma **pontuação (de 0 a 5)**, considerando que quanto maior a pontuação, maior o impacto durante a migração.

**Tabela 2. Análise de negócio**

Questionário	Justificativa
11. Esta aplicação já possui um modelo de negócio para sua venda como serviço sob demanda, baseado em assinatura ( <i>pay-as-you-go</i> )?	<i>Analisar como é feita a venda do software escolhido para evoluir para nuvem, verificar se o produto já é cobrado conforme o uso do sistema e qual seria o grau de impacto de uma possível alteração.</i>
12. Esta aplicação pode ser considerada uma solução em potencial para o mercado de pequenas e médias empresas?	<i>Analisar se ocorreria um crescimento significativo de clientes após a evolução para o modelo SaaS, verificar se o sistema de software passaria a atender a um maior nicho de mercado, incluindo pequenas e médias empresas como clientes do software.</i>
13. Esta aplicação tem uma demanda capilarizada, com grande número de clientes potenciais?	<i>Analisar se a aplicação possui uma quantidade expressiva de clientes que sustentem a disponibilização dos serviços na nuvem.</i>
14. Esta aplicação já possui um modelo contratual de prestação de serviço baseado em SLA (Service Level Agreement)?	<i>O produto é padronizado a todos os clientes e existe um acordo-padrão, firmado entre a área de TI e o cliente, que descreve o serviço de TI, suas metas, papéis e as responsabilidades das partes envolvidas.</i>
15. O retorno financeiro desta aplicação pode ser quantificado?	<i>Verificar se existe algum aplicativo que mostre ao cliente a análise de retorno sobre o investimento (ROI), comparando-a com a da solução tradicional.</i>
16. Existe alguma infraestrutura para hospedagem do software ou alguma parceria a esse respeito?	<i>Avaliar se a empresa já possui infraestrutura ou mantém parceria para hospedar o sistema na nuvem, a partir de um dos modelos possíveis (privada, pública, comunidade ou híbrida).</i>

A **Tabela 3** representa a parte do questionário que tem por objetivo fazer uma análise das características essenciais da CN. Essas características são relacionadas às vantagens que a CN oferece [Sousa, Moreira, Machado 2010].

**Tabela 3: Características de nuvem**

<b>Questionário</b>	<b>Justificativa</b>
<b>17. A aplicação possui o conceito de self-service sob demanda?</b>	<i>O sistema também deve estar preparado para atender às necessidades do cliente à medida que elas surgem, como, por exemplo, tempo de uso de servidor, armazenamento na rede, sem requerer interação humana com o prestador do serviço.</i>
<b>18. O acesso à aplicação pode ser feito por meio da Internet?</b>	<i>Os recursos estão disponíveis na rede e são acessados por meio de mecanismos padronizados que promovem o uso com plataformas do tipo thin clients heterogêneas (ex.: celulares, tablets, laptops e estações de trabalho).</i>
<b>19. A aplicação permite que múltiplos clientes compartilhem os mesmos recursos, mas permaneçam logicamente isolados?</b>	<i>Na CN os recursos computacionais do prestador de serviço são agrupados (pooling) para servir múltiplos consumidores por meio do modelo multi-inquilino (multi-tenant), como, por exemplo, diferentes recursos físicos e virtuais alocados e realocados dinamicamente, de acordo com a demanda do consumidor. Há um senso de independência da localização, no sentido de que o consumidor geralmente não tem controle ou conhecimento sobre a localização exata dos recursos do prestador de serviço, mas consegue especificar a localização em um nível mais alto de abstração (ex.: país, estado, etc).</i>
<b>20. Os recursos podem ser provisionados e liberados rápida e elasticamente (em alguns casos, automaticamente), para escalar rapidamente dentro e fora de acordo com a demanda?</b>	<i>Para o consumidor, os recursos disponíveis para provisionamento geralmente dão a sensação de ser ilimitados e passíveis de contratação em qualquer quantidade e a qualquer instante.</i>
<b>21. O uso de recursos pode ser monitorado, controlado e reportado, dando transparência tanto para o prestador de serviço quanto para o consumidor do serviço utilizado?</b>	<i>O uso dos recursos é otimizado e controlado automaticamente por meio de capacidades de medição em um nível de abstração apropriado para o tipo de serviço prestado (ex.: armazenamento, processamento, banda e contas de usuário ativas).</i>

A Tabela 4 representa a parte do questionário que tem por objetivo fazer uma análise das características tecnológicas do sistema, tais como: arquitetura, interface e segurança.

**Tabela 4. Características tecnológicas**

<b>Questionário</b>	<b>Justificativa</b>
<b>22. Esta aplicação possui arquitetura orientada a serviços (Service-Oriented Architecture – SOA)?</b>	<i>SOA é uma arquitetura conceitual de negócios que visa maximizar a reutilização de serviços existentes e a integração com novos serviços para aumentar a eficiência e a produtividade de uma empresa. A aplicação foi desenvolvida com essa metodologia.</i>
<b>23. Esta aplicação é capaz de suportar modelos pré-configurados?</b>	<i>Trata-se de um desdobramento da questão anterior. Todas as alterações devem atender a todos os clientes, permitindo no máximo alguma customização específica de cliente em modelos pré-configurados. No modelo SaaS, deve-se evitar diferentes versões de software para cada cliente.</i>
<b>24. Esta aplicação possui bom desempenho em termos de tempo de resposta?</b>	<i>Todas as funcionalidades possuem respostas imediatas à solicitação do usuário.</i>
<b>25. Esta aplicação oferece alta disponibilidade?</b>	<i>A aplicação fica disponível 24 horas por dia, 7 dias por semana.</i>
<b>26. Esta aplicação possui requisitos de segurança?</b>	<i>A aplicação possui controle de acesso, criptografias, perfil de usuário.</i>

#### 4. Estudo de caso

Os analistas de marketing do produto e arquitetura do software do sistema CPqD Billing responderam o questionário proposto pela metodologia.

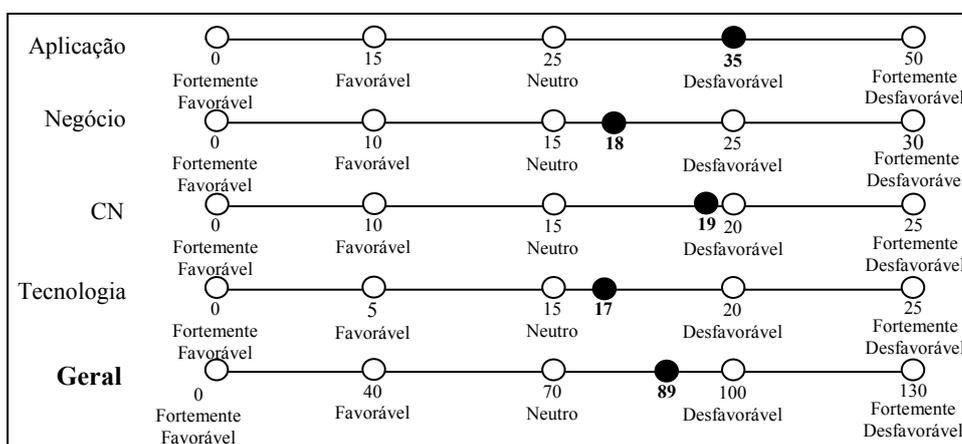
A **Tabela 5** mostra as respostas da análise de um sistema de *billing* desenvolvido pela Fundação CPqD – Centro de Pesquisa e Desenvolvimento em Telecomunicações, que atende empresas operadoras de telecomunicações e integra em uma única solução os processos de faturamento, arrecadação, cobrança e atendimento ao cliente.

**Tabela 5. Análise do software de *billing* com o uso da metodologia aplicada**

<b>Análise da aplicação</b>	Sim	Não				
1. É uma solução vertical, que fornece uma solução específica para um problema ou uma solução para um nicho específico de clientes?		X				
2. Esta aplicação retém seus usuários?		X				
3. Esta aplicação de software conecta o negócio do contratante com seus fornecedores, empregados, investidores e clientes?		X				
4. Esta aplicação ajuda equipes a trabalharem em conjunto, dentro ou entre organizações?		X				
5. Esta aplicação é voltada ao ambiente de escritório?		X				
6. Esta aplicação resolve problemas de segurança ou compatibilidade e suporta desenvolvimento de novo software?		X				
7. Esta aplicação requer tempo de execução de tarefas definido?	X					
8. Esta aplicação requer transferência de grande volume de dados originados no assinante?	X					
9. Uma falha desta aplicação (erro de execução ou lentidão) pode causar perda significativa de dados?		X				
10. Esta aplicação trabalha com altas taxas de <i>refresh</i> na tela do assinante?		X				
<b>Análise de negócio</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
11. Esta aplicação já possui um modelo de negócio para sua venda como serviço sob demanda, baseado em assinatura ( <i>pay-as-you-go</i> )?					X	
12. Esta aplicação pode ser considerada uma solução em potencial para o mercado de pequenas e médias empresas?					X	
13. Esta aplicação tem uma demanda capilarizada, com grande número de clientes potenciais?				X		
14. Esta aplicação já possui um modelo contratual de prestação de serviço baseado em SLA (Service Level Agreement)?			X			
15. O retorno financeiro desta aplicação pode ser quantificado?			X			
16. Existe alguma infraestrutura para hospedagem do software ou alguma parceria a esse respeito?				X		
<b>Análise das características de nuvem</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
17. A aplicação possui o conceito de <i>self-service</i> sob demanda?					X	
18. O acesso à aplicação pode ser feito por meio da Internet?		X				
19. A aplicação permite que múltiplos clientes compartilhem os mesmos recursos, mas permaneçam logicamente isolados?						X
20. Os recursos podem ser provisionados e liberados rápida e elasticamente (em alguns casos, automaticamente), para escalar rapidamente dentro e fora de acordo com a demanda?						X
21. O uso de recursos pode ser monitorado, controlado e reportado, dando transparência tanto para o prestador de serviço quanto para o consumidor do serviço utilizado?					X	
<b>Análise das características tecnológicas</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>

22. Esta aplicação possui arquitetura orientada a serviços (Service-Oriented Architecture – SOA)?				X		
23. Esta aplicação é capaz de suportar modelos pré-configurados?						X
24. Esta aplicação possui bom desempenho em termos de tempo de resposta?					X	
25. Esta aplicação oferece alta disponibilidade?			X			
26. Esta aplicação possui requisitos de segurança?				X		

As respostas foram pontuadas de acordo com a metodologia. As pontuações foram somadas por etapa, considerando-se fortemente desfavorável a uma migração o valor máximo possível para soma e fortemente favorável para migração para a nuvem a menor pontuação possível. Na Figura 1 os marcadores em negrito representam a somatória da pontuação de cada uma das questões do sistema avaliado, separados por área de análise.



**Figura 1. Análise da viabilidade de migração dos sistemas de *billing***

Após a análise da metodologia, é possível notar que o sistema de *billing* analisado não possui características nativas de nuvem e é customizado para cada cliente, os recursos não são provisionados e liberados de acordo com a demanda e grandes mudanças em sua arquitetura são necessárias para manter o desempenho e a segurança em um ambiente de computação na nuvem. Consequentemente, a evolução do sistema para a nuvem foi considerada inviável, uma vez que haveria grande impacto em sua arquitetura, e nenhum ganho significativo de expansão de clientes em potencial.

## 5. Conclusão

Disponibilizar o software como serviço e reduzir custos para os clientes são necessidades do mercado e justificam a popularidade do paradigma da computação na nuvem. O processo de migração de um sistema de software para a nuvem deve ser conduzido com muita cautela, sendo que antes de se optar pela migração é necessário identificar e compreender o negócio e alguns fatores técnicos que poderão viabilizar ou não a migração. Foi apresentada, neste artigo, uma metodologia que auxilia no processo de decisão da empresa quanto à evolução de um sistema de software para a nuvem.

A metodologia visa apresentar características da aplicação bem como os aspectos de negócio e tecnológicos, vinculados a modelos SaaS, que devem ser

considerados na análise da viabilidade de migração do software para a nuvem. Essa metodologia foi aplicada a um sistema de *billing*, desenvolvido pelo CPqD para empresas operadoras de telecomunicações, o que proporcionou uma análise das características tipicamente ofensoras da migração para um modelo SaaS.

Como trabalhos futuros, seria importante validar os módulos do sistema isoladamente para analisar se algum módulo pode ser evoluído para a nuvem sem grande impacto.

### Referências

- Cambiucci, W. (2009) "Uma introdução ao Software + Serviços + SaaS e SOA". Disponível em: <http://msdn.microsoft.com/pt-br/library/dd875466.aspx>. Maio.
- Chauhan, A. M.; Babar, A. M. (2011) "Migrating Service-Oriented System to Cloud Computing: An Experience Report". In: 2011 IEEE 4th International Conference on Cloud Computing (CLOUD '11). IEEE Computer Society, Washington, DC, USA. **Proceedings**... 404-411.
- Hogan, M. et al. (2011) "NIST Cloud Computing Standards Roadmap". Disponível em: [http://www.nist.gov/itl/cloud/upload/NIST\\_SP-500-291\\_Jul5A.pdf](http://www.nist.gov/itl/cloud/upload/NIST_SP-500-291_Jul5A.pdf). Acesso em: nov. 2011.
- Hosseini, A. K. et al. (2012) The Cloud Adoption Toolkit: supporting cloud adoption decisions in the enterprise. *Software: Practice and Experience*, 42: 447465, 2011.
- Jansen, W. e Grance, T. (2011) Institute of Standards and Technology. "Guidelines on Security and Privacy in Public Cloud Computing", Special Publication 800-144. Disponível em: <http://csrc.nist.gov/publications/nistpubs/800-144/SP800-144.pdf>. Acesso em: dez. 2011.
- Mell, P.; Grace, T. (2011) "The NIST Definition of Cloud Computing: Recommendations of the National Institute of Standards and Technology". Disponível em: <http://csrc.nist.gov/publications/nistpubs/800-145/SP800-145.pdf>. Acesso em: nov. 2011.
- NIST (2012) Disponível em: [www.nist.gov](http://www.nist.gov). Acesso em: fev. 2012.
- Sousa, F. R. C.; Moreira, L. O.; Machado, J. C. (2010) "Computação em Nuvem: Conceitos, Tecnologias, Aplicações e Desafios". Universidade Federal do Ceará (UFC). Publicado no SWIB.
- Taurion, C. (2009) "Computação em Nuvem. Transformando o mundo da Tecnologia da Informação", Editado por Sergio Martins de Oliveira, Brasport.