

Departamento de Ciências e Tecnologias de Informação

## **Sistema de Avaliação de Serviços de Cloud Computing**

Miguel Carlos Gomes Reixa

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de  
Mestre em Software de Código Aberto

Orientador:

Doutor Carlos Costa, Prof. Auxiliar,  
ISCTE-IUL

Co-orientadora:

Mestre Maria Manuela Simões Aparício da Costa.

Outubro, 2012

## **Prefácio**

O tema desta dissertação surgiu de uma necessidade real de um amigo e empresário que necessitava de reduzir custos na sua empresa e que decidiu procurar alternativas ao pagamento de custos de licenças de software. Tinha duas possibilidades: adoptar software gratuito ou um serviço de cloud computing. Escolheu o último principalmente por facilidades de mobilidade, suporte, manutenção e migração. Feita esta escolha inicial deparou-se com o problema da escolha do serviço a contratar. Desafiou-me assim a encontrar uma forma de escolher o serviço mais adequado.

O desafio foi aceite e aqui estou a apresentar a dissertação relativa ao trabalho feito. Ficam aqui também os meus agradecimentos a todos os que me ajudaram, incentivaram e motivaram nesta tarefa, principalmente a minha família, amigos, professores e colegas do ISCTE-IUL.

Miguel Carlos Gomes Reixa

Lisboa, 30 de Outubro de 2012

## **Índice**

Prefácio.....	i
Lista de abreviaturas.....	v
Resumo.....	vi
Abstract.....	vii
1.Introdução.....	1
1.1 Enquadramento.....	1
1.2 Questão de investigação e objetivos.....	1
1.3 Publicações relacionadas.....	2
1.4 Metodologia.....	2
1.5 Estrutura.....	3
2.Revisão da literatura.....	5
2.1 Evolução e enquadramento da cloud computing .....	6
2.1 Conceitos e definições.....	7
2.2 Classificações.....	9
2.3 Características.....	10
2.4 Metodologias de avaliação e selecção.....	14
2.5 Atributos de avaliação.....	18
2.6 Síntese.....	20
3.Proposta conceptual da Framework.....	22
3.1 Atributos de avaliação.....	22
3.2 Passos e técnicas da solução proposta.....	24
4.Aplicação da abordagem proposta.....	28
4.1 Enquadramento do cenário empírico.....	28
4.2 Aplicação da metodologia .....	28
4.2.1 Selecção dos especialistas (passo 1).....	28
4.2.2 Levantamento do problema e definição de objectivos (passo 2).....	29
4.2.3 Escolha inicial de serviços de Office na cloud (passo 3).....	29
4.2.4 Formação, informação e experimentação (passo 4).....	29
4.2.5 Definição dos atributos de avaliação (passo 5).....	30
4.2.6 Elaboração e realização das avaliações (passos 6, 7, 8 e 9).....	30
4.2.7 Calculo das pontuações e selecção do melhor serviço (passos 10 e 11).....	34
4.2.8 Análise crítica do resultado (passo 12).....	39
5.Avaliação preliminar da framework proposta.....	40
6.Conclusões.....	41
7.Trabalhos futuros.....	43
8.Referências Bibliográficas.....	44

## **Índice de tabelas**

Tabela 1. Autores de literatura com conceitos referentes à cloud computing.....	5
Tabela 2. Comparação de definições de cloud computing.....	8
Tabela 3. Características não funcionais da cloud computing.....	10
Tabela 4. Características económicas da cloud computing.....	11
Tabela 5. Características tecnológicas da cloud computing.....	13
Tabela 6. Exemplo geral de apresentação dos resultados do método WSM em tabela.....	18
Tabela 7. Atributos de comparação sugeridos pelo MADMAC.....	19
Tabela 8: Atributos para escolha de um SaaS para SFA (Sales Force Automation).....	20
Tabela 9. Atributos de comparação sugeridos.....	23
Tabela 10. Avaliação prática de serviços de Office em cloud computing.....	35

## **Índice de figuras**

Figura 1: Metodologia seguida.....	3
Figura 2: Cloud computing na historia dos computadores.....	7
Figura 3: Processo de aplicação do WSM. ....	21
Figura 4: Processo de aplicação proposto.....	27
Figura 5: Parte inicial do questionário entregue ao stakeholder.....	31
Figura 6: Parte final do questionário entregue ao stakeholder.....	32
Figura 7: Parte inicial do questionário entregue aos especialistas.....	33
Figura 8: Parte final do questionário entregue aos especialistas.....	34
Figura 9: Avaliação da importância dos atributos para a empresa.....	36
Figura 10: Avaliação das propriedades do Zoho Docs.....	37
Figura 11: Avaliação das propriedades do Google Docs.....	38
Figura 12: Avaliação das propriedades do Microsoft Office 365.....	39

**Lista de abreviaturas**

- AHP - Analytic Hierarchy Process ;
- ANP - Analytic Network Process ;
- API - Application Programming Interface ;
- CAPEX - Despesas de Capital ;
- DVD - Digital Versatile Disc ;
- ELECTRE - Elimination and Choice Translating Reality ;
- EVM - Expected Value Method ;
- GORE - Goal Oriented Requirements Engineering ;
- IaaS - Infrastructure as a Service ;
- ISCTE-IUL - Instituto Superior de Ciências do Trabalho e da Empresa - Instituto Universitário de Lisboa ;
- MACBETH - Measuring Attractiveness by a Categorical Based Evaluation Technique ;
- MADMAC - Multiple Attribute Decision Methodology for Adoption of Clouds ;
- MAUT - Multi Attribute Utility Theory ;
- OPEX - Despesas Operacionais ;
- PaaS - Platform as a Service ;
- QoS - Quality of Service ;
- ROEI - Return On Existing Investment ;
- ROI - Return On Investment ;
- SaaS - Service as a Service ;
- SAW - Simple Additive Weighting ;
- SFA - Sales Force Automation ;
- TDMC - Tomada de Decisão Multi-Critério ;
- TI - Tecnologia de Informação ;
- TOPSIS - Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution ;
- WSM - Weighted Score Method ;

### **Resumo**

Nesta dissertação proponho uma framework que seja de fácil e rápida aplicação para comparar e escolher o serviço de cloud computing que melhor se adequa às necessidades das organizações.

Surge do desafio que me foi feito por parte de pessoas que precisavam de ter algum documento credível e com fundamento que as guiasse nesse processo de selecção.

Iniciam-se as actividades desta dissertação com uma revisão da literatura da qual resulta a exposição das características de computação em nuvem, as definições existentes, tipos de organização, classificação e taxonomia consideradas mais importantes para dar um conhecimento básico a quem lê este documento. Na continuação da revisão da literatura estudaram-se também as estratégias de abordagem e metodologias de selecção e avaliação existentes tendo sido escolhidas as mais relevantes para atingir o objetivo. Segue-se a apresentação da framework de avaliação e escolha do serviço, baseado na investigação feita. Termina-se com uma aplicação em contexto real que serve para validar a sua aplicabilidade e para ilustrar como usar esta framework, de forma detalhada.

Usando esta framework, as organizações podem optimizar os seus recursos e ao mesmo tempo terem confiança de que seleccionaram a melhor opção de serviço na nuvem aplicável às suas características específicas.

**Palavras chave:** Cloud computing, serviços na nuvem, framework, selecção.

## **Abstract**

In this dissertation I propose one easy and quick framework to compare and choose the cloud service that best fit the organizations needs.

It comes from a challenge made to me by people that need to have a credible and well based document that would help them in the selection process.

The dissertation activities began with a literature review that result in exposed characteristics of cloud computing, existing definitions, types of organization, classification and taxonomy that were considered more important to make the framework construction. In the continuation of literature review was also studied the existing selection and evaluation approach strategies and methodologies that were considered most relevant to meet the goal. In the next step is presented the framework proposal to evaluate and select the cloud computing services, based on research already done. Ends up with a real context application that is used to validate the applicability and to illustrate how to use the framework, in detail.

Using this framework, organizations can optimise their resources while having confidence that they have selected the best cloud service option applicable to their specific characteristics.

**Key words:** Cloud computing, cloud services, framework, selection.

# **1** . Introdução

## **1.1 Enquadramento**

Alguns gestores percebem que o mercado de cloud computing pode constituir uma oportunidade de mudança estratégica para o seu negócio (Armbrust *et al* (2010), Das *et al* (2011), Marston *et al* (2011)), outros podem apenas aperceberem-se disso no seu dia a dia de negócios, por um concorrente ou de uma sugestão de um cliente, mas não têm ideia do que isso realmente significa ou que implicações podem ter, tanto positivas como negativas. No entanto, quando se toma a decisão de mudar para a computação em nuvem já se deve estar ciente dos impactos, riscos e benefícios que estas decisões podem ter na organização.

O passo seguinte é decidir qual é o serviço que melhor se adapta às necessidades de uma determinada organização.

A motivação para fazer esta dissertação surge do desafio que me foi feito por parte de pessoas que precisavam de ter algum documento credível e com fundamento que as guiasse nesse processo de selecção.

A dissertação começa com o resultado da investigação sobre perspectivas, definições, tipos e características da cloud computing. Isto dará uma base para compreender o seu conceito geral e organização, abrindo o caminho para apresentar a proposta. Após a apresentação da framework proposta, é feita uma aplicação para a validar e exemplificar.

No final, é feita uma avaliação com base nos comentários e opiniões que nos foram transmitidos terminando com a conclusão e os próximos passos deste trabalho.

## **1.2 Questão de investigação e objetivos**

Quando um decisor procura na literatura especializada formas de escolher o serviço de cloud computing que é mais adequado para o seu caso encontra várias opções. No

entanto cada uma tem a sua especificidades e âmbitos de aplicação (Salomon e Montevechi, 2001) o que as torna por vezes de difícil aplicação e bastante complexas.

Esta dissertação tem como objectivo conceber e validar uma proposta de modelo conceptual de um processo de selecção de serviços de cloud computing. Permitindo um decisor seguir um percurso simples, coerente e sistemático para fazer uma avaliação prévia de qual deve ser a solução de serviço de cloud computing a escolher.

### **1.3 Publicações relacionadas**

Durante o desenvolvimento desta dissertação foi publicado um artigo relacionado com o mesmo tema:

- Reixa, M., Costa, C., & Aparicio, M. (2012). Cloud services evaluation framework. *Proceedings of the Workshop on Open Source and Design of Communication* (pp 61–69). Obtido de <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=2316948>

### **1.4 Metodologia**

A metodologia seguida inicia-se com a revisão da literatura para a obtenção de informação sobre:

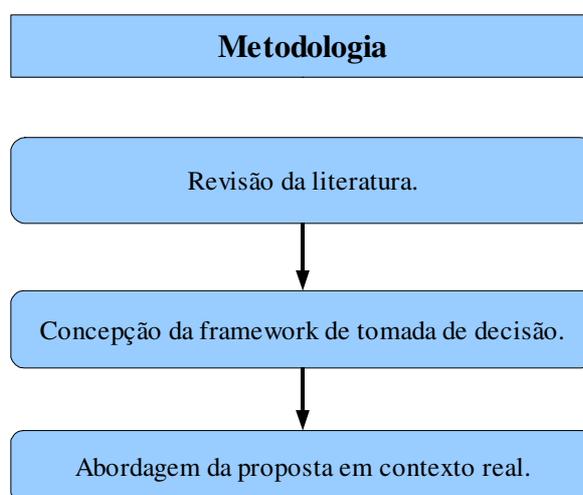
- De onde surge a cloud computing. Pretende-se expor o historial que levou ao surgimento de mais uma nova etapa na história da computação.
- Definições, tipologias e taxonomias existentes para a cloud computing.
- Metodologias de comparação de serviços de cloud computing.

Depois da revisão da literatura expõe-se a concepção da framework de tomada de decisão, que é constituída pelas fases de definição das variáveis para a tomada de decisão e também do fluxograma de procedimentos.

Por ultimo faz-se uma aplicação da abordagem proposta em contexto real para a validação da framework, a qual é constituída pelas seguintes fases:

- Exposição do caso estudado.
- Aplicação da framework ao cenário empírico em que se inclui o desenvolvimento dos questionários de avaliação e a aplicação do processo da framework.
- Exposição dos resultados e conclusões.

A figura 1 esquematiza o que acabou de se referir.



**Figura 1: Metodologia seguida.**

**(Fonte: Própria)**

### **1.5 Estrutura**

Esta dissertação inicia-se, no capítulo 1, com uma breve introdução seguida da exposição da questão de investigação e dos objectivos.

No capítulo 2, faz-se a revisão da literatura. Estudando-se o historial, as definições, tipologias, a taxonomia e as metodologias de comparação da cloud computing.

No capítulo 3, apresenta-se a framework de tomada de decisão, tendo como base o resultado da revisão da literatura do capítulo 2.

Segue-se depois, no capítulo 4, para a validação da framework com uma aplicação da abordagem proposta na qual se explica primeiro o caso estudado e passa-se depois

para a aplicação da framework a esse caso. Termina-se este capítulo com a apresentação dos resultados do caso.

Antes de finalizar esta dissertação faz-se, no capítulo 5, uma análise dos resultados da aplicação da framework, baseados nas opiniões das pessoas envolvidas.

Termina-se no capítulo 6 com a conclusão final e as propostas de trabalhos futuros.

## 2. Revisão da literatura

Há já vários autores que descrevem os tipos de organização, as classificações, as características, a taxonomia e definições importantes para a computação em nuvem. A tabela 1 mostra alguns desses autores e quais os assuntos que referem na sua literatura.

**Tabela 1. Autores de literatura com conceitos referentes à cloud computing.**

(Fonte: Própria)

Autores	Tipos de organização	Classificações	Características	Taxonomia	Definições importantes para a computação em nuvem
Anderson (2003)					X
Armbrust <i>et al.</i> (2010)	X	X	X	X	X
Behrend <i>et al.</i> (2010)			X		X
Brindley (2011)	X	X	X	X	X
Chang (2011)	X	X	X	X	X
Dudin e Smetanin (2011)	X	X	X	X	X
Durkee (2010)		X	X	X	X
Ferrer <i>et al.</i> (2011)	X	X	X		X
Fouquet <i>et al.</i> (2009)	X				X
Furht (2010)	X	X	X	X	X
Grobauer <i>et al.</i> (2011)		X	X	X	X
Khajeh-Hosseini <i>et al.</i> (2012)			X		X
Marston <i>et al.</i> (2011)	X	X	X		X
Otsuka e Lutfiyya (2011)		X			X
Peng <i>et al.</i> (2009)	X	X			X
Prodan e Ostermann (2009)	X	X	X	X	X
Rastogi (2010)		X			X
Vaquero <i>et al.</i> (2008)		X	X	X	X

A revisão da literatura foi realizada tem como base o que os autores estudaram relativamente à classificação e características das clouds, bem como relativamente aos tipos e taxonomia.

Tendo em conta o enquadramento apresentado relativo aos conceitos de cloud computing, em seguida será apresentada a sua evolução e enquadramento, sendo depois referidos os principais conceitos e definições, características e metodologias de avaliação mais utilizadas.

## **2.1 Evolução e enquadramento da cloud computing**

Os computadores estão a ter cada vez mais capacidade de processamento e armazenamento mas ao mesmo tempo a ficar com custos de produção, manutenção, operação e consumo energético, cada vez mais caros. Ao mesmo tempo, com o desenvolvimento da internet, têm-se criado novas necessidades e oportunidades que pedem cada vez maior quantidade e flexibilidade de processamento e também de armazenamento de dados (Wang *et al.*, 2011b).

A forma de os utilizadores resolverem estes desafios de forma inteligente foi entregarem estes serviços de gestão e por vezes até a infraestrutura a terceiros, permitindo assim ficarem focados nas suas actividades principais (Wang *et al.*, 2011a). A entrega desses serviços a prestadores de serviços de cloud computing é uma das opções existentes actualmente.

Do ponto de vista tecnológico, a cloud computing pode ser vista como uma inovação disruptiva, com uma evolução histórica que resulta da união de várias tecnologias já existentes (computação em rede, virtualização, sistemas distribuídos, engenharia de sistemas e arquitecturas orientadas para serviços) que ao serem conjugadas e convenientemente interligadas resulta numa nova tecnologia (Freiberger e Swaine, 1999; Pokharel e Park, 2009).

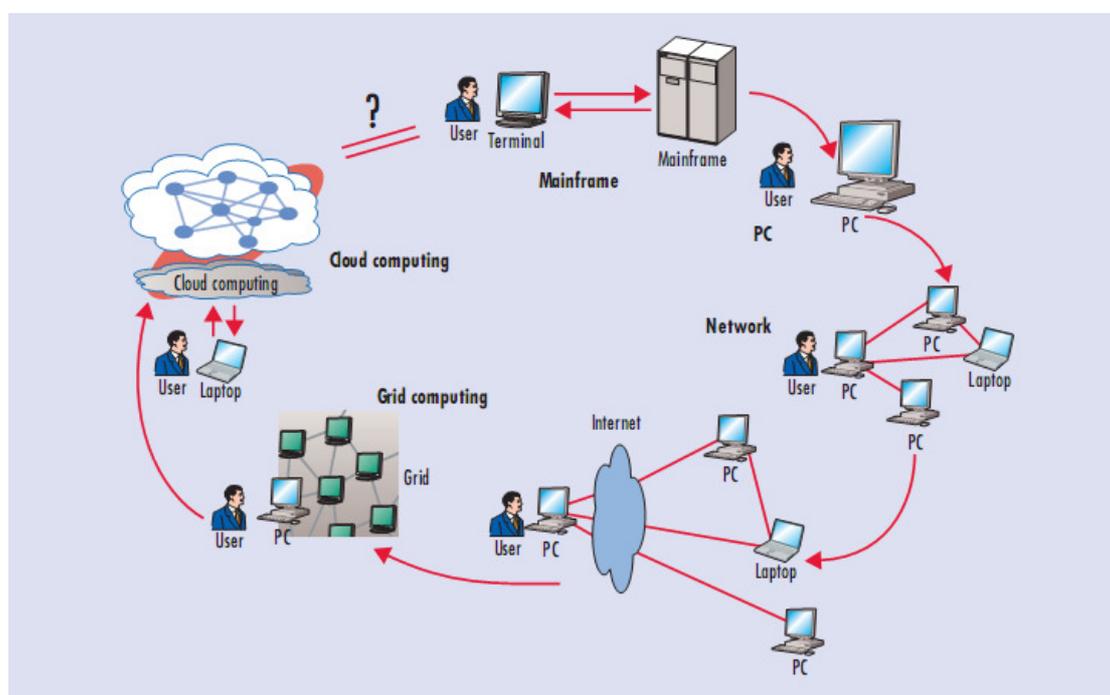
Esta nova tecnologia permite responder aos desafios referidos pois a cloud computing ajuda a eliminar a necessidade de comprar e manter a estrutura de hardware e software (Leavitt, 2009).

Sintetizado pode-se dizer que cloud computing é uma tecnologia disruptiva resultante da união de outras já existentes que surgiu devido à necessidade de:

## Sistema de Avaliação de Serviços de Cloud Computing

- otimizar e até reduzir os custos de infraestrutura e operação dos sistemas informáticos, através do pagamento por quantidade de utilização.
- dar resposta aos crescentes pedidos de aumento de recursos.
- flexibilizar e adequar a capacidade de resposta ao que é pedido a cada momento.
- responder com rapidez aos problemas e necessidades dos utilizadores.

A figura 2 mostra o posicionamento da cloud computing na história dos computadores.



**Figura 2: Cloud computing na historia dos computadores.**

(Fonte: Voas e Zhang, 2009)

### **2.1 Conceitos e definições**

A cloud computing pode ser vista de dois lados, o lado do fornecedor e o lado do utilizador.

No ponto de vista do lado dos fornecedores, a computação em nuvem é uma maneira de alugar recursos computacionais existentes que não estejam a ser utilizados. Com essa estratégia podem otimizar e tornar rentáveis os seus recursos.

No lado do utilizador ou consumidor, ele vê a computação em nuvem como um meio de obter recursos do computador quase infinitas, de forma imediata e confiável a um custo muito baixo.

Existem muitas definições para computação em nuvem e um dos mais citados é do Instituto Nacional de Padrões e Tecnologia (Dillon *et al.*, 2010; Mell e Grance, 2011): "Cloud computing é um modelo para permitir que convenientemente se faça o acesso à rede a pedido (on-demand) e a um grupo partilhado de recursos computacionais configuráveis (por exemplo, redes, servidores, armazenamento, aplicativos e serviços) que podem ser rapidamente fornecidos e libertados com o menor esforço de gestão ou serviço de interação com o fornecedor. Este modelo de nuvem promove a disponibilidade."

Outra forma de definir cloud computing é considerando que se trata de uma plataforma ou infraestrutura que permite a execução de código (serviços, aplicações, etc), com fiabilidade de acordo com parâmetros predefinidos de qualidade, que é automaticamente assegurada e onde os recursos são disponibilizados de modo a serem utilizados de acordo com a necessidade existente a cada momento, observando os requisitos gerais e abrangentes definidos, incluindo não só a escalabilidade tanto para cima e para baixo de recursos e dados, mas também de balanceamento de carga e de transferência de dados (Schubert, 2010).

Tabela 2. Comparação de definições de cloud computing.

(Fonte: Leimeister *et al.*, 2010; Böhm *et al.*, 2011)

Autor	Serviço	Hardware	Software	Dados	Desenvolvimento da plataforma	Pay-Per-Use	Off-premise (publico)	Escalabilidade	Sem investimento inicial	Virtualização	SLA	Desempenho determinista	Internet/network	Automação
Armbrust <i>et al.</i> (2009)	x	x	x			x	x	x	x				x	
Breiter e Behrendt (2008)	x	x				x		x		x				x
Briscoe e Marinov (2009)	x	x	x					x		x			x	
Buyya <i>et al.</i> (2008)		x						x		x	x			
Foster <i>et al.</i> (2008)	x	x	x		x			x		x			x	
Gartner (Plummer <i>et al.</i> , 2008)	x	x	x					x					x	
Grossman e Gu (2009)	x	x		x				x					x	
Gruman e Knorr (2008)	x	x	x		x								x	
IDC (Gens, 2008)	x	x				x		x					x	
Kim (2009)	x	x	x	x		x		x	x				x	
McFredries (2008)	x	x	x	x						x				
Nurmi <i>et al.</i> (2008)	x	x	x					x				x		
Vaquero <i>et al.</i> (2009)	x	x			x	x		x		x	x			
Vykoukal <i>et al.</i> (2009)	x	x				x		x					x	
Wang <i>et al.</i> (2008)	x	x	x	x										
Weiss (2007)	x	x	x					x						
Youseff <i>et al.</i> (2008)	x	x			x	x		x		x	x			
<b>Nomeações</b>	<b>16</b>	<b>17</b>	<b>10</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>7</b>	<b>1</b>	<b>14</b>	<b>2</b>	<b>7</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>9</b>	<b>1</b>

Para obter os aspectos mais importantes das várias definições existentes Leimeister *et al.* (2010) e Böhm *et al.* (2011) fazem uma comparação das várias definições que encontraram, como se mostra na tabela 2.

### **2.2 Classificações**

Existem muitas classificações de nuvens de computação na literatura. As classificações mais comuns e amplamente aceites são (Calheiros *et al.*, 2011; Rimal e Eunmi, 2009):

Pela implantação, a computação em nuvem pode ser classificada como privada, pública, mista ou híbrida, comunitárias, federadas e de propósito especial. Privada são aquelas em que apenas os proprietários da computação em nuvem e quem, sendo da mesma organização, é autorizado por eles para poder usá-la. Públicas, são aquelas em que o proprietário permite que possa ser acedido por todos de fora de sua organização desde que o solicitem. A mista é a combinação de ambas, o que significa que apenas uma parte da nuvem que pode ser acedida para alguns utilizadores internos ou externos. Nuvens comunitárias são aquelas que são baseadas em nuvens públicas ou privadas mas que são utilizadas como uma sub-nuvem para os utilizadores que têm as mesmas exigências ou necessidades particulares. Clouds federadas são de propriedade compartilhada por mais de um dono ou organização e que a usam para cada o que cada um necessita. As clouds para fins especiais são nuvens que se estendem com recursos adicionais, como gestão de documentação distribuída ou ferramentas de colaboração.

Por serviços, podem ser classificadas como (Goyal, 2010; Hoefler e Karagiannis, 2010; Rimal *et al.*, 2009):

Infraestrutura como Serviço (IaaS), é um grande conjunto de recursos de baixo nível de computação que são divididas por meio da virtualização e pode ser gerido de forma dinâmica (atribuído e redimensionado) de acordo com as necessidades do utilizador. Plataforma como um Serviço (PaaS), fornecem um nível adicional de abstracção, o utilizador terá um nível de software que será usado para executar, desenvolver e gerir o serviço de acordo com suas necessidades.

Software como Serviço (SaaS), fornecer aplicativos de software finais que podem ser utilizados directamente como os que são instalados localmente.

### 2.3 Características

A Comissão Europeia no "Relatório do Grupo de Peritos" (Schubert, 2010) faz um resumo das características mais comuns da nuvem de computadores dividindo-as em três grupos:

- Aspectos não funcionais - "representam qualidades ou propriedades de um sistema, ao invés de requisitos tecnológicos específicos".
- Considerações económicas - "são uma das principais razões para introduzir sistemas de nuvens em um ambiente de negócios, em primeira instância".
- Aspectos tecnológicos - vêm da oposição de aspectos não-funcionais e económicos e "tipicamente implicam uma realização específica".

Nas tabelas 3 4 5 que se seguem listam-se as características gerais mais comuns na literatura divididas de acordo com os grupos anteriormente referidos.

**Tabela 3. Características não funcionais da cloud computing.**

(Fonte: Própria, baseada em Schubert (2010))

Característica da nuvem de computação	Descrição
Elasticidade	A capacidade que a infra-estrutura básica tem para se adaptar às mudanças. Tais como: A capacidade de se adaptar a quantidade e tamanho dos dados suportados por uma aplicação, o número de utilizadores simultâneos, entre outros.
Confiança	A capacidade de garantir o funcionamento constante do sistema, sem interrupção. Tais como: A capacidade de garantir que não haja perda de dados, nenhum código reset durante a execução, entre outros.
Qualidade de Serviço	A capacidade específica de cumprir os serviços e / ou requisitos de recursos contratados.  Tais como: Métricas básicas mínimas de QoS que devem ser garantidas, como: tempo de resposta, debito, fiabilidade, entre outros.
Agilidade e	A capacidade de os serviços automaticamente e em tempo real,

<b>Característica da nuvem de computação</b>	<b>Descrição</b>
adaptabilidade	reagirem, se adaptarem aos ambientes em mudança, às necessidades de recursos ou necessidades da gestão. Tais como: A capacidade dos serviços administrarem, automaticamente e em tempo real, a quantidade de pedidos diferentes, o tamanho dos recursos, os tipos de recursos, a qualidade diferente de rotas, entre outros.
Disponibilidade	A capacidade de introduzir redundância de serviços de dados e assim as falhas podem ser mascaradas de forma transparente ao utilizador. Tais como: A capacidade de ter tolerância a falhas, sobretudo através da replicação de dados e serviços sendo distribuídos através de diferentes recursos para atingir balanceamento de carga.

**Tabela 4. Características económicas da cloud computing.**

(Fonte: Própria, baseada em Schubert (2010))

<b>Característica da nuvem de computação</b>	<b>Descrição</b>
Redução de custos	Reduzir o custo de manutenção de infra-estrutura e aquisição. Tais como: A rápida adaptação às mudanças de comportamento do consumidor com custo reduzido para manutenção da infra-estrutura e aquisição.
Pagar por utilização	A capacidade para criar custos de acordo com o consumo real de recursos. Tais como: O pagamento por unidade de unidade de tráfego, de dados armazenados numa quantidade de tempo ou a quantidade de dados processados na unidade de tempo.
Melhor tempo para o mercado	A capacidade de fornecer infra-estruturas, potencialmente dedicadas a casos de uso específicos disponibilizando mais funcionalidades essenciais para apoiar de forma fácil o desenvolvimento de produtos e serviços. Reduz-se assim o

Característica da nuvem de computação	Descrição
	tempo de colocação dos produtos ou serviços no mercado. Tais como: Fornecer soluções fáceis e caso adaptado para implementar serviços para o usuário.
Retorno de investimento (ROI)	A comparação do outsourcing de recursos para evitar o aumento da infra-estrutura local face à utilização de tecnologias privadas de nuvem precisa de ser feita e os pontos críticos e de corte identificados para escolher o mais rentável, se houver. Tais como: Realizar estudos de ROI.
Converter CAPEX (despesas de capital) em OPEX (despesas operacionais)	CAPEX é necessário para construir uma infra-estrutura local mas, com a passagem dos recursos computacionais para sistemas de nuvem de terceiros adaptável às necessidades e escalável, a empresa vai realmente gastar OPEX para o aprovisionamento das suas capacidades, uma vez que irá adquirir e utilizar os recursos de acordo com a necessidade operacional. Tais como: O custo-benefício real nem sempre é claro, pelo que é necessário estudar qual é a mais benéfica das várias propostas.
“Going Green”	Capacidade de adaptação dos recursos às necessidades com ajuste do consumo energético e emissões de carbono, o que é exactamente o necessário. Tais como: redução significativa do consumo de energia e pegada de carbono devido ao melhor controlo e ajustamento automático, aumentando ou diminuindo os recursos.

**Tabela 5. Características tecnológicas da cloud computing.**

(Fonte: Própria, baseada em Schubert (2010))

<b>Característica da nuvem de computação</b>	<b>Descrição</b>
Virtualização	Camada de abstracção tecnológica que esconde complexos sistemas técnicos do usuário e oferece flexibilidade adicional. Ela permite: Facilidade de uso: esconde a infra-estrutura, facilitando o desenvolvimento de novas aplicações e um melhor controlo das acções de gestão do sistema. Independência da Infra-estrutura: maior interoperacionalidade, tornando a plataforma independente do código. Flexibilidade e adaptabilidade: a virtualização da infra-estrutura subjacente pode mudar mais facilmente de acordo com condições e requisitos diferentes. Independência da localização: O acesso aos serviços é independente do usuário ou da localização do recurso.
Vários inquilinos	É a propriedade em que o mesmo recurso, em local desconhecido, pode ser atribuído a vários usuários, possivelmente ao mesmo tempo e está disponível em várias instâncias isoladas. Tais como: bancos de dados que são alterados simultaneamente, mas que se mantêm em inquilinos isolados.
Segurança, privacidade e conformidade	A segurança é um processo ou conjunto de etapas que ajudam a evitar que os dados sejam vistos ou acedidos por pessoas ou sistemas não autorizados. A privacidade muitas vezes é vista como um aspecto da segurança. A conformidade é o cumprimento dos regulamentados, leis ou regras estabelecidas.
Gestão de Dados	Propriedade que garante que todos os dados são processados de forma flexível e distribuídos através de vários recursos. Assegura a consciência, coerência de dados de localização, latências, carga de trabalho, escalabilidade horizontal e vertical e outros aspectos. Tais como: Estando os dados a serem

Característica da nuvem de computação	Descrição
	alterados constantemente o sistema deve ajustar automaticamente o espaço necessário com os recursos para essas necessidades e garantir que ele é consistente e isolado.
APIs e / ou melhorias de programação	As ferramentas oferecidas para explorar as características da nuvem. Tais como: características do ambiente que são fornecidas de uma forma que permite que o utilizador deixar a gestão automática para o sistema.
Medição	Qualquer tipo de medição que permita oferecer preços elásticos, cobrança e facturação de recursos ou serviços elásticos.
Ferramentas	Programas ou add-ons que podem ser usados para apoiar o desenvolvimento e a adaptação ao uso.

Este não é um conjunto completo e extensivo de características, mas mostra os mais comuns que são referidos na literatura estudada.

#### 2.4 Metodologias de avaliação e selecção

Zardari e Bahsoon (2011) propõem que a escolha de serviços de cloud computing seja feita de acordo com a nova metodologia GORE (Goal Oriented Requirements Engineering). Justifica essa proposta por ser um paradigma promissor que tem em conta objectivos genéricos e flexíveis baseados nas opiniões das necessidades dos utilizadores os quais podem ser redefinidos, elaborados e negociados de modo a mitigar os riscos e a ter em consideração a análise económica. No entanto, também reconhece que esta abordagem ainda é muito recente faltando ainda alguma investigação e aplicação.

Por oposição, as metodologias mais investigadas e utilizadas enquadram-se todas no âmbito das actividades de TDMC (Tomada de Decisão Multi-Critério) que têm os seguintes passos (Godse e Mulik, 2009; Triantaphyllou *et al*, 1998):

- Seleccionar e chegar a acordo sobre o conjunto de atributos que o produto escolhido deve ter.

## Sistema de Avaliação de Serviços de Cloud Computing

---

- Fazer uma avaliação, resultando daí um valor que representa a importância desse atributo para atingir os requisitos finais e seus objectivos.
- Fazer uma outra avaliação, resultando desta um valor que represente o quanto esse atributo do produto se encaixa nos requisitos dos utilizadores e nos objectivos.
- Ordenar e escolher os produtos com base em quanto cada produto se adequa às necessidades do utilizador.

Embora todas as abordagens baseadas em TDMC tenham em comum estes passos as formas como são feitas as abordagens aos problemas e os seus contextos resultam em resultados bastante diferentes, assim, deve-se ter sempre em atenção no início se a abordagem faz sentido e está adequada ao problema e ao seu contexto (Lopes e Carlos, 2011).

Os métodos mais comuns tendo como base o TDMC são:

- ELECTRE (Elimination and Choice Translating Reality) (Roy, 1968);
- TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution) (Hwang e Yoon, 1981);
- AHP (Analytic Hierarchy Process) (Saaty, 1990);
- WSM (Weighted Score Method) (Saaty, 1990);
- EVM (Expected Value Method) (Vries, 1992);
- SAW (Simple Additive Weighting) (Zanakis *et al.*, 1998);
- MAUT (Multi Attribute Utility Theory) (Keeney e Raiffa, 1993);
- MACBETH (Measuring Attractiveness by a Categorical Based Evaluation Technique) (Costa e Vansnick, 1994);
- ANP (Analytic Network Process) (Saaty, 1996);
- MADMAC (Multiple Attribute Decision Methodology for Adoption of Clouds) (Saripalli e Pingali, 2011).

Salomon e Montevechi (2001) analisaram o ELECTRE, TOPSIS, AHP, MACBETH e ANP e concluíram todos terem vantagens e inconvenientes, dependendo o resultado mais uma vez do tipo de problema e do contexto de aplicação.

Zanakis *et al.* (1998) analisou também o ELECTRE, TOPSIS, AHP, SAW e outros menos conhecidos, afirmando que todos os métodos de TDMC estudados têm

problemas idênticos sendo alguns dos problemas mais evidentes em uns métodos que noutros.

Yazdani-Chamzini (2012) comparou numa aplicação prática os métodos AHP e TOPSIS chegando à conclusão que o primeiro é de muito mais fácil aplicação e mais motivador em relação ao segundo.

Jadhav e Sonar (2008) na análise que fez descobriu que:

- O AHP é o mais utilizado na avaliação de software.
- Existe uma grande falta de criterios comuns para avaliação de software.
- Existe uma notoria falta de frameworks de avaliação de software abrangendo a metodologia de selecção, técnicas de avaliação, avaliação de criterios e sistemas de apoio à decisão na escolha de software.

De acordo com um estudo de Salomon e Shimizu (2006) o AHP e o MACBETH são os métodos mais utilizados na resolução de problemas práticos. No entanto quando os problemas envolvem a adequação de produtos às necessidades dos seus utilizadores os mais utilizados são o AHP e o WSM (Mohamed, 2007; Ibrahim *et al.*, 2011).

Neubauer e Stummer (2007) também refere que o AHP e o WSM são os que normalmente se utilizam para avaliação de software.

Zanakis *et al.* (1998) e Triantaphyllou e Mann (1989) utilizaram o WSM como referencia para os seus trabalhos de comparação de métodos de MDCM com o argumento de que é o método mais utilizado na prática pelos utilizadores comuns por ser de simples e rápida aplicação alem de ser também descrito pelos mesmos autores com sendo o método que dá os melhores resultados para a maior parte dos problemas de uma única dimensão.

Como um dos objectivos desta dissertação é propor o método de mais simples aplicação prática o WSM surge como sendo um bom candidato desse ponto de vista.

No entanto Kontio (1995) e Ncube e Dean (2002) referem que este método tem algumas limitações a ter em conta:

- Os resultados são representados por números reais, o que poderá levar a que seja interpretado erradamente como sendo diferenças reais entre as alternativas existentes;

## **Sistema de Avaliação de Serviços de Cloud Computing**

---

- Dificuldade de atribuição dos pesos quando se tem um grande número de critérios. Esta dificuldade decorre da complexidade de atribuir dependências entre os vários critérios;
- A consolidação dos resultados de avaliação numa única pontuação pode ser enganadora, porque uma pontuação alta num determinado atributo poderá esconder uma pontuação baixa noutra.

O método WSM (Saaty, 1990) tem três passos principais:

- A meta ou objectivo a atingir.
- Os critérios para avaliação da decisão que se pretende fazer.
- As várias alternativas possíveis e as suas correspondentes características a avaliar.

O primeiro passo deste método passa por se definir que objectivo ou meta é que se pretende atingir. Este deve ser o mais elementar, claro e simples possível.

O segundo passo é determinar os critérios que as soluções a avaliar devem cumprir para se atingir a meta ou objectivo.

No terceiro passo é necessário atribuir um peso correspondente à importância de cada critério de modo a que o que mais contribui para o objectivo ou meta seja o mais valorizado.

Para estes dois últimos passos é necessário ter vista onde se pretende chegar (meta ou objectivo), pois só assim é que se consegue determinar que factores de escolha ou critérios são relevantes e em que medida é que eles contribuem para se conseguir atingir o objectivo.

O quarto passo consiste em analisar quais são as alternativas possíveis como soluções e respectivas características de cada uma.

No quinto passo para cada alternativa atribuem-se pontuações às suas características de modo a que a característica mais relevante tenha a maior pontuação e a de menor relevância o menor. As pontuações são dadas na perspectiva de quanto cada característica de uma alternativa se adequa aos critérios pretendidos.

No penúltimo passo calcula-se a adequabilidade global de cada alternativa com base na seguinte fórmula:

$$Pontuação_{global\ k} = \sum_{i=1}^n ( peso_i \times pontuação_{ki} ) \quad \text{com } k=1,2,\dots, m$$

Em que “i” representa o peso dado a cada critério, “k” a pontuação da alternativa em calculo, “n” é o numero total de critérios e “m” o numero total de alternativas em comparação.

No sétimo e último passo temos que comparar os valores de pontuação global de cada alternativa sendo o maior deles a melhor solução para atingir o objectivo ou meta. No entanto é importante não tentar tirar conclusões sobre as pontuações relativas pois as diferenças entre as pontuações finais não indicam a superioridade relativa entre as várias alternativas.

Este método é facilmente apresentado numa tabela como se mostra de seguida (tabela 6).

**Tabela 6. Exemplo geral de apresentação dos resultados do método WSM em tabela.**

(Fonte: Própria baseada em Triantaphyllou e Mann (1989) e Saaty (1990))

Critérios de avaliação		Alternativas		
Critérios	Pesos	Alternativa 1	...	Alternativa m
Critério 1	Peso 1	Pontuação 11	...	Pontuação m1
...	...	...	...	...
Critério n	Peso n	Pontuação 1n	...	Pontuação mn
<b>Pontuação total</b>		$Pt_1 = \sum_{i=1}^n Peso_i \cdot Pontuação_{1i}$	...	$Pt_m = \sum_{i=1}^n Peso_i \cdot Pontuação_{mi}$

### 2.5 Atributos de avaliação

Os factores de avaliação propostos pelo MADMAC (Multiple Attribute Decision Methodology for Adoption of Clouds) (Saripalli e Pingali, 2011) são os que constam da tabela 7.

Tabela 7. Atributos de comparação sugeridos pelo MADMAC.

(Fonte: Própria baseado em Saripalli e Pingali (2011))

1. Adequação 1.1. Funcionalidade 1.2. Compatibilidade com legados. 1.3. Qualidade da Rede 1.3.1. Latência 1.3.2. Largura de banda	4. Usabilidade 4.1. Tempo de lançamento de aplicações. 4.2. Agilidade gráfica 4.3. Simplicidade
2. Valor Económico 2.1. Custo de Capital 2.2. Custo operacional 2.3. ROI 2.4. ROEI	5. Confiança 5.1. Elasticidade 5.2. Garantia de disponibilidade 5.3. Recuperação de desastres 5.4. Observância 5.5. Fiabilidade
3. Controlo 3.1. Integração 3.2. Gestão 3.2.1. Facilidade de monitorização 3.2.2. Autonomia 3.2.3. Adaptabilidade (API)	6. Segurança 6.1. Confidencialidade 6.2. Integridade 6.3. Disponibilidade do sistema 6.4. Auditabilidade 6.5. Multi-inquilino Confiança

Misra e Mondal (2011) referem que é necessário ter em conta também critérios como o “Green IT”, ROI, nível de satisfação dos clientes, tempo de lançamento de aplicações e recuperação de falhas.

Por outro lado Godse *et al* (2009) ao fazerem uma avaliação baseada na metodologia AHP sugerem também os atributos que devem ser considerados para escolher um SaaS para SFA (Sales Force Automation), os quais são listados na tabela 8.

Ao analisar esta tabela constata-se que muitos dos atributos são específicos para o tipo de serviço que se está a escolher, neste caso uma aplicação de SFA.

**Tabela 8: Atributos para escolha de um SaaS para SFA (Sales Force Automation).**

(Fonte: Própria baseado em Godse *et al.* (2009))

<p>1. Funcionalidade:</p> <p>1.1. Contactos e gestão de actividade.</p> <p>1.2. Gestão de oportunidades.</p> <p>1.3. Gestão da performance de vendas.</p> <p>1.4. Relatórios de vendas.</p>	<p>4. Reputação do fornecedor:</p> <p>4.1. Número de clientes/utilizadores do serviço SaaS.</p> <p>4.2. Valor da marca no mercado.</p>
<p>2. Arquitectura dos sistemas:</p> <p>2.1. Integração.</p> <p>2.2. Escalabilidade.</p> <p>2.3. Disponibilidade do sistema.</p> <p>2.4. Segurança.</p>	<p>5. Custos:</p> <p>5.1. Pagamentos anuais.</p> <p>5.2. Investimentos iniciais.</p>
<p>3. Usabilidade:</p> <p>3.1. Interface do utilizador.</p> <p>3.2. Ajuda e suporte técnico.</p> <p>3.3. Suporte para equipamento móvel.</p> <p>3.4. Suporte de trabalho em “off-line”.</p>	

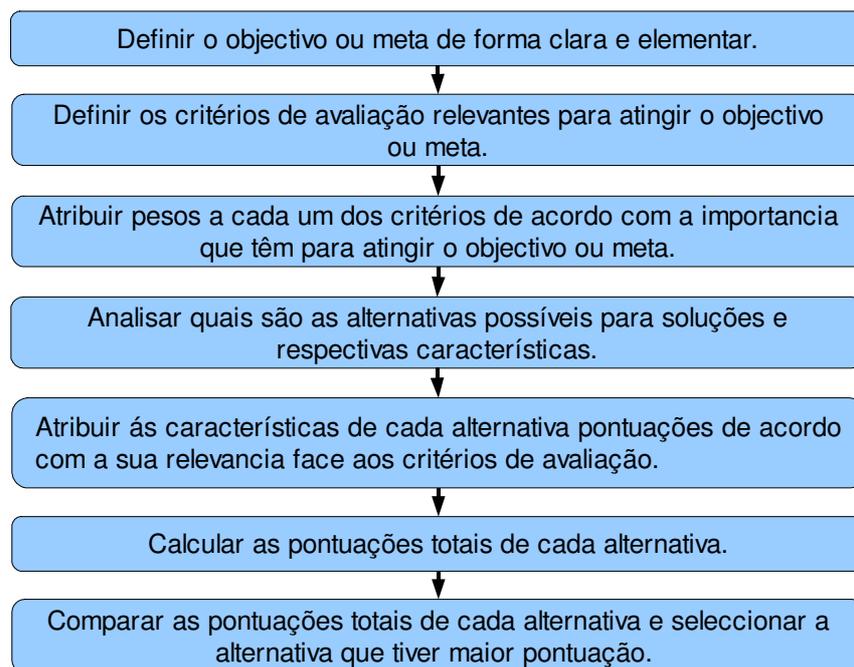
## 2.6 Síntese

Não existe nenhum método que seja considerado na literatura como o mais adequado para ser utilizado em TDMC pois todos dependem em maior ou menor grau do tipo de problema que se pretende resolver e do ambiente em que ele existe. No entanto o WSM tendo também as limitações comuns a outros métodos surge como o de mais simples aplicação e ao mesmo tempo um dos que é mais utilizado na resolução prática de problemas.

O processo de aplicação do WSM pode ser sintetizado de acordo com a figura 3.

## Sistema de Avaliação de Serviços de Cloud Computing

---



**Figura 3: Processo de aplicação do WSM.**

**(Fonte: Própria baseado em Saaty (1990))**

Relativamente aos critérios de avaliação, devem-se ter em conta os aspectos gerais de qualquer cloud computing mas também os específicos à utilização que se pretende fazer de cada serviço.

## 3. Proposta conceptual da Framework

A framework baseia-se em dois pilares fundamentais: os atributos de avaliação e o processo de aplicação.

### 3.1 Atributos de avaliação

Os factores de análise propostos pelo MADMAC (Multiple Attribute Decision Methodology for Adoption of Clouds) (Saripalli e Pingali (2011)) e por Godse *et al* (2009) já sugerem os atributos que devem ser considerados para escolher os serviços de nuvens computacionais. A essa sugestão proponho outros para fazer um conjunto mais completo. Este pode ser considerado como um conjunto inicial de atributos gerais. A esta lista, ainda podem ser adicionados mais atributos que os utilizadores considerem necessárias para cada caso particular. Esta etapa deve ser cuidadosamente examinada para ver se os novos atributos não estão parcial ou totalmente cobertos pelos atributos já existentes. Atributos que se sobrepõem levam a avaliações que podem ficar mais demoradas e confusas além de dar erros nos resultados das classificações finais devido a se avaliar em duplicado o que na realidade é o mesmo atributo. Na tabela 9 são sugeridos os atributos a usar na avaliação. Estes são baseados nos critérios expostos anteriormente na revisão da literatura e complementados com itens das tabelas características, como o "Converter CAPEX em OPEX", "Going Green" e "Qualidade de Serviço".

**Tabela 9. Atributos de comparação sugeridos.**

(Fonte: Própria baseado em Saripalli e Pingali (2011),  
Godse *et al.* (2009) e Schubert (2010))

1. Adequação 1.1. Funcionalidade 1.2. Compatibilidade com legados. 1.3. Qualidade da Rede 1.3.1. Latência 1.3.2. Largura de banda	4. Usabilidade 4.1. Tempo de lançamento de aplicações. 4.2. Agilidade gráfica 4.3. Simplicidade
2. Valor Económico 2.1. Custo de Capital 2.2. Custo operacional 2.3. ROI 2.4. ROEI 2.5. Converter CAPEX em OPEX 2.6. "Going Green"	5. Confiança 5.1. Elasticidade 5.2. Garantia de disponibilidade 5.3. Recuperação de desastres 5.4. Observância 5.5. Fiabilidade 5.6. Qualidade de serviço
3. Controlo 3.1. Integração 3.2. Gestão 3.2.1. Facilidade de monitorização 3.2.2. Autonomia 3.2.3. Adaptabilidade (API) 3.2.4. Serviço de Help Desk	6. Segurança 6.1. Confidencialidade 6.2. Integridade 6.3. Disponibilidade do sistema 6.4. Auditabilidade 6.5. Multi-inquilino Confiança

Incluiu-se os atributos "Converter CAPEX em OPEX", "Ser Verde" e "Qualidade de Serviço" devido a, o primeiro estar relacionado com uma avaliação de uma vantagem económica que não é avaliado nos outros atributos, o segundo, medir as garantias dadas no contrato, pelo prestador de serviços, de que o serviço oferecido será cumprido com os requisitos mínimos acordados. A inclusão do atributo "Ser Verde" resulta da "pegada de carbono" e da pressão da consciência ambiental na sociedade. Os clientes das organizações e governos estão cada vez mais a tomar em atenção as iniciativas nesta área, por isso ter um processo que leve em consideração esta questão é uma boa decisão estratégica e um importante factor de decisão adicional que pode

fazer a diferença no caso da escolha de serviços muito semelhantes. Para evitar a sobreposição com o "Custo operacional" (na parte que respeita ao custo do consumo de energia) e "Conformidade" (relativamente à legislação ambiental) este atributo deve ser clarificado. Neste caso, a intenção do atributo é de avaliar os processos, estratégias, esforços e compromissos dos fornecedores de serviços em nuvem computacional para fornecer serviços que garantam o menor impacto ambiental possível.

### **3.2 Passos e técnicas da solução proposta**

A avaliação é feita por pessoas especialistas e pelos stakeholders de acordo com um processo.

Os especialistas têm que conhecer muito bem, a nível técnico e ao nível das suas funcionalidades, todos os serviços de cloud computing existentes no mercado.

Os stakeholders são pessoas que directa ou indirectamente são responsáveis, afectas ou interessadas no processo e que sabem as necessidades da organização e os seus objectivos estratégicos (Mitchell *et al.*, 1997). Essas pessoas não precisam de ser de dentro da organização.

Os especialistas devem decidir o conjunto mais adequado de produtos a avaliar de acordo com sua experiência e o resultado das metas definidas em conjunto com os stakeholders (Zardari e Bahsoon, 2011). Esta é apenas uma selecção prévia, que só deve ter como objectivo obter todos os serviços que podem alcançar as principais metas definidas pelos stakeholders. Por exemplo, se for necessário um serviço de Office, devem ser seleccionados todos os serviços que tenham essa funcionalidade, mesmo que tenham apenas uma parte da funcionalidade ou que tenham outras e apenas uma parte dela seja necessária, devem ser incluídos nesta primeira selecção.

Este passo serve apenas para filtrar e retirar do processo todos os serviços que à priori não têm um mínimo de características para satisfazer as necessidades dos stakeholders. No caso do exemplo referido seria um absurdo, um desperdício de tempo e de recursos incluir no processo de selecção outros serviços que não têm as mínimas características funcionais necessárias de um serviço de Office. O número de especialistas necessários baseia-se na importância da precisão e da

## **Sistema de Avaliação de Serviços de Cloud Computing**

---

necessidade de independência dos resultados versus os custos e os recursos necessários para fazer a avaliação (Hwang e Salvendy, 2010).

Todas as pessoas envolvidas devem ter experimentado todas as propostas de serviços a avaliar. A maioria dos serviços em nuvem permite que os utilizadores a experimentem livremente antes de o adoptar. Idealmente, uma pesquisa também pode ser feita para fornecer alguma informação adicional, este trabalho pode ser feito pelos especialistas, tendo em mente obter e disponibilizar as informações que sejam mais independentes e que tenham maior suporte científico.

Para cada pessoa envolvida deve ser feito um inquérito em matriz, a fim de se avaliarem todos os atributos que se considerarem importantes.

As avaliações são feitas de acordo com escala de Likert (Edwards e Kenney, 1946; Likert Scaling, 2006; Maurer e Pierce, 1998) com cinco opções de decisão (Matell e Jacoby, 1972):

- 1 - Sem importância.
- 2 - Pouco importante.
- 3 - Importância média.
- 4 - Importante.
- 5 - Muito importante.

Para cada um dos serviços em avaliação os especialistas devem fazer as avaliações a fim de responder à pergunta: Atendendo à execução e características técnicas, que peso tem este atributo para se atingirem os objectivos dos stakeholders?

Por outro lado, os stakeholders devem avaliar a importância e o peso relativo de cada atributo. Eles devem responder à pergunta: Que importância tem este atributo para satisfazer meus objectivos operacionais e estratégicos?

A primeira avaliação é vista do lado da execução técnica e o segundo a partir do ponto de vista operacional e estratégico.

Para obter a classificação final do serviço é feita uma matriz final.

As avaliações individuais são unidas em duas partes da matriz final: um mostra os resultados médios da avaliação dos peritos para cada serviço e a outra os resultados médios da avaliação dos stakeholders.

Para obter a classificação final utiliza-se a seguinte expressão que nos dá o resultado final para cada um dos serviços  $j$  :

$$A_j = \sum \bar{S}_i \cdot \bar{E}_{ij}$$

$A_j$  - Pontuação final para o serviço j;

$\bar{E}_{ij}$  - Avaliação média dos especialistas para o serviço j relativamente ao atributo I;

$\bar{S}_i$  - Avaliação média dos stakeholders para o atributo I;

Depois de comparar todos os valores  $A_j$ , o maior, corresponde ao serviço que melhor se ajusta aos objectivos da organização.

Finalmente deverá ser feita uma análise crítica para se averiguar se existem ou não vícios de avaliação e se a solução escolhida é suficientemente boa para ser implementada. De lembrar que esta framework só nos indica que, de todas as opções que estão em avaliação, o produto seleccionado é o mais indicado para atingir o objectivo. No entanto, não dá garantias de que seja suficientemente bom para que esse objectivo seja atingido.

A figura 4 sumariza o processo de aplicação proposto.

## Sistema de Avaliação de Serviços de Cloud Computing



Figura 4: Processo de aplicação proposto. (Fonte: Própria)

## **4 . Aplicação da abordagem proposta**

Para validar e obter opiniões sobre esta abordagem foi feito um cenário empírico que é aqui apresentado.

### **4.1 Enquadramento do cenário empírico**

A abordagem proposta foi aplicada numa pequena empresa de multimédia onde trabalham 6 pessoas. Os seus negócios vão desde a preparação final de filmes para gravação em DVD nas fábricas de gravação, fazendo os ecrãs de início, das introduções e extras. Faz a também a conversão de formato de filmes, sites, e projectos auxiliados por computador para desenvolver e implementar quiosques de comércio e ambientes virtuais para serem usadas em eventos.

Esta empresa está a utilizar software Office proprietário, que tem custos associados em licenças e hardware, mas permite uma aceitável colaboração e interacção entre os utilizadores, entre todos os módulos de software existentes na empresa, nos clientes e nos fornecedores. De notar que o software Office é usado como ferramenta de suporte ao negócio, mas não é usado como software de produção.

O proprietário da empresa e também responsável por toda a área de TI dentro da empresa. Neste caso será o único stakeholder.

### **4.2 Aplicação da metodologia**

#### **4.2.1 Selecção dos especialistas (passo 1)**

Foram seleccionados pelo stakeholder 12 especialistas. Todos os especialistas trabalham na área de TI e estudaram ou têm conhecimentos sobre cloud computing devido à sua actividade profissional, sendo que 10 frequentam o Curso de Mestrado em Engenharia Informática (ISCTE-IUL) e 2 o de Mestrado de Software de Código Aberto (ISCTE-IUL).

### **4.2.2 Levantamento do problema e definição de objectivos (passo 2)**

Neste passo os especialistas em reunião com o stakeholder foram informados das características da empresa e o que é pretendido deles. Em conjunto estabelecem o objectivo pretendido.

O principal objetivo, desta empresa, em ir para a computação em nuvem é reduzir os custos de licenças. Como objectivo secundário pretende-se ter uma melhor colaboração com fornecedores e clientes evitando problemas de escalabilidade e compatibilidade e ao mesmo tempo promover a mobilidade.

### **4.2.3 Escolha inicial de serviços de Office na cloud (passo 3)**

Baseando-se nos objectivos da empresa os especialistas seleccionaram os seguintes serviços de Office existentes no mercado: Zoho Docs (Make Your Business Do More Online, 2012), Google Docs (Docs – Google Apps., 2012) e Microsoft Office 365 (Office Online Services - Hosted in the Cloud - Microsoft Office 365, 2012).

Na verdade a escolha poderia e deveria ser estendida a outros produtos existentes com características Office, no entanto o desconhecimento do seu funcionamento e a inexistência de pessoas com conhecimentos suficientes para fazer uma avaliação independente e rigorosa fez com que apenas fossem escolhidos os mais conhecidos do mercado. Por outro lado, e embora à partida essa exclusão de produtos com potencialidades de serem avaliados possa ser considerada uma falha grave da framework que se está a testar, a verdade é que se pode considerar que o mercado faz uma primeira escolha de produtos, em que os que têm mais e melhores características do ponto de vista do cliente/utilizador são mais utilizados e conhecidos. Assim, pode-se argumentar que se estão a excluir os produtos que devido à sua falta de quantidade e qualidade de características o mercado ainda não reconheceu como sendo credíveis e merecedoras de confiança para serem aceites para avaliação.

### **4.2.4 Formação, informação e experimentação (passo 4)**

Esta fase é essencial para que principalmente os stakeholders obtenham toda a informação e experiencia possível de modo a puderem fazer uma avaliação correcta nos passos seguintes. Embora este passo seja menos importante para os especialistas, pois estes já devem ter conhecimento e experiencia sobre os produtos, o nível de

conhecimento poderá não ser igual para todos por isso é conveniente que este passo seja feito em conjunto por todos os intervenientes no processo da framework.

Neste caso todos experimentaram as versões gratuitas de cada um dos produtos e obtiveram informações das experiências de cada um bem como as que são disponibilizadas nos sites dos fornecedores dos serviços.

#### **4.2.5 Definição dos atributos de avaliação (passo 5)**

Neste 5º passo foram seleccionados todos os critérios da lista de critérios propostos (tabela 9). Não tendo existido nenhuma proposta adicionar qualquer outro.

#### **4.2.6 Elaboração e realização das avaliações (passos 6, 7, 8 e 9)**

Foram realizados dois questionários em Google Docs (Docs – Google Apps., 2012) com perguntas relativas a cada um dos atributos de avaliação tendo no entanto perspectivas diferentes como o proposto em 3.2.. Assim, a avaliação destinada aos especialistas é vista do lado da execução técnica dos produtos e a destinada ao stakeholder vista do lado operacional e estratégico da empresa.

Nos questionários apenas os atributos de nível mais baixo são avaliados porque os de menor nível são componentes dos níveis mais altos.

Cada atributo tinha uma breve explicação no questionário. No entanto, também foram facultadas informações e dadas explicações sobre a interpretação que se deveria dar a cada atributo, antes e durante a resposta aos questionários.

A figura 5 mostra a parte inicial do questionário entregue ao stakeholder.

### Avaliação da importância das características dos serviços de "Cloud Computing"

Este questionário serve para elaborar um estudo que pretende testar um conjunto de parâmetros a utilizar na comparação de serviços de "Cloud Computing" que possam disponibilizar serviços Office.

Na qualidade de responsável avalie na seguinte escala:

- 1- Sem importância.
- 2- Pouco importante.
- 3- Importância média.
- 4- Importante.
- 5- Muito importante.

a importância de cada uma das características descritas na escolha de um serviço de Office em Cloud Computing.

**\* Required**

#### Adequabilidade \*

Estabelece em que medida os seguintes fatores são importantes para se considerar que um serviço está preparado para responder às necessidades dos utilizadores.

	1	2	3	4	5
Funcionalidades disponíveis	<input type="radio"/>				
Compatibilidade com outros formatos já existentes	<input type="radio"/>				
Qualidade de ligação: Latência (tempo de resposta)	<input type="radio"/>				
Qualidade de ligação: Largura de banda	<input type="radio"/>				

#### Valor Económico e Estratégico \*

Estabelece em que medida os seguintes fatores económicos e estratégicos podem influenciar na escolha de um serviço.

	1	2	3	4	5
Custo de investimento	<input type="radio"/>				
Custo operacional	<input type="radio"/>				
ROI (Retorno do investimento)	<input type="radio"/>				
ROEI (Retorno do investimento já existente)	<input type="radio"/>				
Converter CAPEX em OPEX	<input type="radio"/>				
"Ser Verde" (Nível de consumo de energia e pegada de carbono)	<input type="radio"/>				
Rapidez com que é possível a implementação do serviço	<input type="radio"/>				

**Figura 5: Parte inicial do questionário entregue ao stakeholder.**

**(Fonte: Própria)**

A figura 6 mostra a parte final do questionário entregue ao stakeholder que consiste numa pergunta aberta facultativa.



The image shows a web-based questionnaire interface. At the top, the heading "Outros fatores" is displayed. Below it, a text prompt asks the user to mention other factors of choice that were not previously mentioned or included, and to evaluate their importance. A large, empty text input area is provided for the user's response. At the bottom of the form, there is a "Submit" button. Below the button, the text "Powered by Google Docs" is visible, along with three links: "Report Abuse", "Terms of Service", and "Additional Terms". The entire form is set against a dark blue background.

**Figura 6: Parte final do questionário entregue ao stakeholder.**

**(Fonte: Própria)**

A figura 7 mostra a parte inicial do questionário entregue aos especialistas.

**Avaliação da importância das características de serviços específicos de "Cloud Computing"**

Este questionário serve para elaborar um estudo que pretende testar a importância relativa de um conjunto de características a utilizar na comparação de serviços de "Cloud Computing" específicos que disponibilizam serviços de Office. São eles:

- » Zoho [ <http://www.zoho.com/> ]
- » Google Apps [ <http://www.google.com/apps/intl/en/business/index.html> ]
- » MS Office 365 [ [http://www.microsoft.com/pt-pt/office365/free-office365-trial.aspx?WT\\_srch=1&WT\\_mc\\_id=PS\\_google\\_Brand\\_office%20365\\_Text&gclid=CPu9oujdsK4CFQ8MfAodSi6\\_Rg](http://www.microsoft.com/pt-pt/office365/free-office365-trial.aspx?WT_srch=1&WT_mc_id=PS_google_Brand_office%20365_Text&gclid=CPu9oujdsK4CFQ8MfAodSi6_Rg) ]

Na qualidade de especialista avalie na seguinte escala:

- 1- Sem importância.
- 2- Pouco importante.
- 3- Importância média.
- 4- Importante.
- 5- Muito importante.

a importância que acha correta para cada uma das características relativamente a cada um dos serviços referidos.

Agradeço desde já a sua colaboração neste estudo.

**\* Required**

**Adequabilidade » Funcionalidades disponíveis [Zoho] \***

Adequabilidade: estabelece em que medida os seguintes fatores são importantes para se considerar que um serviço está preparado para responder às necessidades dos utilizadores.

1   2   3   4   5

Zoho              

**Adequabilidade » Funcionalidades disponíveis [Google apps] \***

Adequabilidade: estabelece em que medida os seguintes fatores são importantes para se considerar que um serviço está preparado para responder às necessidades dos utilizadores.

1   2   3   4   5

Google apps              

**Adequabilidade » Funcionalidades disponíveis [MS Office 365] \***

Adequabilidade: estabelece em que medida os seguintes fatores são importantes para se considerar que um serviço está preparado para responder às necessidades dos utilizadores.

1   2   3   4   5

MS Office 365              

**Figura 7: Parte inicial do questionário entregue aos especialistas.**

**(Fonte: Própria)**

A figura 8 mostra a parte final do questionário entregue aos especialistas que consiste também numa pergunta aberta facultativa agora direccionada para este grupo de pessoas .



**Outros fatores**

Mencione outros factores de escolha que considere não estarem mencionados ou englobados anteriormente e avalie a sua importancia para cada um dos serviços.

Powered by [Google Docs](#)

[Report Abuse](#) - [Terms of Service](#) - [Additional Terms](#)

**Figura 8: Parte final do questionário entregue aos especialistas.**

**(Fonte: Própria)**

#### **4.2.7 Calculo das pontuações e selecção do melhor serviço**

**(passos 10 e 11)**

Os resultados da avaliação para este caso são apresentados na tabela 10.

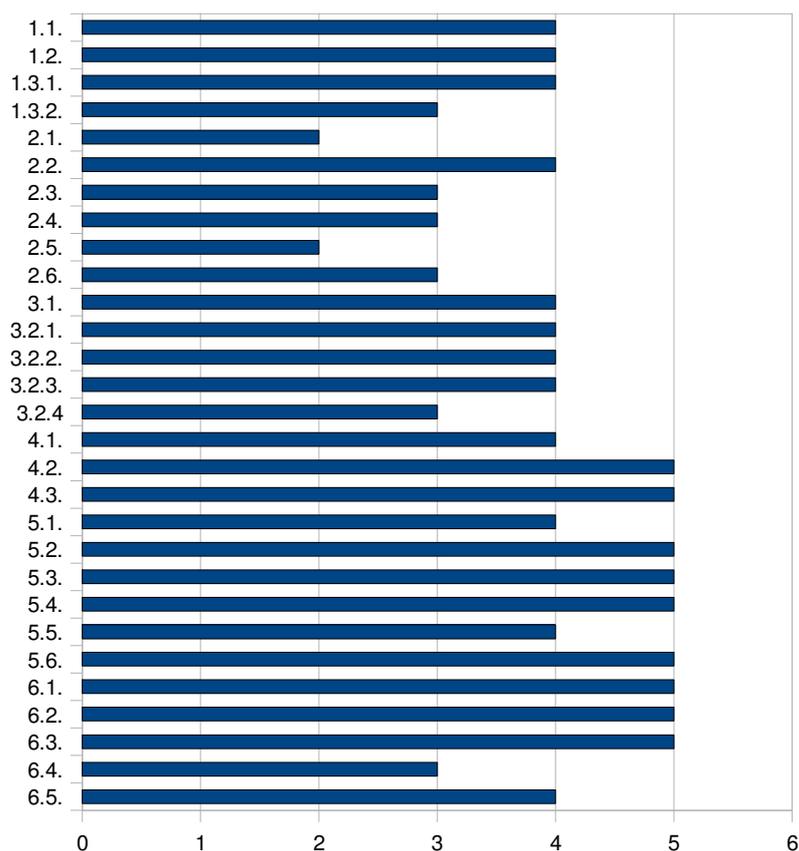
Tabela 10. Avaliação prática de serviços de Office em cloud computing. (Fonte: Própria).

Atributo	$\bar{S}_i$	1 » Zoho Docs $\bar{E}_{i1}$	2 » Google Docs $\bar{E}_{i2}$	3 » Microsoft Office 365 $\bar{E}_{i3}$
1.1.	4	2,8	4,3	3,5
1.2.	4	3,3	4,5	3,8
1.3.1.	4	3,2	4,4	3,6
1.3.2.	3	4,0	4,3	4,1
2.1.	2	3,3	3,1	3,2
2.2.	4	3,3	3,1	2,8
2.3.	3	4,0	3,8	3,3
2.4.	3	4,0	3,8	3,7
2.5.	2	3,5	3,4	3,3
2.6.	3	3,6	3,6	3,4
3.1.	4	3,3	4,3	3,8
3.2.1.	4	2,8	4,2	3,8
3.2.2.	4	3,1	4,4	3,8
3.2.3.	4	3,0	3,7	3,7
3.2.4.	3	3,0	4,1	3,8
4.1.	4	3,0	4,0	3,7
4.2.	5	3,0	4,4	4,0
4.3.	5	3,2	4,8	4,0
5.1.	4	3,0	3,8	3,4
5.2.	5	3,3	4,6	4,1
5.3.	5	3,0	4,1	3,9
5.4.	5	3,0	3,6	3,6
5.5.	4	2,8	4,7	3,8
5.6.	5	2,9	4,3	3,9
6.1.	5	3,2	4,4	3,9
6.2.	5	3,1	4,4	4,1
6.3.	5	3,3	4,4	3,1
6.4.	3	2,6	3,6	3,0
6.5.	4	2,7	3,5	3,4
$A_j$	--	10614,5	<b>13524</b>	12132,5

$\bar{S}_i$  - Média da avaliação de importância de cada atributo i por parte dos stakeholders;  $\bar{E}_{ij}$  - Média da avaliação dos especialistas relativamente à adequação do serviço j ao atributo i ;  $A_j$  - Pontuação final do serviço j.

Nesta aplicação prática o serviço Google Docs (Docs – Google Apps., 2012) tem a maior pontuação. Deve ser por isso este o serviço a ser implementado.

Na figura 9 pode-se ver melhor e fazer uma comparação sobre a importância dos atributos para a organização.

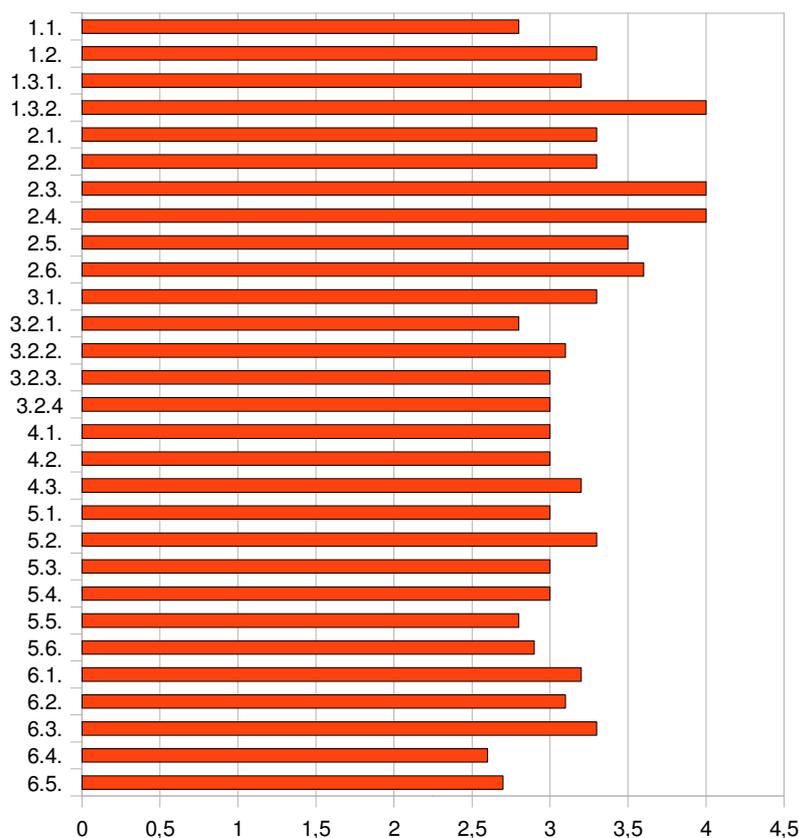


**Figura 9: Avaliação da importância dos atributos para a empresa.**

**(Fonte: Própria)**

Constata-se que foi dada muita importância aos aspectos relativos à usabilidade, confiança e segurança. No entanto era de esperar que os custos também fosse um dos pontos importantes. Percebeu-se mais tarde em conversa com o stakeholder que essa já não teria uma importância tão elevada na escolha da solução de cloud computing, por o mercado impor preços semelhantes, tendo sido mais importante apenas na tomada de decisão para obtenção de uma alternativa ao pagamento de licenças.

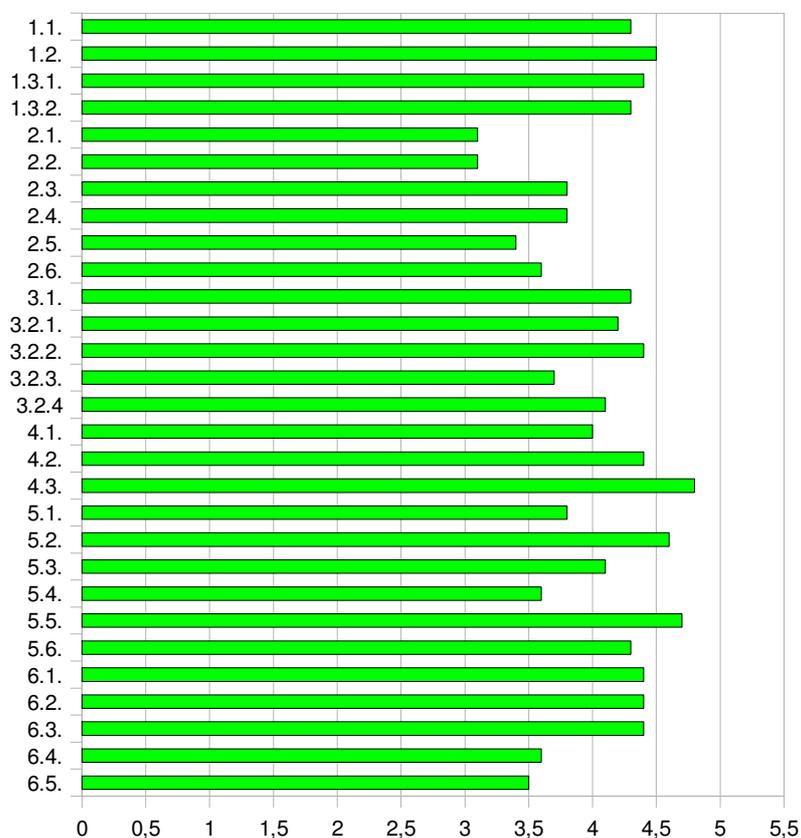
Nas próximas três figuras (figura 10 11 e 12) podem-se ver e comparar das avaliações feitas pelos especialistas às características dos três produtos.



**Figura 10: Avaliação das propriedades do Zoho Docs.**

(Fonte: Própria)

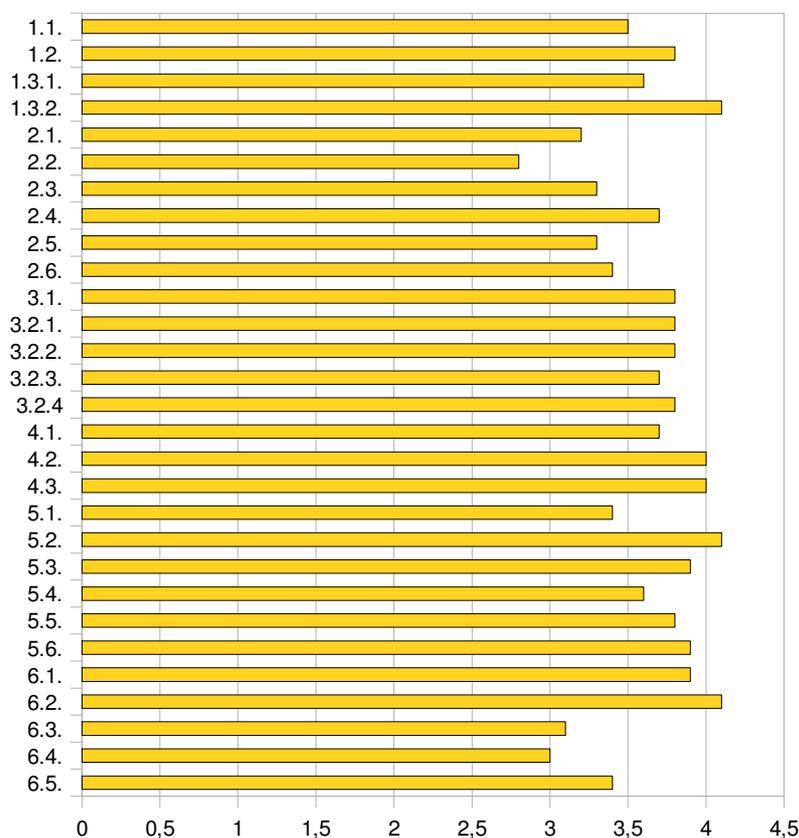
O serviço Zoho Docs (Make Your Business Do More Online, 2012) tem a avaliação mais uniforme mas é a que tem menor valor médio. Sendo que as melhores avaliações obtidas por este serviço correspondem à largura de banda e aos atributos de ROI e ROEI. Constatase também que o contorno formado pelas várias barras do gráfico é o que menos se assemelha com o da importância dos atributos para a organização (figura 9), não correspondendo as suas características mais fortes aos atributos de maior importância para a organização.



**Figura 11: Avaliação das propriedades do Google Docs.**

(Fonte: Própria)

O serviço Google Docs (Docs – Google Apps., 2012) tem a avaliação com média maior e também tem os maiores valores na maioria dos pontos considerados mais importantes para a organização. Resalta do gráfico a pontuação superior a 4,5 valores em três propriedades: simplicidade de uso, garantia de disponibilidade e fiabilidade.



**Figura 12: Avaliação das propriedades do Microsoft Office 365.**

(Fonte: Própria)

O serviço Microsoft Office 365 (Office Online Services - Hosted in the Cloud - Microsoft Office 365, 2012) tem avaliações intermédias aos outros dois tendo como pontos mais fortes a largura de banda, a garantia de disponibilidade e a integridade.

### **4.2.8 Análise crítica do resultado (passo 12)**

Por ultimo foram analisados os dados e as características do serviço seleccionado. Nos dados não se encontram indícios de vícios de avaliação.

Quanto às características do serviço seleccionado constatou-se que são suficientes para os objectivos pretendidos.

## **5 . Avaliação preliminar da framework proposta.**

Com base na revisão da literatura propôs-se uma framework de avaliação de serviços de cloud computing. Com vista a avaliar a sua aplicação prática foi feita uma aplicação a um caso real. Os parâmetros que se pretendiam avaliar dizem respeito à facilidade e rapidez de execução, permitindo ao mesmo tempo obter resultados credíveis.

As opiniões resultantes as pessoas envolvidas nesta aplicação prática foram positivas indicando que o processo foi rápido, fácil (após a informação e clarificação de aspectos relativos aos atributos de avaliação) e tem um efeito positivo adicional: “o conhecimento adquirido sobre as características dos serviços permite uma melhor optimização e utilização do produto escolhido”, referiu o stakeholder.

As principais referencias relativas a dificuldades encontradas neste processo foram:

- a necessidade de todas as pessoas envolvidas entenderem, pelo menos, as características básicas e implicações para lá da organização, a fim de fazer uma avaliação informada e consciente. Esta dificuldade foi especialmente sentida pelo stakeholder.
- a necessidade de um bom conhecimento sobre todos os serviços.
- a necessidade de um esclarecimento correcto do âmbito de todos os atributos.

Durante a fase de escolha dos produtos também surgiu a questão de se saber até que ponto os conhecimentos dos especialistas podem influenciar a escolha inicial dos produtos a avaliar. É que os produtos escolhidos nesta aplicação prática corresponderam aos que os especialistas conhecem em profundidade, tendo posto de lado os menos conhecidos por não estarem em condições de os avaliarem.

No entanto o resultado a que se chegou satisfaz o stakeholder e o produto seleccionado cumpre todos os requisitos que eram pretendidos para atingir objectivo.

## **6.** Conclusões

Partindo da necessidade de criar uma framework credível e com fundamento que servisse para a selecção de serviços de cloud computing, estabeleceu-se o objectivo de conceber e validar uma proposta de modelo conceptual de um processo de selecção de serviços de cloud computing. Permitindo que um decisor siga um percurso simples, coerente e sistemático para fazer uma avaliação prévia de qual deve ser a solução correcta.

Para atingir os objectivos propostos fez-se inicialmente uma revisão da literatura para obter informação sobre as definições, tipos e características da cloud computing. Para seleccionar o melhor método de avaliar serviços de cloud computing foi obtido informação sobre os métodos de avaliação e as características que usualmente são utilizadas para fazer a avaliação dos serviços.

Com base na informação obtida foi construída e proposta uma framework que consiste:

- na utilização do método WSM (Weighted Score Method) baseado na abordagem TDMC (Tomada de Decisão Multi-Critério).
- na participação de dois grupos de pessoas:
  - os especialistas que avaliam as características técnicas dos serviços.
  - os stakeholders que avaliam a importância dos atributos de avaliação para a o funcionamento operacional e estratégico da empresa.
- na utilização de atributos gerais de avaliação que podem ser ajustados a cada caso concreto.
- na utilização de uma escala de Likert com 5 graus de avaliação.

O WSM foi o escolhido devido às suas características de simplicidade de aplicação e dos resultados não diferirem grandemente dos outros métodos considerados mais complicados.

Para validar a framework foi feita uma aplicação num caso real de uma pequena empresa de multimédia que pretendia substituir as aplicações Office por outras similares mas baseadas na cloud. O seu objectivo era reduzir os custos de licenças e obter uma melhor colaboração com fornecedores e clientes evitando problemas de escalabilidade e compatibilidade, promovendo ao mesmo tempo a mobilidade.

Da aplicação da abordagem obtiveram-se avaliações positivas concluindo-se que é viável e fácil de usar, atingindo assim o objectivo a que nos propusemos.

## **7 . Trabalhos futuros**

Como trabalhos futuros vai ainda ter que se verificar e validar os resultados obtidos, as quais serão feitas após a implementação na empresa do serviço proposto.

A correcção e minimização dos problemas referidos na avaliação preliminar também devem fazer parte de trabalhos a realizar no futuro.

Espera-se também realizar melhorias adicionais que surjam do processo de validação e verificação, recebendo as críticas e sugestões que possam ser implementadas no futuro.

## 8 . Referências Bibliográficas

- Anderson, J. M. (2003). Why we need a new definition of information security. *Computers & Security*, 22(4), 308–313. doi:10.1016/S0167-4048(03)00407-3
- Armbrust, M., Fox, A., Griffith, R., Joseph, A. D., Katz, R. H., Konwinski, A., Lee, G., et al. (2009). Above the clouds: A berkeley view of cloud computing. *EECS Department, University of California, Berkeley, Tech. Rep. UCB/EECS-2009-28*.
- Armbrust, M., Fox, A., Griffith, R., Joseph, A. D., Katz, R., Konwinski, A., Lee, G., et al. (2010). A view of cloud computing. *Commun. ACM*, 53(4), 50–58. doi:10.1145/1721654.1721672
- Behrend, T. S., Wiebe, E. N., London, J. E., e Johnson, E. C. (2010). Cloud computing adoption and usage in community colleges. *Behaviour & Information Technology*, 30(2), 231–240. doi:10.1080/0144929X.2010.489118
- Böhm, M., Leimeister, S., Riedl, C., e Krcmar, H. (2011). Cloud Computing– Outsourcing 2.0 or a new Business Model for IT Provisioning? *Application Management*, 31–56.
- Breiter, G., e Behrendt, M. (2008). Cloud Computing Concepts. *Informatik Spektrum*, 31(6), 624–628.
- Brindley, C. (2011). Authentication and Trust: Turning the Cloud inside out. Em N. Pohlmann, H. Reimer, & W. Schneider (Eds), *ISSE 2010 Securing Electronic Business Processes* (pp 72–79). Wiesbaden: Vieweg+Teubner. Disponível em <http://www.springerlink.com/content/x633345273p13236/>
- Briscoe, G., e Marinos, A. (2009). Digital ecosystems in the clouds: Towards community cloud computing. *3rd IEEE International Conference on Digital Ecosystems and Technologies, 2009. DEST '09* (pp 103 -108). Apresentado na 3rd IEEE International Conference on Digital Ecosystems and Technologies, 2009. DEST '09. doi:10.1109/DEST.2009.5276725
- Buyya, R., Yeo, C. S., e Venugopal, S. (2008). Market-Oriented Cloud Computing: Vision, Hype, and Reality for Delivering IT Services as Computing Utilities. *10th IEEE International Conference on High Performance Computing and Communications, 2008. HPCC '08* (pp 5 -13). Apresentado na 10th IEEE International Conference on High Performance Computing and Communications, 2008. HPCC '08. doi:10.1109/HPCC.2008.172
- Calheiros, R. N., Ranjan, R., Beloglazov, A., De Rose, C. A. F., e Buyya, R. (2011). CloudSim: a toolkit for modeling and simulation of cloud computing

- environments and evaluation of resource provisioning algorithms. *Software: Practice and Experience*, 41(1), 23–50. doi:10.1002/spe.995
- Chang, W. Y., Abu-Amara, H., e Sanford, J. F. (2011). Building and Configuring Enterprise Cloud Services3,2. *Transforming Enterprise Cloud Services* (pp 273–308). Dordrecht: Springer Netherlands. Disponível em <http://www.springerlink.com/content/t7p4x10578225802/> , visitado em Março de 2012.
- Costa, C. A. B. E, e Vansnick, J.-C. (1994). MACBETH — An Interactive Path Towards the Construction of Cardinal Value Functions. *International Transactions in Operational Research*, 1(4), 489.
- Das, R. K., Patnaik, S., e Misro, A. K. (2011). Adoption of Cloud Computing in e-Governance. Em N. Meghanathan, B. K. Kaushik, & D. Nagamalai (Eds), *Advanced Computing* (Vol. 133, pp 161–172). Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg. Disponível em <http://www.springerlink.com/content/n5783250w212v435/> , visitado em Setembro de 2012.
- Dillon, T., Wu, C., e Chang, E. (2010). Cloud Computing: Issues and Challenges. *2010 24th IEEE International Conference on Advanced Information Networking and Applications (AINA)* (pp 27–33). Presented in 2010 24th IEEE International Conference on Advanced Information Networking and Applications (AINA), IEEE. doi:10.1109/AINA.2010.187
- Docs – Google Apps. (2012). Disponível em [http://www.google.com/apps/intl/en/business/docs.html#utm\\_campaign=en&utm\\_source=docs\\_en\\_US&utm\\_medium=et&utm\\_term=login\\_promo](http://www.google.com/apps/intl/en/business/docs.html#utm_campaign=en&utm_source=docs_en_US&utm_medium=et&utm_term=login_promo), visitado em Março 2012.
- Dudin, E., e Smetanin, Y. (2011). A review of cloud computing. *Scientific and Technical Information Processing*, 38(4), 280–284. doi:10.3103/S0147688211040083
- Durkee, D. (2010). Why cloud computing will never be free. *Commun. ACM*, 53(5), 62–69. doi:10.1145/1735223.1735242
- Edwards, A. L., e Kenney, K. C. (1946). A comparison of the Thurstone and Likert techniques of attitude scale construction. *Journal of Applied Psychology*, 30(1), 72–83. doi:10.1037/h0062418
- Ferrer, A. J., Hernández, F., Zsigri, C., Tordsson, J., e Elmroth, E. (2011). OPTIMIS: A holistic approach to cloud service provisioning. *ScienceDirect - Future Generation Computer Systems : OPTIMIS: A holistic approach to cloud service provisioning*. Disponível em <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167739X1100104X>, visitado em Setembro 2011.
- Foster, I., Zhao, Y., Raicu, I., e Lu, S. (2008). Cloud Computing and Grid Computing 360-Degree Compared. *Grid Computing Environments Workshop, 2008. GCE '08* (pp 1 -10). Apresentado na Grid Computing Environments Workshop, 2008. GCE '08. doi:10.1109/GCE.2008.4738445

- Fouquet, M., Niedermayer, H., e Carle, G. (2009). Cloud computing for the masses. *Proceedings of the 1st ACM workshop on User-provided networking: challenges and opportunities*, U-NET '09 (pp 31–36). New York, NY, USA: ACM. Doi:10.1145/1659029.1659038
- Freiberger, P., e Swaine, M. (1999). *Fire in the Valley: The Making of the Personal Computer* (2nd ed.). McGraw-Hill Professional.
- Furht, B. (2010). *Handbook of Cloud Computing*. (A. Escalante, Ed) (1st Edition.). Disponível em <http://www.springer.com/computer/communication+networks/book/978-1-4419-6523-3> , visitado em Janeiro de 2012.
- Gens, F. (2008). Defining «cloud services» and «cloud computing». *IDC eXchangeIDC*.
- Godse, M., e Mulik, S. (2009). An Approach for Selecting Software-as-a-Service (SaaS) Product. *IEEE International Conference on Cloud Computing, 2009. CLOUD '09* (pp 155–158). Presented in IEEE International Conference on Cloud Computing, 2009. CLOUD '09, IEEE. doi:10.1109/CLOUD.2009.74
- Godse, Manish, e Mulik, S. (2009). An Approach for Selecting Software-as-a-Service (SaaS) Product (p 4). Presented in 2009 IEEE International Conference on Cloud Computing, IEEE. Disponível em <http://ieeexplore.ieee.org/ielx5/5283544/5283545/05284286.pdf?tp=&arnumber=5284286&isnumber=5283545> , visitado em Janeiro de 2012.
- Goyal, P. (2010). Enterprise Usability of Cloud Computing Environments: Issues and Challenges. *2010 19th IEEE International Workshop on Enabling Technologies: Infrastructures for Collaborative Enterprises (WETICE)* (pp 54–59). Presented in 2010 19th IEEE International Workshop on Enabling Technologies: Infrastructures for Collaborative Enterprises (WETICE), IEEE. doi:10.1109/WETICE.2010.15
- Grobauer, B., Walloschek, T., e Stocker, E. (2011). Understanding Cloud Computing Vulnerabilities. *IEEE Security & Privacy*, 9(2), 50–57. doi:10.1109/MSP.2010.115
- Grossman, R. L., e Gu, Y. (2009). On the varieties of clouds for data intensive computing. *IEEE Computer Society Bulletin of the Technical Committee on Data Engineering*, 32(1), 44–51.
- Gruman, G., e Knorr, E. (2008). What cloud computing really means. *Infoworld*, April, 7. Obtido de [http://moodle-rsc.ukc.ac.uk/file.php/98/documents/What\\_cloud\\_computing\\_really\\_means.doc](http://moodle-rsc.ukc.ac.uk/file.php/98/documents/What_cloud_computing_really_means.doc) em Março de 2012
- Hoefler, C. N., e Karagiannis, G. (2010). Taxonomy of cloud computing services. *2010 IEEE GLOBECOM Workshops (GC Wkshps)* (pp 1345–1350). Presented in 2010 IEEE GLOBECOM Workshops (GC Wkshps), IEEE. doi:10.1109/GLOCOMW.2010.5700157
- Hwang, C.L. Yoon, K.L., (1981). *Multiple Attribute Decision Making: Methods and Applications*. Springer-Verlag, New York.

- Hwang, W., e Salvendy, G. (2010). Number of people required for usability evaluation: the 10+2 rule. *Commun. ACM*, 53(5), 130–133. doi:10.1145/1735223.1735255
- Ibrahim, H., Elamy, A. H. H., Far, B. H., e Eberlein, A. (2011). UnHOS: A Method for Uncertainty Handling in Commercial Off-The-Shelf (COTS) Selection. Obtido de [http://www.sersc.org/journals/IJEIC/vol2\\_Is3/3.pdf](http://www.sersc.org/journals/IJEIC/vol2_Is3/3.pdf) em Setembro 2012.
- Jadhav, A. S., e Sonar, R. M. (2008, 30). Evaluating and selecting software packages: A review. *ELSEVIER*.
- Keeney, R. L., e Raiffa, H. (1993). *Decisions with Multiple Objectives: Preferences and Value Trade-Offs*. Cambridge University Press.
- Khajeh-Hosseini, A., Greenwood, D., Smith, J. W., e Sommerville, I. (2012). The Cloud Adoption Toolkit: supporting cloud adoption decisions in the enterprise. *Software: Practice and Experience*, 42(4), 447–465. doi:10.1002/spe.1072
- Kim, W. (2009). Cloud computing: Today and Tomorrow. *Journal of object technology*, 8(1), 65–72.
- Kontio, J. (1995). *OSTO: A Systematic Process for Reusable Software Component Selection*. University of Maryland. Obtido de <http://ukpmc.ac.uk/abstract/CIT/450330> em Março de 2012.
- Leavitt, N. (2009). Is cloud computing really ready for prime time? *Computer*, vol. 42, no. 1, 2009, pp. 15–20.
- Leimeister, S., Böhm, M., Riedl, C., e Krcmar, H. (2010). The Business Perspective of Cloud Computing: Actors, Roles and Value Networks. Apresentado na ECIS. Obtido de <http://dblp.uni-trier.de/rec/bibtex/conf/ecis/LeimeisterBRK10> em Janeiro de 2012.
- Likert Scaling. (2006). Disponível em <http://www.socialresearchmethods.net/kb/scallik.php>, visitado em Março 2012.
- Lopes, R., e Carlos, C. (2011). A COTS Selection Approach with a Decision Support System (p 25). Presented in CAPSI'2011, ISEG - Instituto Superior de Economia e Gestão.
- Make Your Business Do More Online. (2012). Disponível em <http://www.zoho.com/>, visitado em Março de 2012.
- Marston, S., Li, Z., Bandyopadhyay, S., Zhang, J., e Ghalsasi, A. (2011). Cloud computing — The business perspective. *Decision Support Systems*, 51(1), 176–189. doi:10.1016/j.dss.2010.12.006
- Matell, M. S., e Jacoby, J. (1972). Is there an optimal number of alternatives for Likert-scale items? Effects of testing time and scale properties. *Journal of Applied Psychology*, 56(6), 506–509. doi:10.1037/h0033601
- Maurer, T. J., e Pierce, H. R. (1998). A comparison of Likert scale and traditional measures of self-efficacy. *Journal of Applied Psychology*, 83(2), 324–329. doi:10.1037/0021-9010.83.2.324

- Mcfredries, P. (2008). Technically speaking: The cloud is the computer. *IEEE Spectrum*, 45(8), 20. doi:10.1109/MSPEC.2008.4586277
- Mell, P., e Grance, T. (2011). The NIST Definition of Cloud Computing - Recommendations of the National Institute of Standards and Technology. NIST. Disponível em [http://rszt.pmmk.pte.hu/uploads/8f/23/8f23a309550830fa62395163ecec6fd3/nist\\_SP800-145.pdf](http://rszt.pmmk.pte.hu/uploads/8f/23/8f23a309550830fa62395163ecec6fd3/nist_SP800-145.pdf) , visitado em Março de 2012.
- Misra, S. C., e Mondal, A. (2011). Identification of a company's suitability for the adoption of cloud computing and modelling its corresponding Return on Investment. *Mathematical and Computer Modelling*, 53(3-4), 504-521. doi:10.1016/j.mcm.2010.03.037
- Mitchell, R. K., Agle, B. R., e Wood, D. J. (1997). Toward a theory of stakeholder identification and salience: Defining the principle of who and what really counts. *Academy of management review*, 853-886.
- Mohamed, A. S. A. S. (2007). *Decision support for selecting COTS software products based on comprehensive mismatch handling*. University of Calgary. Obtido de <http://enel.ucalgary.ca/People/eberlein/theses/AbdallahMohamed.pdf> em Setembro 2012.
- Ncube, C., e Dean, J. (2002). The Limitations of Current Decision-Making Techniques in the Procurement of COTS Software Components. Em J. Dean & A. Gravel (Eds), *COTS-Based Software Systems*, Lecture Notes in Computer Science (Vol. 2255, pp 176-187). Springer Berlin / Heidelberg. Obtido de <http://www.springerlink.com/content/t8pp09vhjdcg913/abstract/> , visitado em Janeiro 2012.
- Neubauer, T., e Stummer, C. (2007). Interactive Decision Support for Multiobjective COTS Selection. *40th Annual Hawaii International Conference on System Sciences, 2007. HICSS 2007* (p 283b-283b). Presented in 40th Annual Hawaii International Conference on System Sciences, 2007. HICSS 2007, IEEE. doi:10.1109/HICSS.2007.283
- Nurmi, D. , Wolski, R., Grzegorzczak, C., Obertelli, G., Soman, S., Yousseff, L. e Zagorodnov, D. (2008). The Eucalyptus Open-source Cloud-computing System. *Cloud Computing and Its Applications (CCA-08)*, Chicago.
- Office Online Services - Hosted in the Cloud - Microsoft Office 365. (2012). Disponível em <http://www.microsoft.com/en-us/office365/online-software.aspx#fbid=forwkiNhyzI>, last visited March 2012.
- Otsuka, H., e Lutfiyya, H. (2011). Using strategy trees in change management in clouds. *Proceedings of the 7th International Conference on Network and Services Management, CNSM '11* (pp 133-142). Laxenburg, Austria, Austria: International Federation for Information Processing. Disponível em <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=2147671.2147693> , visitado em Março de 2012.
- Peng, J., Zhang, X., Lei, Z., Zhang, B., Zhang, W., e Li, Q. (2009). Comparison of Several Cloud Computing Platforms. *2009 Second International Symposium on Information Science and Engineering (ISISE)* (pp 23-27). Presented in

- 2009 Second International Symposium on Information Science and Engineering (ISISE), IEEE. doi:10.1109/ISISE.2009.94
- Plummer, D. C., Bittman, T. J., Austin, T., Cearley, D. W., e Smith, D. M. (2008). Cloud computing: Defining and describing an emerging phenomenon. *Gartner, June, 17*. Obtido de [http://serviceorientedarchitecturesoa.net/goto/http://www.emory.edu/BUSINESS/readings/CloudComputing/Gartner\\_cloud\\_computing\\_defining.pdf](http://serviceorientedarchitecturesoa.net/goto/http://www.emory.edu/BUSINESS/readings/CloudComputing/Gartner_cloud_computing_defining.pdf) , visitado em Março de 2012.
- Pokharel, M., e Park, J. S. (2009). Cloud computing: future solution for e-governance. *Proceedings of the 3rd international conference on Theory and practice of electronic governance, ICEGOV '09* (pp 409–410). New York, NY, USA: ACM. doi:10.1145/1693042.1693134
- Prodan, R., e Ostermann, S. (2009). A survey and taxonomy of infrastructure as a service and web hosting cloud providers. *2009 10th IEEE/ACM International Conference on Grid Computing* (pp 17–25). Presented in 2009 10th IEEE/ACM International Conference on Grid Computing, IEEE. doi:10.1109/GRID.2009.5353074
- Rastogi, D. A. (2010). A Model based approach to Implement Cloud Computing in E-Governance. *International Journal of Computer Applications*, 9(7), 15–18. doi:10.5120/1399-1888
- Rimal, B. P., e Eunmi Choi. (2009). A Conceptual Approach for Taxonomical Spectrum of Cloud Computing. *Proceedings of the 4th International Conference on Ubiquitous Information Technologies & Applications, 2009. ICUT '09* (pp 1–6). Presented in Proceedings of the 4th International Conference on Ubiquitous Information Technologies & Applications, 2009. ICUT '09, IEEE. doi:10.1109/ICUT.2009.5405687
- Rimal, B. P., Eunmi Choi, e Lumb, I. (2009). A Taxonomy and Survey of Cloud Computing Systems. *Fifth International Joint Conference on INC, IMS and IDC, 2009. NCM '09* (pp 44–51). Presented in Fifth International Joint Conference on INC, IMS and IDC, 2009. NCM '09, IEEE. doi:10.1109/NCM.2009.218
- Roy, B. (1968). Classement et choix em présence de points de vue multiples (la méthode ELECTRE). *RAIRO Recherche Opérationnelle/Operations Research* 2, p.57-75.
- Saaty, T. (1990). *The analytic hierarchy process*. New York, USA: McGraw-Hill.
- Saaty, T. (1996). *Decision Making With Dependence And Feedback: The analytic hierarchy process*. Pittsburgh, Pennsylvania, USA: RWS Publications.
- Salomon, V. A. P., e Montevechi, J. A. (2001). A compilation of comparisons on the analytic hierarchy process and others multiple criteria decision making methods: some cases developed in Brazil. *6th International Symposium on the Analytic Hierarchy Process, Bern*. Obtido de <http://www.isahp.org/2001Proceedings/Papers/071-P.pdf> , visitado em Março de 2012.

- Saripalli, P., e Pingali, G. (2011). MADMAC: Multiple Attribute Decision Methodology for Adoption of Clouds. *2011 IEEE International Conference on Cloud Computing (CLOUD)* (pp 316–323). Presented in 2011 IEEE International Conference on Cloud Computing (CLOUD), IEEE. doi:10.1109/CLOUD.2011.61
- Schubert, L. (2010). The Future Of Cloud Computing, Opportunities for European Cloud Computing Beyond 2010. Em K. Jeffery e B. Neidecker-Lutz (Eds), . Disponível em <http://cordis.europa.eu/fp7/ict/ssai/docs/cloud-report-final.pdf> , visitado em Janeiro de 2012.
- Triantaphyllou, E., e Mann, S. H. (1989). An examination of the effectiveness of multi-dimensional decision-making methods: A decision-making paradox. *Decision Support Systems*, 5(3), 303–312.
- Triantaphyllou, Shu, B., Sanchez, S. N., e Ray, T. (1998). Multi-Criteria Decision Making : An Operations Research Approach. *Electronics*, 15, 175–186.
- Vaquero, L. M., Rodero-Merino, L., Caceres, J., e Lindner, M. (2008). A break in the clouds: towards a cloud definition. *SIGCOMM Comput. Commun. Rev.*, 39(1), 50–55. doi:10.1145/1496091.1496100
- Voas, J., e Zhang, J. (2009). Cloud Computing: New Wine or Just a New Bottle? *IT Professional*, 11(2), 15 -17. doi:10.1109/MITP.2009.23
- Vries, M. S. (1992). Stepwise multi-criteria evaluation. *Quality & Quantity*, 26(1), 61-76. doi:10.1007/BF00177998
- Vykoukal, J., Wolf, M., e Beck, R. (2009). Service-Grids in der Industrie – On-Demand-Bereitstellung und Nutzung von Grid-basierten Services in Unternehmen. *WIRTSCHAFTSINFORMATIK*, 51(2), 206-214. doi:10.1007/s11576-008-0114-1
- Wang, L., Kunze, M., Tao, J., e von Laszewski, G. (2011a). Towards building a cloud for scientific applications. *Advances in Engineering Software*, 42(9), 714-722. doi:10.1016/j.advengsoft.2011.05.007
- Wang, L., Tao, J., Kunze, M., Castellanos, A. C., Kramer, D., e Karl, W. (2008). Scientific Cloud Computing: Early Definition and Experience. *10th IEEE International Conference on High Performance Computing and Communications, 2008. HPCC '08* (pp 825 -830). Apresentado na 10th IEEE International Conference on High Performance Computing and Communications, 2008. HPCC '08. doi:10.1109/HPCC.2008.38
- Wang, X., Wang, B., e Huang, J. (2011b). Cloud computing and its key techniques. *2011 IEEE International Conference on Computer Science and Automation Engineering (CSAE)* (Vol. 2, pp 404 -410). Apresentado na 2011 IEEE International Conference on Computer Science and Automation Engineering (CSAE). doi:10.1109/CSAE.2011.5952497
- Weiss, A. (2007). Computing in the clouds. *netWorker*, 11(4), 16–25. doi:10.1145/1327512.1327513
- Yazdani-Chamzini, A., e Yakhchali, S. H. (2012). Tunnel Boring Machine (TBM) selection using fuzzy multicriteria decision making methods. *Tunnelling and*

*Underground Space Technology*, 30(0), 194-204.  
doi:10.1016/j.tust.2012.02.021

Youseff, L., Butrico, M., e Da Silva, D. (2008). Toward a Unified Ontology of Cloud Computing. *Grid Computing Environments Workshop, 2008. GCE '08* (pp 1 - 10). Apresentado na Grid Computing Environments Workshop, 2008. GCE '08. doi:10.1109/GCE.2008.4738443

Zanakis, S. H., Solomon, A., Wishart, N., e Dublisch, S. (1998). Multi-attribute decision making: A simulation comparison of select methods. *European Journal of Operational Research*, 107(3), 507-529. doi:10.1016/S0377-2217(97)00147-1

Zardari, S., e Bahsoon, R. (2011). Cloud adoption: a goal-oriented requirements engineering approach. *Proceedings of the 2nd International Workshop on Software Engineering for Cloud Computing, SECCLOUD '11* (pp 29–35). New York, NY, USA: ACM. Doi:10.1145/1985500.1985506