

## APLICAÇÃO DO MÉTODO ANALYTIC HIERARCHY PROCESS PARA A ADOÇÃO DE COMPUTAÇÃO EM NUVEM EM EMPRESAS JUNIORES

Matheus Motta Ferreira<sup>1</sup>  
matheusm.1789@gmail.com

Joyce Mara Martins<sup>2</sup>  
a08017@bcc.unifal-mg.edu.br

Eduardo Gomes Salgado<sup>3</sup>  
egsalgado@yahoo.com.br

**Resumo:** A computação em nuvem surgiu da necessidade de empresas disporem de uma infraestrutura de Tecnologia da Informação que proporcione o armazenamento de dados através de uma configuração específica, voltada para um ambiente mais complexo em que os usuários têm de instalar, configurar e atualizar os sistemas para cada ambiente. Diante disso, foi criado um conceito em que os recursos são disponibilizados para os usuários na forma de serviço capaz de fornecer por meio da Internet todo tipo de processamento, armazenamento e comunicação, o acesso é feito de acordo com a demanda e independente do local. O presente artigo tem como objetivo apresentar os modelos de computação em nuvem e analisar qual melhor adapta às necessidades de uma empresa júnior. Para isso, foi realizada a aplicação do método de tomada de decisão AHP (*Analytic Hierarchy Process*), um método que a partir de um objetivo bem definido realiza comparações paritárias entre os critérios propostos e seleciona a melhor alternativa a ser adotada. A aplicação foi realizada juntamente com 8 participantes de 5 empresas distintas - localizadas ao sul de Minas Gerais - de diferentes áreas. Os resultados apontam a Nuvem Privada como o mais indicado diante do ambiente estudado.

**Palavras-chave:** Computação em Nuvem. AHP. Empresa Júnior. Tomada de Decisão.

**Abstract:** Cloud computing has emerged from the need of the companies to have an Information Technology infrastructure that provides data storage through a specific setting, faced to a more complex environment in which users have to install, configure and update the systems for each environment. Therefore, it was created a concept in which resources are made available to users as a service able to provide through the Internet all kinds of processing, storage and communication, access is made according to the demand and regardless of location. The objective of this article is to present the cloud computing models and analyze which one best fits the needs of a junior company. For this, the application of a decision-making method AHP (*Analytic Hierarchy Process*) was performed, a method that from a well-defined goal performs parity comparisons among the proposed criteria and selects the best alternative to be adopted. The application was done with 8 participants from 5

---

<sup>1</sup> Universidade Federal de Alfenas

<sup>2</sup> Universidade Federal de Alfenas

<sup>3</sup> Universidade Federal de Alfenas

different companies - located south of Minas Gerais - from different areas. The results point to the Private Cloud as the best indicated on the environment studied.

**Key- words:** Cloud computing, AHP, Junior Company, Decision-making

## 1 INTRODUÇÃO

A computação em nuvem é um modelo que tende a ser adotado em um futuro muito próximo pelos departamentos de Tecnologia da Informação das diversas empresas espalhadas mundo afora, tanto que a maioria delas já estuda a possibilidade de migrar seus dados para a nuvem de acordo com suas necessidades. As vantagens oferecidas pelo serviço são várias, entre elas: escalabilidade, disponibilidade, flexibilidade dos recursos computacionais, elasticidade e custo reduzido comparado aos modelos tradicionais disponíveis no mercado. A computação em nuvem é uma tecnologia que proporciona aos usuários o amplo acesso por meio da Internet, isto é, a partir de um dispositivo conectado na Internet é possível ter acesso aos serviços disponibilizados pela nuvem e dispõe de quatro modelos de implantação: Público, Privado, Híbrido e Comunitário. Além dos quatro modelos de implantação existem três modelos de serviço: Saas, Paas e Iaas (SUN MICROSYSTEMS, INC., 2009).

Com a expansão das empresas é necessário um investimento dedicado a infraestrutura de TI para as organizações, resultando em um custo significativo e às vezes sem o retorno esperado. Diante disso, muitas empresas estudam na viabilidade de migração de seus dados para a nuvem, sendo necessária a avaliação dos quatro modelos de implantação, para que seja possível verificar qual modelo que se enquadra melhor no perfil de uma determinada empresa. Empresas juniores não são diferentes, apesar de ser uma associação sem fins lucrativos, elas crescem de acordo com a sua necessidade e presença no mercado e todo seu lucro deve ser reinvestido em benefícios da própria empresa.

Dessa forma, considerando uma empresa júnior voltada para o setor de tecnologia situada em uma Universidade Pública Federal e o constante crescimento da computação em nuvem foi levantada a seguinte questão: Dentre os modelos de computação em nuvem, qual melhor se adapta as necessidades de uma empresa júnior?

Para selecionar o melhor modelo de implantação foi utilizado o método AHP, *Analytic Hierarchy Process*, que tem como proposta auxiliar na tomada de decisão e selecionar a melhor alternativa a ser adotada partindo de um objetivo bem definido com a presença de múltiplos critérios distribuído em níveis hierárquicos. A escolha pelo método se deu devido a sua eficácia ao selecionar uma opção dentre as alternativas possíveis, considerando aspectos qualitativos e quantitativos através de comparações paritárias entre os critérios propostos.

## 2 DESENVOLVIMENTO

### 2.1 Tomada de Decisão

No cotidiano sempre há a necessidade do homem tomar decisões em vários momentos, podendo ocasionar no sucesso ou fracasso de suas escolhas. É

importante levar em consideração que decisões intuitivas podem ser afetadas não só pelas evidências que influenciam a escolha, mas também por fatores externos como conveniência em determinadas situações, cansaço, distrações, influências familiares, doenças de pessoas próximas e até projetos que resultaram ou não na meta esperada, entre outros fatores que podem e geralmente influenciam na atitude de qualquer pessoa no dia a dia. A tomada de decisão é uma atividade complexa, que possui um universo de fatores, abordagens, alternativas que podem se relacionar ou não (SANTOS; WAGNER, 2007).

Russo e Schoemaker (2002, p.14) questionam: "Como alguém pode tomar decisões boas, rápidas, frequentes, vencedoras? É preciso reconhecer que o tema é complexo e tem sido objeto de estudo por muitos pesquisadores". Já para Simon (1960), a decisão é um processo que se constrói durante semanas, meses, ou até mesmo anos, passando por etapas. Tomar decisões não é apenas seguir a própria intuição, é uma escolha extremamente complicada, muitas vezes resumida em um simples sim ou não, que exige planejamento e atenção nos mínimos detalhes, reflexão e análise dos prós e contras, quem ou quais serão os pontos e pessoas afetadas. A primeira preocupação ao focalizar o processo decisório é conceituá-lo e caracterizá-lo no contexto organizacional, pois a realidade atual nos conduz a situações em que, na preocupação de levar sua empresa a uma situação desejada, as decisões tomadas passam a ter um relevante peso na vida de cada gerente ou administrador, podendo trazer consequências diretas e imediatas para a empresa ou até para ele mesmo (tomador de decisões). Tomar decisões, portanto, implica em correr riscos.

A teoria da decisão é dividida em dois segmentos: descritivo e prescritivo. A teoria da decisão descritiva é baseada no estudo das armadilhas psicológicas do raciocínio, em que o tomador de decisões pode ter a concepção prejudicada sobre problema, por exemplo, pela sua preferência a alguma solução intrínseca. Já a teoria de decisão prescritiva é baseada em métodos científicos e técnicas que auxiliam na tomada de decisão (JUNIOR; CHAMON, 2006).

Os métodos de tomada de decisão são divididos em dois tipos: métodos com um único critério e os métodos multicritérios, este último aplicado em inúmeras áreas onde se pretende selecionar e expor alternativas presentes em um problema complexo com a presença de múltiplos critérios.

Neste artigo, o método multicritério que será utilizado é o AHP – *Analytic Hierarchy Process*, que

é um método eficaz para a tomada de decisão, pois identifica a melhor opção dentro das alternativas possíveis e ajuda na determinação e prioridades, considerando aspectos quantitativos e qualitativos, através da redução de decisões complexas a decisões comparativas par a par. (PERDIGÃO, 2012, p. 7)

### **2.1.1 Analytic Hierarchy Process**

O AHP é um dos métodos responsáveis pelo auxílio na tomada de decisão multicritérios. Foi criado pelo matemático Thomas L. Saaty na década de 70 e é baseado nas áreas de Matemática e Psicologia. Com o passar dos anos este método vem sendo muito usado nas grandes organizações em geral, em diversas áreas e diversos setores como sendo um método bastante adequado para resolver problemas decisórios (SALGADO; SALOMON; MELLO, 2012).

O método é caracterizado pela decomposição de um problema em uma hierarquia, composta por diversos níveis. Fazendo uma analogia, essa hierarquia possui estrutura semelhante a de uma árvore, onde o primeiro nível da estrutura seria a raiz, com um objetivo bem definido, e os critérios e subcritérios podem ser interpretados como as folhas que compõe a árvore (Dumoulin; Guimarães; Neves, 2006).

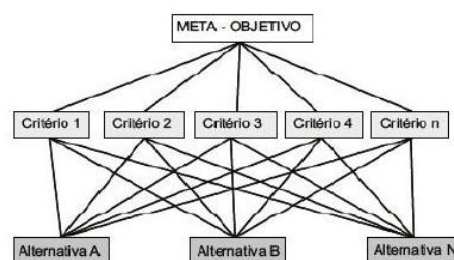
Saaty (2010) afirma que o AHP é um método de síntese de prioridades. O problema é decomposto na forma hierárquica, para que as pessoas envolvidas possam visualizar o problema como um todo, de forma completa, facilitando a compreensão do mesmo e permitir uma visão mais ampla dos critérios, que serão comparados posteriormente.

Psicólogos acreditam que é mais fácil expressar a opinião sobre duas alternativas do que avaliar todas alternativas simultaneamente (ISHIZAKA; LABID, 2011). Saaty (1980) recomenda que sejam necessários os seguintes passos para elaborar a estruturação e resolução do problema de forma correta e consistente: Saaty (1980) recomenda que sejam necessários os seguintes passos para elaborar a estruturação e resolução do problema de forma correta e consistente:

- definir o objetivo;
- definir as alternativas;
- definir os critérios adotados para o problema de decisão;
- estudar as alternativas em relação aos critérios;
- estudar a importância de cada critério;
- determinar a avaliação geral de cada alternativa.

Na Figura 1 é possível visualizar esse passo a passo de forma prática: são definidos um objetivo, critérios e alternativas. Diante disso é necessário fazer um estudo dos critérios e alternativas e por fim estudar a importância desses elementos na hierarquia.

**Figura 1-** Estrutura hierárquica genérica



**Fonte:** Saaty (1990)

O método trabalha com a comparação paritária entre critérios e subcritérios, trazendo a seguinte questão: Qual a importância de um critério em relação ao outro? (DODGSON *et al.*, 2001). As comparações expressas em termos verbais através da escrita serão convertidas em valores numéricos, utilizando a Escala Fundamental de Saaty. Esse processo é realizado até o fim da hierarquia.

Como exemplo, vamos estruturar um seguinte problema: uma pessoa vai comprar um carro mas está em dúvida entre 4 marcas, precisando decidir qual seria a melhor marca a se adquirir. Então, para resolver o problema você utiliza o método AHP a partir dos seguintes passos:

- definir o objetivo: qual marca escolher para efetuar a compra do carro;
- definir as alternativas: define as marcas dos serem escolhidas;
- definir os critérios adotados para o problema de decisão: define critérios que fazem a diferença na hora da escolha de uma determinada marca, como custo de manutenção, custo do seguro, conforto, consumo de combustível;
- estudar as alternativas em relação aos critérios: a partir dos critérios adotados, estuda os mesmos em relação a cada marca;
- estudar a importância de cada critério: para a satisfação da pessoa, estuda qual seriam os critérios mais importantes e porquê;
- determinar a avaliação geral de cada alternativa: realiza uma comparação entre as marcas em relação a cada critério para ter uma avaliação geral de cada alternativa.

A Tabela 1 mostra a Escala Fundamental de Saaty para comparação dos critérios definidos com números absolutos em uma escala crescente de 1 a 9.

**Tabela 1-** Escala Fundamental de Saaty

Grau de Importância	Peso	Explicação
1	Mesma Importância	Ambos os atributos contribuem igualmente para o objetivo
3	Importância pequena de um sobre o outro	A experiência e o julgamento favorecem levemente um atributo em relação ao outro
5	Importância grande ou essencial	A experiência e o julgamento favorecem fortemente um atributo em relação ao outro
7	Importância muito grande	Um atributo é fortemente favorecido em relação ao outro. Sua dominação de importância é demonstrada na prática
9	Importância absoluta	A evidência favorece mais um atributo em relação ao outro
2, 4, 6, 8	Valores intermediários adjacentes	Quando se procura uma condição intermediária entre os valores adjacentes

**Fonte:** Adaptado de Saaty (1980)

Depois de efetuado o julgamento é preciso expor os resultados da comparação em uma matriz quadrada de ordem  $n$ , chamada de matriz de comparação dos critérios. Essa matriz representa a quantidade de vezes que um critério domina ou é dominado pelos outros critérios.

Os valores presentes na diagonal principal sempre serão 1, pois um elemento é da mesma importância que ele mesmo. Os valores de  $i$  e  $j$  são correspondentes aos índices da matriz, no qual  $i$  representa a linha e  $j$  a coluna da matriz estudada e  $a_{ij}$  seria um elemento da matriz na posição  $ij$ . Os elementos mais dominantes são os valores inteiros, por exemplo: o critério A é 5 vezes mais importante que o critério C, então a importância de C em relação a A é  $1/5$ . Os valores são recíprocos entre os critérios. Outro exemplo, a matriz mostrada é interpretada com o critério B sendo 3 vezes mais dominante que o critério A.

Serão utilizados dois conceitos matemáticos para verificar a coerência do julgamento, autovalor e autovetor. O autovalor irá permitir avaliar a consistência dos julgamentos. O autovetor é um vetor que representa a dominância de cada critério com respeito a outro, e é utilizado para verificar o impacto das alternativas em relação a cada critério.

Para encontrar o autovetor soma-se o valor de todos os elementos de cada coluna. Na Figura 3 tem-se a matriz de comparação transformada, contendo um atributo soma, que não tinha na matriz inicial, representando a soma de todos os elementos de cada coluna. Na Figura 3 tem-se a matriz de comparação transformada. Divide-se cada elemento pela soma de todos os elementos da sua própria coluna, normalizando a matriz para que o somatório de seus elementos seja da mesma unidade. Na Figura 4 tem-se a matriz de comparação normalizada.

**Figura 3** – Matriz de comparação transformada

$$\begin{bmatrix} & \mathbf{A} & \mathbf{B} & \mathbf{C} \\ \mathbf{A} & 1 & 1/3 & 5 \\ \mathbf{B} & 3 & 1 & 7 \\ \mathbf{C} & 1/5 & 1/7 & 1 \\ \mathbf{soma} & 21/5 & 31/21 & 13 \end{bmatrix}$$

Fonte: Modificado de Teknomo (2006)

**Figura 4** – Matriz normalizada

$$\begin{bmatrix} & \mathbf{A} & \mathbf{B} & \mathbf{C} \\ \mathbf{A} & 5/21 & 7/31 & 5/13 \\ \mathbf{B} & 15/21 & 21/31 & 7/13 \\ \mathbf{C} & 1/21 & 3/31 & 1/13 \\ \mathbf{somaColuna} & 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

Fonte: Modificado de Teknomo (2006)

Por fim, a média aritmética de cada linha é calculada, gerando o autovetor, também chamado de vetor de prioridades.

**Figura 5** – Autovetor (vetor de prioridades)

$$\begin{bmatrix} & \mathbf{A} & \mathbf{B} & \mathbf{C} & \frac{(\mathbf{A} + \mathbf{B} + \mathbf{C})}{3} & \mathbf{AUTOVETOR}(\%) \\ \mathbf{A} & 5/21 & 7/31 & 5/13 & 0,2833 & 28,33 \\ \mathbf{B} & 15/21 & 21/31 & 7/13 & 0,6434 & 64,34 \\ \mathbf{C} & 1/21 & 3/31 & 1/13 & 0,0738 & 7,38 \\ \mathbf{somaColuna} & 1 & 1 & 1 & 3,00 & 100 \end{bmatrix}$$

Fonte: Modificado de Teknomo (2006)

Para verificar a consistência dos julgamentos e a integridade dos mesmos, é necessário realizar uma análise, que Saaty (2010) propõe nos seguintes passos:

Primeiramente é necessário determinar o autovalor, que será denotado por  $\lambda$ . Uma matriz consistente possui o valor de  $\lambda = n$ , assim quanto mais próximo valor  $\lambda$  de  $n$ , mais consistente será o resultado:

$$\lambda = w * T \quad (1)$$

Em que  $T$  é autovetor normalizado e  $w$  representa a soma das colunas da matriz de comparação para cada critério.

Calculando  $\lambda$ :

$$\lambda = w * T \quad (2)$$

$$\lambda = \frac{21}{5}(0,2833) + \frac{31}{21}(0,6434) + 13(0,0738) \quad (3)$$

$$\lambda = 3,099 \quad (4)$$

Note que,  $\lambda = 3,099$  e  $n = 3,0$ . O valor está próximo, mas não igual. Agora é preciso verificar Índice de Consistência (IC).

O IC indica a distância que  $\lambda$  está de  $n$ , ou seja, a distância que o valor afastado está do esperado.

$$IC = \frac{\lambda - n}{n - 1} \quad (5)$$

Logo após o cálculo do IC, é necessário calcular a Consistência Aleatória (CA), para que no final, possa ser calculado o valor da Razão de Consistência (RC) que é dado pela razão entre o IC com o CA. O CA é calculado para simular uma matriz com julgamentos aleatórios, e não julgamentos lógicos como foi realizado.

A Tabela 3 é referente aos valores da consistência aleatória, proposta por Saaty (1980):

**Tabela 2 – Consistência aleatória**

N	CA
1	0
2	0
3	0,58
4	0,9
5	1,12
6	1,24
7	1,32
8	1,41
9	1,45
10	1,49
11	1,51

Fonte: Adaptado de Saaty 1980

Por fim, analisa-se o grau de consistência através da RC, já citada:

$$RC = \frac{IC}{CA} \quad (6)$$

Para Saaty (1990), o valor de RC deve ser sempre menor ou igual a 10%, ou seja, 0,10. Se o valor final for maior que 0,10 é aconselhável e de certa forma

necessário refazer os julgamentos, a meio de torna-los consistentes, pois para um valor maior que 0,10 o resultado da aplicação pode ser inconsistente.

De acordo com Vargas (2010),

Os cálculos matemáticos envolvendo o AHP podem parecer simples em um primeiro momento, no entanto, em casos mais complexos, as análises e cálculos tornam-se grandes e exaustivos e, usualmente, só são viáveis através do uso de *softwares* específicos de cálculo.

## 2.2. Computação em Nuvem

### 2.2.1 Surgimento da Computação em Nuvem

Fazendo uma linha histórica sobre a evolução da computação em nuvem, no início década de 70 o cientista de computação John McCarthy propôs o conceito de nuvem, que estaria tão disponível como os serviços de utilidade pública (Gomes, 2012). Como a tecnologia dessa época não estava capacitada a sustentar um modelo de computação desta magnitude, a ideia foi abandonada, somente ressurgindo na virada do milênio. Com o surgimento da internet como rede pública a partir da década de 90, houve o início de um novo pensamento, mais descentralizado, juntamente com o avanço de novas tecnologias.

Diversas máquinas trabalhando simultaneamente conseguem uma capacidade de processamento superior. Essa capacidade de armazenamento estando na nuvem é suficiente para que qualquer organização seja capaz de migrar todo ou quase todo o seu centro tecnológico para uma mini nuvem (PRADO, 2010).

A computação em nuvem tem como proposta oferecer um serviço de armazenamento de dados através de computadores interligados na Internet, possibilitando diversas vantagens entre elas redução do custo de infraestrutura, acesso aos dados e aplicativos a maior parte do tempo através de uma conexão com a internet e alta capacidade de escalabilidade.

Existem quatro tipos de computação em nuvem que variam em localização física e distribuição, a seguir segue uma breve descrição de cada um deles.

- Privada: a infraestrutura da nuvem pertence somente a uma organização que contrata o serviço. Voltada para atender as necessidades de cada empresa de forma exclusiva, a nuvem privada tem como característica concentrar o acesso sob o domínio da empresa contratante, ou seja, atrás de seu próprio firewall, possibilitando uma maior segurança e autonomia da mesma com relação aos recursos, pois a empresa é proprietária e administradora do serviço.
- Pública: a nuvem pública tem como característica principal o baixo custo e não tem restrição do número de usuários que utilizam o serviço. Uma determinada empresa oferece o serviço que é vendido para o restante do público, *Google* e *Amazon* são exemplos de empresas que disponibilizam aplicações através da nuvem pública.
- Híbrida: Como o próprio nome já diz, o modelo de implantação híbrido é caracterizado pela junção entre o modelo público e privado. Possuindo um preço mais acessível em relação à nuvem privada e uma maior segurança comparada à nuvem pública, o modelo permite o uso de aplicações em diferentes infraestruturas interligadas entre si.
- Comunitária: Modelo utilizado por empresas que compartilham interesses em comum. As empresas dividem os custos e compartilham da mesma infraestrutura e a hospedagem pode ser tanto externa quanto internamente.



Além dos quatro modelos descritos a computação em nuvem possui três modelos de serviço que são divididos de acordo com a abstração dos recursos oferecidos conforme a figura 6.

Figura 6- Serviços de implantação



Fonte: Autores

Conforme o crescimento organizacional das empresas é natural que haja necessidade da empresa arrecadar uma certa quantia para cumprir com as suas necessidades e obrigações junto com as entidades relacionadas, mas também é preciso reverter esse patrimônio em recursos para si própria, garantindo a manutenção e crescimento da mesma, praticando os chamados investimentos a curto, médio e longo prazo. Diante disso, e ao perceber que uma empresa júnior é uma empresa sem fins econômicos, foi realizado o estudo e análise dos modelos de computação em nuvem para verificar qual o modelo mais se adequa ao cenário proposto.

Qualquer que seja a aplicação se a mesma for disponibilizada ao usuário final é chamada de SaaS - *Software* como Serviço que

comparado com implantações de *software* tradicionais, SaaS proporciona enormes vantagens em velocidade, onde a implantação pode levar apenas alguns minutos. Além disso, como outras opções em nuvem, SaaS pode eliminar o investimento inicial em *hardware*, *software* e administração exigida pela implantação de aplicativos tradicional.

(CLARITY, 2011, p. 6)

As aplicações são disponibilizadas por meio de portais web, garantindo a migração dos consumidores de programas desktop para os serviços online, bastando apenas para o usuário uma conexão com a internet aliada com uma interface amigável para facilitar o acesso. A camada intermediária oferece tipos de serviços como armazenamento de dados, sistemas operacionais, ambientes de desenvolvimento para aplicações para implementar e testar as aplicações do serviço em nuvem. A infraestrutura como serviço é a camada mais inferior em nível de abstração, possibilitando a utilização de rede, servidores, e dispositivos de armazenamento em geral, assim como outros recursos computacionais existentes.

No quadro 1 é possível verificar o nível de abstração de cada modelo de implantação assim como as aplicações utilizadas.

Quadro 1 – Exemplos de serviços de implantação

SERVIÇO	EXEMPLO
SaaS	<i>Facebook</i> <i>Google Docs</i>
PaaS	<i>Google App Engine</i> <i>Microsoft Azure</i>
IaaS	<i>Amazon EC2</i> <i>Eucalyptus</i>

Fonte: Autores

### 2.3. Empresa Júnior

A organização escolhida para ser objeto de estudo foi a empresa júnior, que é uma associação civil formada e gerida exclusivamente por estudantes de graduação, sem fins econômicos, na qual toda a receita oriunda de projetos é revertida para a própria empresa (BRASIL JÚNIOR, 2012).

A estrutura organizacional, de um modo geral, adota a estrutura convencional que é dividida em Assembleia Geral, Conselho, Diretoria Executiva e Membros, além dos *trainees*. O organograma de uma Empresa Júnior (EJ) é basicamente composto por Presidência e Diretorias, que podem ter ramificações internas. Todas essas informações são devidamente documentadas pelo Estatuto e Regimento Interno das empresas juniores.

O serviço de *e-mail* utilizado pelas empresas juniores entrevistadas é gratuito, sendo oferecido por uma determinada empresa no mercado e todas possuem *website* hospedados em servidores externos. Em relação à documentação, algumas das empresas juniores escolhidas utilizam um serviço de compartilhamento na nuvem, outras utilizam uma máquina local para armazenamento.

Algumas empresas juniores já utilizam o serviço de computação em nuvem para armazenar dados, aplicativos e programas, porém nem todas. É interessante que as organizações possuam essa estrutura, com uma grande capacidade de armazenamento e a facilidade de adicionar programas e aplicativos de forma rápida e segura dentro de seu próprio domínio. Percebido isso, surgiu o interesse de aplicar um método de tomada de decisão juntamente com as empresas juniores a fim de verificar qual o melhor modelo se adapta as suas necessidades. As empresas escolhidas se encontram todas na cidade de Alfenas no estado de Minas Gerais, no total foram escolhidas 5 empresas e 8 participantes para a pesquisa.

### 2.4. Estruturação do AHP

Para aplicar o método AHP é necessário compreender o objetivo proposto e apresentar critérios e alternativas bem definidas. Os critérios utilizados foram escolhidos com certo cuidado, pois serão julgados par-a-par para avaliar as diferentes necessidades organizacionais, no nosso estudo de caso, empresas juniores.

Os critérios foram escolhidos um a um refletindo na seguinte questão: “Qual o modelo de computação em nuvem que se adapta melhor em uma empresa júnior?”.

Com base em Oliveira (2012), os critérios e subcritérios para a construção da árvore do AHP foram definidos de acordo com os modelos de serviço e de implantação da computação em nuvem. O quadro 2 apresenta a descrição dos critérios e subcritérios:

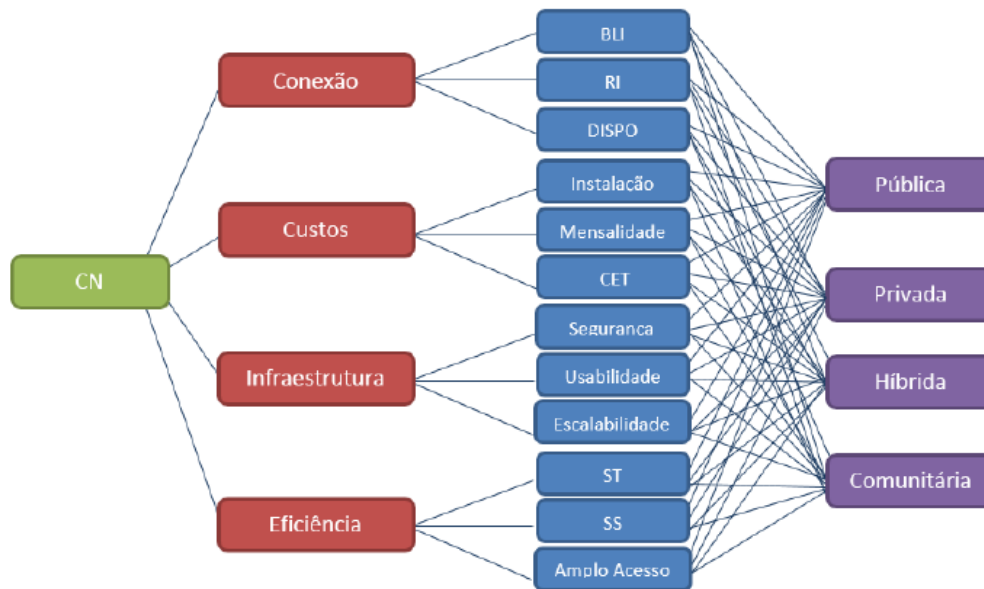
Quadro 2 – Definição dos critérios e subcritérios

<b>Critérios</b>	<b>Subcritérios</b>
Conexão	Banda Larga (BLI) Redundância (RI) Disponibilidade (DISPO)
Custo	Instalação Mensalidade Capacitação da equipe técnica (CET)
Infraestrutura	Segurança Usabilidade Escalabilidade
Eficiência	Suporte técnico (ST) Sincronização de serviços (SS) Amplio acesso

Fonte: Autores

A estrutura hierárquica foi gerada conforme a figura 7. Na figura acima podemos verificar que a partir de um objetivo específico e bem definido (representado por CN) foi gerada uma hierarquia dividida em critérios, subcritérios e alternativas. Contendo as definições para de cada critério e subcritério proposto foi preparado pelos próprios autores um documento explicativo contendo termos técnicos para que os entrevistados se familiarizassem mais com alguns conceitos que seriam necessários posteriormente na entrevista. A coleta de dados foi realizada pessoalmente ou com o auxílio do Skype, um *software* que permite a comunicação áudio visual entre usuários e duraram cerca de uma hora, algumas comparações demandaram um maior tempo devido ao índice de consistência insatisfatório. Abaixo segue uma definição de cada elemento contido na hierarquia e identificado nas cores vermelho azul e roxo, todo eles contidos no documento citado.

Figura 7 – Estrutura hierárquica gerada



Fonte: Autores

**Vermelho:** Os critérios são representados pela cor vermelho e compõe o primeiro nível da estrutura. Abaixo segue uma breve descrição de cada um deles.

**Conexão:** atributo relacionado a conectividade entre cliente e serviço em nuvem. O serviço de computação nuvem pode ser acessado de qualquer lugar, sendo apenas necessária uma conexão com a internet.

**Custo:** atributo relacionado ao custo do serviço adquirido pelo cliente. Muitas empresas possuem pacotes gratuitos ou pagos dependendo da necessidade do contratante.

**Infraestrutura:** Atributo relacionado aos recursos computacionais da nuvem como redes, armazenamento, capacidade de processamento em que é possível executar aplicativos e *softwares*.

**Eficiência:** Atributo relacionado a rapidez e capacidade de resolução de problemas. Surge a ideia de utilizar *software* que antes necessitavam de um alto investimento de hardware e hoje podem ser executados a partir da nuvem.

**Azul:** Os critérios são representados pela cor azul e compõe o segundo nível da estrutura. Abaixo segue uma breve descrição de cada um deles.

**Banda Larga:** É uma conexão de alta velocidade com a internet. Quanto maior sua velocidade, melhor será a utilização dos recursos da nuvem.

**Redundância de internet:** Este subcritério está relacionado a capacidade do sistema em recuperar-se de falhas, através da utilização de recursos redundantes. O sistema possui um segundo dispositivo disponível para uso quando o dispositivo principal ocasiona defeito, gerando uma falha. Este recurso garante que os dados não sejam perdidos perante a ocorrência de falhas.

**Disponibilidade:** Característica fundamental do serviço em nuvem, os serviços devem estar disponíveis a maior parte do tempo garantindo a satisfação do cliente. De acordo com OLIVEIRA 2011, um serviço com uma boa disponibilidade apresenta índices próximos a 100%.

**Instalação/Mensalidade:** Os dois critérios estão diretamente relacionado ao custo do serviço. Como os próprios nomes sugerem, representam o custo pela

instalação dos serviços e aplicativos seguidos do custo mensal para manter os serviços adquiridos respectivamente.

**Capacitação da equipe técnica:** A empresa contratada pode contar com uma equipe técnica especializada a disposição do cliente caso o mesmo solicite, porém isso implica em um custo maior na mensalidade. Uma segunda opção e mais em conta seria a contratação de um freelancer para realizar somente a correção do serviço proposto, sem nenhum vínculo.

**Segurança:** Este atributo é de fundamental importância, uma vez que o serviço adquirido deve ser seguro e confiável, garantindo a proteção dos dados e integridade do cliente.

**Usabilidade:** Atributo relacionado a facilidade de uma pessoa qualquer utilizar o sistema sem maiores complicações. Para que o cliente tenha um aproveitamento favorável é aconselhável que o sistema conte com uma interface amigável garantindo ao cliente o uso dos recursos disponíveis.

**Escalabilidade:** De acordo com a demanda é necessário maximizar ou minimizar os recursos. Este atributo diz respeito a capacidade de expansão ou compressão de determinados recursos da nuvem.

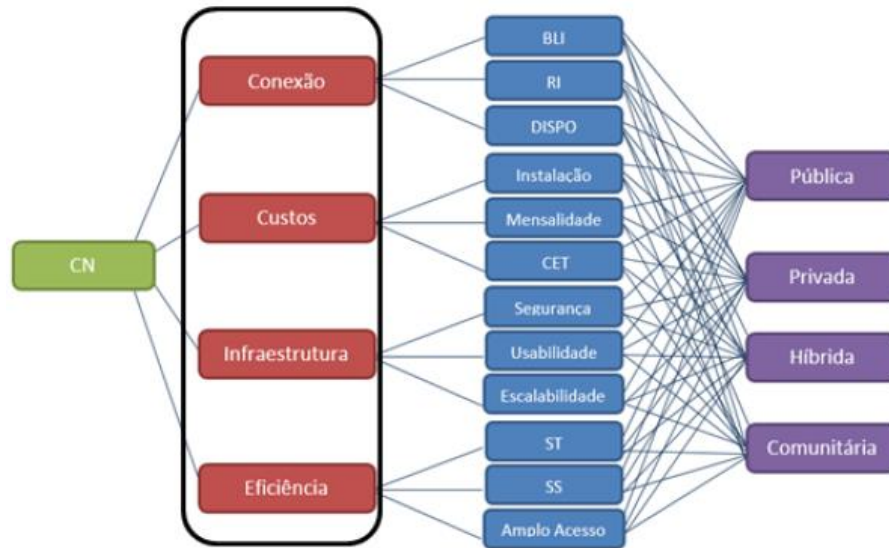
**Suporte Técnico:** O suporte técnico em português é um diferencial nos serviços em nuvem, uma vez que a maioria é em outro idioma, por exemplo, serviços americanos disponibilizados para o Brasil.

**Sincronização de serviços:** Conexão, ligação. Hoje em dia quase tudo no mundo virtual está interligado de alguma forma. Armazenamento, compartilhamento, compatibilidade entre sistemas possibilitando a sincronização de arquivos e pastas em mais de um computador são elementos agrupados juntamente ao atributo sincronização de serviços, subcritério que é essencial para a computação em nuvem.

**Roxo:** Os critérios são representados pela cor roxa e compõe o último nível da estrutura. Foram descritos no item 2.2 deste artigo.

Para verificar a coerência dos julgamentos o valor do índice de consistência foi calculado juntamente com os participantes através de uma planilha no Excel, se algum julgamento apresentasse inconsistência o mesmo era refeito juntamente com o entrevistado no mesmo momento, garantindo assim uma correta interpretação perante a aplicação.

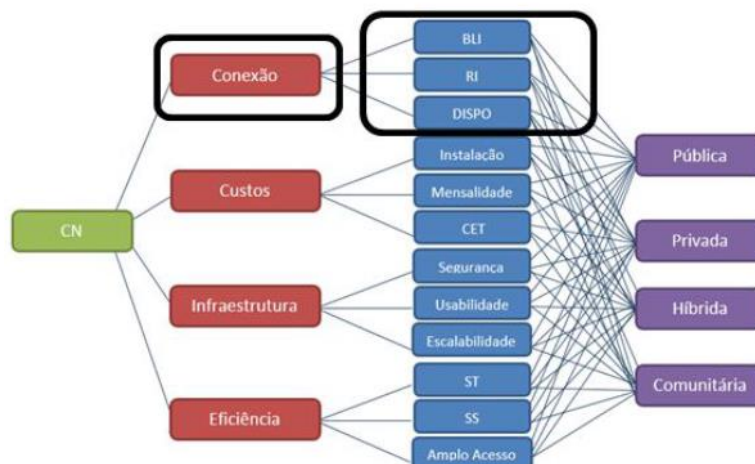
**Figura 8-** Valores locais dos critérios



Fonte: Autores

O resultado das entrevistas gerou valores locais para os critérios e subcritérios respectivamente. O valor local de cada um dos critérios destacados na figura 8 representam quanto cada critério representa perante a hierarquia, e os valores dos subcritérios indicam o quanto cada subcritério representa em relação ao seu próprio critério, conforme destacados na Figura 9.

Figura 9- Cálculo dos valores de cada subcritério em relação ao seu critério correspondente



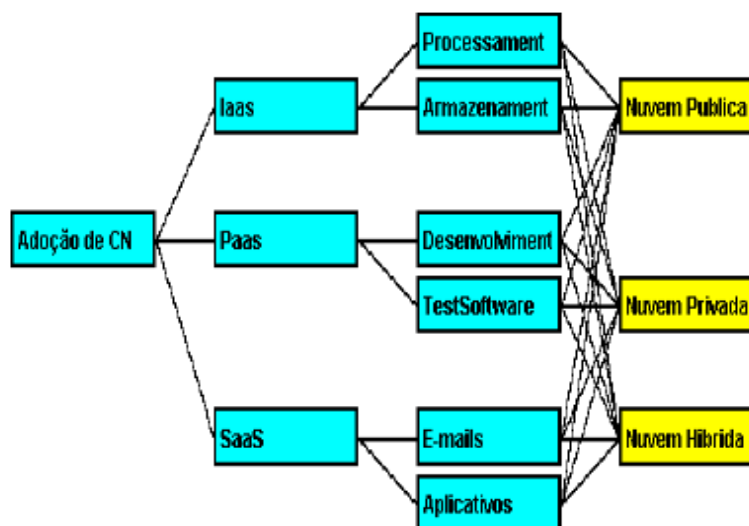
Fonte: Autores

Diante disso, foram calculados os valores gerais de cada subcritério para verificar o quanto cada um representa dentro da hierarquia como um todo e não somente perante o critério correspondente multiplicando o valor local de cada subcritério pelo valor local de cada critério correspondente. Foram geradas as matrizes de comparação resultada dos julgamentos realizados. A soma de cada critério deve resultar em 100% e a soma dos valores dos subcritérios também conforme a figura 10.

Oliveira *et al.* (2011) realizaram uma pesquisa sobre a adoção da computação em nuvem em empresas do Rio Grande do Norte utilizando o método AHP, a fim de decidir qual a melhor alternativa a ser adotada entre os modelos público, privado e híbrido. Os entrevistados foram os técnicos e gestores de TI das organizações e foi utilizado o *software Web-Hipre*, que é uma ferramenta de apoio a decisão que utiliza o método AHP para escolher a melhor alternativa.

Na Figura 10 podemos analisar a árvore de critérios, subcritérios e alternativas do trabalho, em que os critérios e subcritérios são baseados nos modelos de implantação e suas características.

**Figura 10-** Critérios e subcritérios de Oliveira, Costa e Neto



**Fonte:** Oliveira, Costa e Neto (2011)

A preferência dos entrevistados da pesquisa realizada por Oliveira, Costa e Neto (2011) é tipo de nuvem híbrido, seguido dos modelos público e privado respectivamente.

### 3 ANÁLISE DO RESULTADO

A Figura 12 apresenta os valores “local” e “geral” de dois exemplos de entrevistados.

**Figura 12 –** Valores locais e valores gerais encontrados

ATRIBUTOS	SUBATRIBUTOS	EMPRESA 1			
		ENTREVISTADO 1		ENTREVISTADO 2	
		Local	Geral	Local	Geral
Conexão		17,70%	17,70%	7,60%	7,60%
	Banda Larga	33,30%	5,89%	62,50%	4,75%
	Redundância	33,30%	5,89%	13,60%	1,03%
	Disponibilidade	33,30%	5,89%	23,80%	1,81%
Custos		5,00%	5,00%	18,40%	18,40%
	Instalação	14,30%	0,72%	33,30%	6,13%
	Mensal	14,30%	0,72%	33,30%	6,13%
	Capacitação da ET	71,40%	3,57%	33,30%	6,13%
Infraestrutura		57,70%	57,70%	6,50%	6,50%
	Segurança	77,30%	44,60%	33,30%	2,16%
	Usabilidade	8,80%	5,08%	33,30%	2,16%
	Escalabilidade	13,90%	8,02%	33,30%	2,16%
Eficiência		19,60%	19,60%	67,50%	67,50%
	Suporte Técnico	9,10%	1,78%	7,70%	5,20%
	Sincronização	45,50%	8,92%	46,20%	31,19%
	Amplio Acesso	45,50%	8,92%	46,20%	31,19%

Fonte: Autores

O Quadro 03 representa uma matriz de comparação efetuada entre os subcritérios do critério Conexão por um dos entrevistados.

**Quadro -3** - Matriz de comparação dos atributos do critério Conexão

	BL	LR	DI	Prioridades
Banda Larga (BL)	1	1	1	33,33%
Larga Redundância (LR)	1	1	1	33,33%
Disponibilidade (DI)	1	1	1	33,33%

Fonte: Autores

Note que, todas as comparações realizada por esse entrevistado tiveram a mesma importância em relação à outra, ou seja, peso 1, logo ele está presente em todas as matrizes de comparações. O vetor normalizado possui cada posição com 33,33% pois todos os critérios têm a mesma importância. Para cada comparação foi gerada uma matriz de comparação resultante do julgamento realizado.

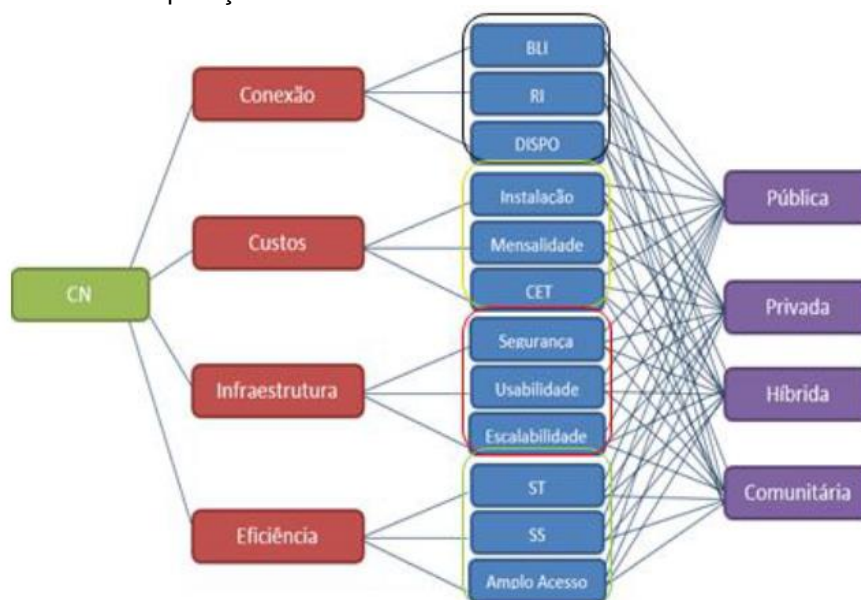
Esse procedimento foi realizado para os 8 participantes. Em uma segunda planilha, foram dispostos os valores que representavam a importância das quatro tipos de computação em nuvem a serem escolhidas em relação a cada subcritério. A partir disso foram calculadas as médias de cada alternativa em relação ao critério proposto e as matrizes de comparação resultantes dos julgamentos realizados. Abaixo segue o exemplo de uma matriz de comparação produzida durante a aplicação na comparação entre os subcritérios relacionados ao atributo conexão.

Tomando como exemplo em relação ao critério Banda Larga os valores produzidos por todos os entrevistados foram somados para todos os quatro tipos



de nuvem, dividiu-se por 8 (número total de participantes) e multiplicou-se então valor da média calculada na primeira planilha pelo valor geral de cada subcritério obtido na segunda planilha. Criou-se 12 vetores de 4 posições nas quais representam cada alternativa proposta conforme a Figura 13.

**Figura 13** – Resultado da aplicação



**Fonte:** Autores

Logo, foi somado os vetores de cada subcritério resultando em 4 vetores correspondentes aos critérios principais: conexão, custo, infraestrutura e eficiência.

Para concluir a aplicação os 4 vetores resultantes foram somados originando um novo vetor, um vetor final com 4 posições. Cada posição representa uma das alternativas propostas: Nuvem Pública, Nuvem Privada, Nuvem Comunitária e Nuvem Híbrida. O tipo de Computação em Nuvem a ser adotado pela empresa júnior é a posição do vetor que tem maior valor perante as outras posições, além disso, a soma das alternativas no vetor final deve resultar em 1.0, ou seja, 100%. Se a soma resultar em um valor diferente de 1.0 o resultado da aplicação pode ser inconsistente e equivocado.

A alternativa de maior preferência pelos entrevistados pode ser visualizada no Quadro 04.

**Quadro 04** – Resultado Final

Resultado Final	
Nuvem Pública	0,2470
Nuvem Privada	0,3112
Nuvem Comunitária	0,2217
Nuvem Híbrida	0,2205

O gráfico a seguir mostra o resultado final da aplicação do AHP para análise de qual modelo de computação em nuvem se enquadra em empresas juniores:

Analisando os dados, conclui-se que o grupo entrevistado optou pelo serviço de nuvem privada, apesar de o serviço possuir custos. Algumas preocupações impediram a escolha de outra alternativa em questão.

Um modelo voltado para um público específico e utilizado pela própria organização sem a intervenção de terceiros, foi um dos motivos relevantes que levaram a preferência pelo serviço privado, uma vez que os recursos computacionais são dedicados somente a ela. Além disso, o serviço oferece uma maior segurança, uma vez que o tráfego de informações está sob controle direto da organização, de forma centralizada, e caso venha ocorrer por algum motivo a perda de um dispositivo de armazenamento de dados pessoal como HD externo e *notebook*, os dados ainda estarão disponíveis se os mesmos estiverem na nuvem.

Analisando os dados das empresas juniores deste artigo, pode-se verificar uma tendência maior ao modelo de nuvem privada, uma vez que os envolvidos prezaram os atributos de segurança, disponibilidade e suporte técnico por não haver uma unidade de TI central com pessoas especializadas nos atributos citados, ao contrário do trabalho de Oliveira *et al.* (2011).

A infraestrutura das empresas analisadas por Oliveira, Costa e Neto (2011) é de âmbito nacional, já as empresas juniores analisadas por esse trabalho são de pequeno porte, não necessitando de uma infraestrutura robusta.

Um modelo voltado para um público específico e utilizado pela própria organização sem a intervenção de terceiros, foi um dos motivos relevantes que levaram a preferência pelo serviço privado, uma vez que os recursos computacionais são dedicados somente a ela. Além disso, o serviço oferece uma maior segurança, uma vez que o tráfego de informações está sob controle direto da organização, de forma centralizada.

## 4 CONCLUSÃO

O uso do AHP se mostrou bastante eficiente, visto que, a partir da definição de um objetivo específico, foi possível realizar os julgamentos de acordo com os critérios e alternativas adotadas e efetuando os cálculos necessários para constatar qual a melhor decisão a ser tomada para devida ocasião.

Alguns autores acreditam que a compreensão do método se dá devido às comparações paritárias entre um critério e outro. No entanto, é importante salientar que mesmo que o método seja de fácil compreensão, é imprescindível que a estruturação do modelo seja realizada de forma lógica e coerente. Pois se o problema for estruturado de maneira equivocada, posteriormente a pessoa terá problemas, e talvez tenha que redefinir critérios e subcritérios e realizar novamente os julgamentos.

O método também se mostrou bastante flexível, visto que é possível a adaptação de critérios de acordo com a necessidade do tomador de decisões. A inconsistência dos julgamentos foi verificada ao final de cada comparação, juntamente com o entrevistado. Se o índice de inconsistência de determinada avaliação resultou em um valor maior que 0,1 (10%), o julgamento era realizado novamente. Essa prática foi adotada para evitar problemas futuros e cálculos equivocados.

O resultado final foi que o modelo privado é a melhor alternativa para a adoção de computação em nuvem em empresa júnior. Como já citado, os entrevistados prezaram os atributos de segurança, suporte técnico e disponibilidade.

Foi possível constatar que a maioria dos participantes nunca havia tido nenhuma experiência com o serviço de computação em nuvem, mas ao final da entrevista, segundo dados analisados, nota-se a possibilidade de migração de parte de seus dados para a nuvem.

## REFERÊNCIAS

Brasil Júnior. DNA Jr. Disponível em: <http://pt.slideshare.net/galvaorochoa/dna-jr-2012>. Acesso em: 10 mai. 2014.

DODGSON, J.; SPACKMAN, M.; PEARMAN, A.; PHILLIPS, L., DTLR **Multi-criteria Analysis Manual**. DTLR – Department for Transport, Local Government and the Regions, Reino Unido.

DUMOULIN, B.; GUIMARÃES, D.; NEVES, G., **O método AHP como ferramenta de focalização do processo de gerenciamento de projetos** - Caso APEX-Brasil. Macroplan. Publicação Eletrônica. 2006.14p

GOMES, C. N., **Estudo do Paradigma Computação em Nuvem**, Dissertação de Mestrado, Instituto Superior de Engenharia de Lisboa, Lisboa, 2012, 89p.

ISHIZAKA, A.; LABIBI, A., **Analytic Hierarchy Process and Expert Choice: Benefits and limitations**, 2009, Portsmouth, 20p.

ISHIZAKA, A.; LABIBI, A., **Review of the main developments in the Analytic Hierarchy**, 2011, Portsmouth, 24p.

JUNIOR, L. F. N.; CHAMON, M. A., **Método AHP: pesquisa-ação na pequena empresa**, In: XIII SIMPEP, Bauru, 12p., nov 2006.

OLIVEIRA, A. A.; NETO, M. V. S. **Aplicação do Método de Análise Hierárquica na Tomada de Decisão para a Adoção de Computação em Nuvem**, 2011, São Paulo. Anais do SIMPOI 2011, São Paulo, SP, 16p.

OLIVEIRA, A. A., **Aplicação do Método de Análise Hierárquica na Tomada de Decisão para a Adoção da Computação em Nuvem** – Um estudo de caso na federação das indústrias do RN, Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2012, 128p

PERDIGÃO, J.G.L. et al., **Processo Decisório: Um estudo comparativo da tomada de decisão em organizações de Segmentos Distintos**, In: Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia. Trabalho, Resende: Universidade Federal Fluminense, 2012, 17p.

PRADO, R. L. D., **A Ampliação do Valor de uma Empresa Através da Adoção de um Novo Modelo: o Cloud Computing**. Monografia de Pós Graduação lato Sensu MBIS- Master Business Information Systems, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2010, 51p.

RUSSO, E.; SCHOEMAKER, P. J. H., **Decisões vencedoras**. Rio de Janeiro: Editora Campus Ltda, 2002.

SAATY, T. L., **Decision making for leaders**. Pittsburg, WS. Publications, 2000.

SAATY, T. L., **Principia Mathematica Decernendi**, RWS, Pittsburgh, 2010.

SAATY, T. L., **The Analytic Hierarchy Process**, Nova York: McGraw-Hill, 1980.

SALGADO, E. G.; SALOMON, V. A. P.; MELLO, C. H. P., **Analytic Hierarchy Prioritisation of New Product Development Activities For Eletronics Manufacturing**, In: International Journal of Production Research, Vol 50, No 17, 2012.

SANTOS, L. P.; WAGNER, R., **Processo Decisório e Tomada de Decisão: Um Dualismo**, In: IV SEGET ,2007, 16p.

SIMON, H. A. **The new science of management decision**. New York, USA: Harper and Brothers Publishers, 1960.

SUN MICROSYSTEMS, INC. **Introduction to Cloud Computing Architecture**. White Paper, 1ª edição, junho 2009a.

VARGAS, R. V., **Using the Analytic Hierarchy Process (AHP) to select and prioritize projects** in a portfolio. Washington: PMI Global Congress, 2010, 22p.