

## **ANÁLISE MULTICRITÉRIO DO RISCO NA BUSCA DE PROVEDORES DE SERVIÇOS PARA A FORMAÇÃO DE OVs**

### **Thiago Aleixo de Toledo**

Universidade do Estado de Santa Catarina  
Rua Paulo Malschitzki, s/n - Joinville - SC  
thiago.aleixo.toledo@gmail.com

### **Omir Correia Alves Junior**

Universidade do Estado de Santa Catarina  
Rua Paulo Malschitzki, s/n - Joinville - SC  
omir.alves@udesc.br

### **RESUMO**

As redes de colaboração contribuem para aumentar as chances das organizações de alcançarem com sucesso seus objetivos. Dentre os diversos tipos destaca-se a Organização Virtual (OV), onde os membros trocam informações a fim de atingir objetivos comuns ou compatíveis. No entanto, esta forma de colaboração apresenta riscos adicionais que precisam ser identificados e medidos, principalmente no processo de formação de uma OV. Este trabalho apresenta um método de análise multicritério de risco para busca de provedores de serviço no processo de formação de uma OV, a partir de um sistema de medição de desempenho baseado na utilização de indicadores de desempenho. A fim de avaliar o método proposto, foi desenvolvido um protótipo computacional com vários cenários de teste.

**PALAVRAS CHAVE.** *Análise de risco, multicritério, Organizações Virtuais.*

### **ABSTRACT**

The collaboration networks help to improve the chances of organizations to successfully achieve their goals. Among several type stands out Virtual Organization (VO), which members share information in order to attain common or compatible objectives. However, from this form of collaboration emerges additional risk that need to be identified and measured mainly in the formation process of a VO. This work presents a method of multi-criteria analysis of risk for search service providers in the formation of a OV, from a performance measurement system based on using performance indicators. In order to evaluate the proposed method, a computer prototype was carried with several test scenarios.

**KEYWORDS.** *Risk analysis, multi-criteria, virtual organizations.*

## 1. Introdução

Devido à competitividade do mercado atual, a fim de alcançar objetivos em comum, as organizações unem-se em redes colaborativas, compartilhando competências distintas. Segundo Camarinha-Matos (2009), as redes colaborativas aparecem em uma grande variedade de formas, desde a formação de cadeias de suprimentos clássicas, caracterizadas por redes relativamente estáveis com papéis bem definidos e exigindo apenas uma coordenação mínima e pouca troca de informações, até redes mais dinâmicas orientadas a objetivos, ou seja, que são criadas para atender um único projeto ou oportunidade de colaboração, como é o caso de uma Organização Virtual (OV).

Uma Organização Virtual ou OV é um agrupamento temporário de empresas independentes e heterogêneas que se unem para compartilhar competências, recursos, custos e habilidades, a fim de alcançar objetivos específicos de negócios [Afsarmanesh e Camarinha-Matos (2005)]. No entanto, essa abordagem apresenta riscos adicionais às organizações que participam, e que precisam ser identificados e analisados.

Os riscos associados ao ambiente OV se caracterizam na chance de uma ou mais empresas (provedores de serviço) – que estão colaborando através de um fluxo de atividades – não executarem corretamente as tarefas atribuídas a eles com relação aos requisitos exigidos e, portanto, expor a operação da OV a falhas [Vieira et al. (2014)]. Uma forma de minimizar os riscos associados à formação da OV é realizar a busca e seleção dos provedores de serviço a partir de um ambiente controlado e com métricas padronizadas. Os provedores que compõem este ambiente controlado são pré-qualificados e adotam princípios comuns de operação e infraestrutura. Um exemplo de ambiente controlado é o ACV ou Ambiente de Criação de Organizações Virtuais, onde os provedores se unem a ele, a fim de melhorar as respectivas competências e assim aumentar as de serem escolhidos para participar da formação de futuras OVs [Afsarmanesh e Camarinha-Matos (2005)].

O objetivo deste trabalho é apresentar um método para análise de risco na formação de uma OV, mais especificamente no processo de busca dos provedores de serviço que a irão compor. O método proposto especifica uma análise multicritério, baseada em indicadores de desempenho estratégicos para a tomada de decisão. Este artigo está organizado em cinco seções onde a Seção 2 apresenta os conceitos básicos, a Seção 3 descreve o método proposto enquanto a Seção 4 mostra os métodos de avaliação e os resultados obtidos. E finalmente, a Seção 5 conclui o artigo e aborda trabalhos futuros.

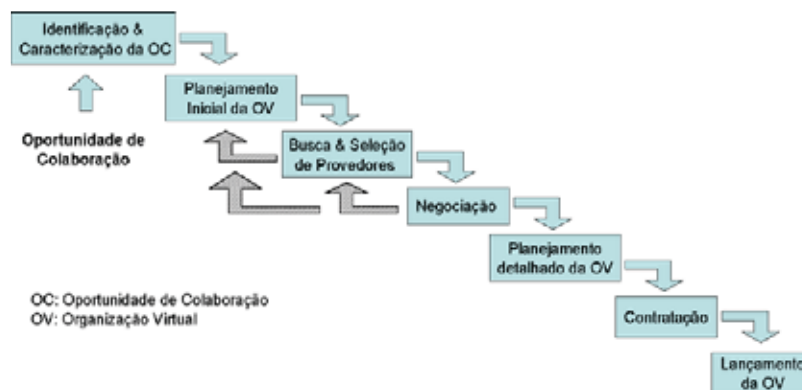
## 2. Conceitos Básicos

### 2.1. Organizações Virtuais

De acordo com Alawamleh e Popplewell (2010), o atual ambiente operacional das empresas é cada vez mais dinâmico e competitivo, o que torna o processo de colaboração entre as empresas de fundamental importância para que elas possam competir e operar com maior agilidade e flexibilidade, oferecendo assim maior valor agregado ao mercado.

Uma forma para viabilizar a colaboração entre as empresas é considerá-las como provedores de serviços, em que se pressupõe a existência de uma entidade que mantém um catálogo de serviços, onde as empresas publicam suas ofertas de determinados serviços [Camarinha-Matos e Afsarmanesh (2005)]. Por intermédio desse catálogo pode-se realizar uma pesquisa que filtra e seleciona provedores de serviços heterogêneos, com base em suas competências, a fim de agrupá-los em uma OV. Este procedimento possibilita formar uma OV que seja adequada para atender a uma oportunidade de mercado e assim alcançar a satisfação do cliente [Sari et al. (2008)].

O processo de formação de uma OV foi proposto por Camarinha-Matos e Afsarmanesh (2005) e é composto por sete etapas conforme a Figura 1. O processo inicia a partir do surgimento de uma oportunidade de mercado, também conhecida como oportunidade de colaboração ou OC.



**Figura 1. Processo de criação de uma organização virtual. Adaptado de Camarinha-Matos et al. (2005)**

A primeira etapa consiste na **identificação e caracterização da OC**, onde verifica-se os termos exigidos por ela e define-se os serviços a serem prestados para atender a nova demanda do mercado. Após a caracterização, realiza-se o **planejamento inicial da OV**, onde determina-se a estrutura básica da OV, identificando as competências e capacidades necessárias de cada provedor de serviço, bem como a forma organizacional da futura OV [Camarinha-Matos et al. (2005)].

A etapa de **busca e seleção de parceiros** consiste na identificação dos potenciais provedores de serviços aptos a compor uma OV e posteriormente na avaliação e seleção dos mesmos. Depois de selecionados os provedores de serviço, inicia-se a etapa de **negociação**, onde busca-se alinhar e nivelar as necessidades dos provedores de serviço e a de prestação dos serviços.

E com base na definição dos acordos, faz-se o **planejamento** mais **detalhado** das atividades e das responsabilidades de cada provedor que comporá a OV. Após serem feitos todos os planejamentos da OV, dá-se início a etapa de **contratação**, que estabelecerá os deveres, direitos e obrigações dos provedores de serviço. A finalização do processo de formação da OV dá-se com o **lançamento da OV**, que a colocará em operação.

## 2.2. Ambiente de Criação de organizações Virtuais

Segundo Camarinha-Matos e Afsarmanesh (2005) existe uma entidade que mantém um catálogo de serviços dos provedores, conhecida como Ambiente de Criação de Organizações Virtuais (ACV), que consiste em uma associação (coordenada por agentes externos ou membros internos ao ACV) de provedores de serviço que aderem a um longo acordo de cooperação e adoção de princípios comuns de operação e infraestrutura, a fim de aumentar o preparo e as chances de participação dos provedores de serviço na formação de futuras OVs. Portanto, o ACV antecede a formação da OV, e fornece uma base de dados pré-qualificada de organizações que podem ser de fato provedores de serviço (ou indivíduos que representem organizações) para fomentar o estabelecimento dinâmico e ágil de OVs. Ao ACV compete também definir procedimentos para o anúncio de ofertas de negócio, recrutar novos membros no mercado, gerir e capacitar membros existentes [Afsarmanesh e Camarinha-Matos (2005)].

### 2.2.1. Ciclo de vida de um ACV

De acordo com Afsarmanesh e Camarinha-Matos (2005) o ciclo de vida de um ACV inicia no estágio de **criação** que pode ser dividida em duas subfases, a fase de **iniciação e recrutamento** e a **fundação do ACV**, conforme a Figura 2. Usualmente, um ACV está sujeito a alterações ao longo de sua existência devido à natureza dinâmica do ambiente. A dinâmica do ACV é caracterizada pela entrada e saída de provedores de serviço do ambiente e também quanto à forma de atuação no mercado ou a forma de elaborações de metas a serem atingidas. Esses fatores podem ser alterados em um curto período de tempo dentro do ambiente.



Figura 2. Estágios do ciclo de vida do ACV. Adaptado de Afsarmanesh e Camarinha-Matos (2005)

A **iniciação e recrutamento** tratam do plano estratégico do ACV, onde são definidos: os objetivos estratégicos; a visão de mercado; e realizado o recrutamento dos provedores de serviço para se unirem ao ACV.

A **fundação** constitui-se da criação e população dos bancos de dados com as informações sobre os membros do ACV recrutados anteriormente. Após a conclusão da fundação, a estrutura do ACV está constituída e pronta para operar.

Segundo Afsarmanesh e Camarinha-Matos (2005) o estágio de **operação e evolução** contempla as seguintes atividades: (i) gerenciar as competências presentes no ACV; (ii) registrar novos membros; (iii) auxiliar a criação das OVs; (iv) realizar estudos de determinado setor do mercado, a fim de melhorar os provedores de serviço; (v) manter o histórico de colaboração dos membros e processos utilizados para facilitar o processo de formação das OVs; (vi) gerenciar a evolução dos princípios e regras a serem adotados pelos membros e (vii) gerenciar a base de conhecimentos adquiridos.

A **operação e evolução** estão intrinsecamente ligadas, pois durante o funcionamento (operação) são evidenciados fatores que precisam ser aprimorados. Se os aprimoramentos são de pequena importância, eles são realizados na fase de evolução e após a sua efetivação o ACV retorna a fase de operação, conforme a Figura 2.

No entanto, ao se identificar a necessidade de alterações críticas, o ACV passa à fase de **metamorfose**, que tem como objetivo planejar uma nova estrutura organizacional para o ACV, para ajustá-lo ao novo contexto ao qual está inserido.

A fase de dissolução de um ACV tem como principal atividade definir um plano de transferência de bens (caso necessário) para os membros e outras organizações, esse plano de transferência é definido durante o acordo de criação do ACV.

### 2.3. Medição de Desempenho

O processo de medição de desempenho é uma atividade realizada normalmente pelos gestores de uma organização, que tem como objetivo promover através de processos bem definidos, a medição de métricas que foram previamente especificadas [Lohman, Fortuin e Wouters (2004)].

Os dados obtidos através de um processo de medição fornecem as informações necessárias para se efetuar futuras comparações entre o desempenho do sistema e as metas pré-definidas pela organização. Essas metas pré-definidas são derivadas de um plano estratégico e tem como objetivo avaliar o desempenho de um sistema em específico.

A medição de desempenho de um sistema pode ser realizada através da análise de Indicadores de Desempenho ou ID. Esses indicadores expressam informações tanto qualitativas como quantitativas a respeito do sistema analisado. Um ID pode ser constituído a partir de uma única unidade de medida ou podem ser agregados e calculados a partir de várias outras medidas conjugadas [Picard et al. (2010)].

A fim de reduzir a quantidade de IDs, pode-se agrupar vários indicadores em um único indicador de desempenho chave ou IDC que representam os componentes essenciais ou críticos para o desempenho global de um sistema [Picard et al. (2010)].

Especificamente para o ambiente de OVs, o processo de medição permite realizar a avaliação do desempenho dos provedores de serviço que compõem a OV. Este procedimento

permite a elaboração de planos para melhorar o desempenho futuro dos provedores de serviço na formação de novas OV's [Alves Junior e Rabelo (2013) e Picard et al. (2010)].

Segundo Picard et al. (2010), a medição de desempenho em um ACV é feita da mesma forma que a medição de desempenho em uma OV. Para a medição dos provedores que compõem o ACV, os respectivos IDs são calculados usando dados publicamente disponíveis (como por exemplo, o histórico de colaboração, descrição dos serviços ou a opinião em relação aos serviços prestados) juntamente com dados restritos ao provedor de serviço.

### 3. Método Proposto

Em uma rede que trata das inter-relações entre organizações (como, por exemplo, uma OV), a gestão de risco deve necessariamente estar associada a toda a rede [Juttner, Peck e Christopher (2005)]. Isso significa que, além das fontes ambientais e organizacionais que caracterizam o risco para as formas tradicionais de organização, as OV's enfrentam adicionalmente uma terceira categoria de risco, denominada de risco de rede, que representam as fontes de riscos associadas às interações entre seus membros [Alawamleh e Popplewell (2010)].

De acordo com a definição de risco apresentada na introdução deste trabalho, para efetuar a análise e mensuração do risco, utilizaremos o AHP (*do inglês Analytic Hierarchy Process*) que consiste em um método multicritério que realiza a análise com base em uma estrutura hierárquica de indicadores de desempenho chave [Saaty (1990) e Sari, Sen e Kilic (2008)].

#### 3.1. Modelo Geral

O modelo geral do método é apresentado na Figura 3, e é constituído de três etapas, que são interligadas pelo fluxo de informação (da esquerda para a direita): busca de provedores; análise de risco; lista ordenada de provedores. Como o processo de busca dá-se por análises de competências, o fluxo inicia-se com o surgimento de uma OC, que neste caso é formada por duas competências  $C1$  e  $C2$ . Os dados da OC são utilizados pela etapa de **busca de provedores de serviço**, a fim de consultar a base de dados do ACV, identificando os provedores de serviço por competência, e agrupando-os em conjuntos distintos representados por  $S_i$ . A variável  $i$  representa o índice da respectiva competência. Os conjuntos  $S_i$  não são necessariamente mútuos exclusivos, ou seja, um provedor de serviço pode estar presente em mais de um conjunto caso ele atenda mais de uma competência exigida na OV

Os conjuntos  $S_i$  de provedores de serviço são analisados pela etapa de **análise de risco dos provedores**, que através do método AHP, classifica os provedores de serviço (baseados em seus indicadores) e os ordenam de forma decrescente em uma lista  $T_i$  (onde  $i$  é o índice da competência). A lista ordenada  $T$  é utilizada como entrada de dados para a etapa de seleção e formação da OV (que não faz parte do escopo deste trabalho).

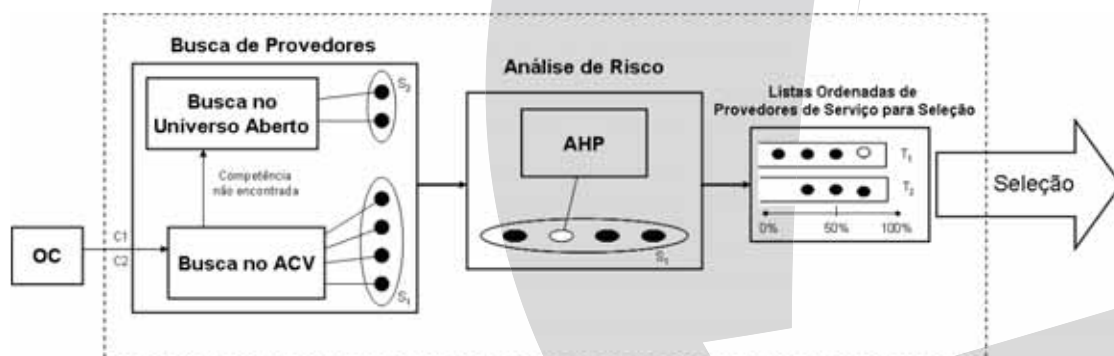


Figura 3. Modelo geral do método proposto

Observa-se na Figura 3 que a **etapa de busca de provedores** de serviço, utiliza-se da base de dados do ACV, para seleccionar provedores de serviço com competências complementares. No entanto, existem casos no qual a busca não identifica provedores de serviço



na base de dados do ACV e, portanto, é necessário buscá-los no mercado/universo aberto (terminologia utilizada para provedores de serviço fora do ACV). A Figura 3 ilustra esse caso particular, pois a busca no ACV não identificou provedores que possuíssem a competência  $C_2$  e por isso, passou a buscá-los no Universo Aberto formando o conjunto  $S_2$ .

### 3.2. Especificação do método

Essa seção destina-se a detalhar o modelo geral que foi apresentado na seção anterior.

#### 3.2.1. Etapa de busca no ACV

A busca por provedores de serviço no ACV consiste em um problema de correspondência entre conjuntos de competências, em que associa-se um elemento do conjunto de requisitos específicos da OC (extraído da fase do planejamento inicial da OV) a um elemento presente na base de dados do ACV.

O conjunto de requisitos específicos de uma OC é representado por  $R$ , onde os elementos que compõem  $R$  são palavras-chave que representam competências necessárias na operação da OV. Para fins didáticos, as palavras-chave do conjunto  $R$  são expressas por  $C_i$  conforme a Figura 3.

$$R = \{C_1, C_2, \dots, C_n\} \quad (1)$$

Os elementos do ACV são identificados através de uma matriz  $M$  (base de dados) que representa as competências presentes no ACV. Ela fornece a relação de todas as competências existentes  $C_n$  (colunas) no ACV por provedor serviço  $PS_n$  (linhas), sendo atribuído o valor de 1 quando o provedor atende uma determinada competência e 0 caso contrário.

$$M_j = \begin{matrix} & C_1 & C_2 & \dots & C_n \\ \begin{matrix} PS_1 \\ PS_2 \\ \dots \\ PS_n \end{matrix} & \begin{bmatrix} 1 & 0 & \dots & 1 \\ 0 & 1 & \dots & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ 1 & 1 & \dots & 1 \end{bmatrix} & \begin{matrix} \\ \\ \dots \\ \end{matrix} \end{matrix} \quad (2)$$

As informações para compor a matriz  $M$  são extraídas a partir do perfil de cada provedor de serviço  $PS_i$ , onde cada competência do provedor é descrita através de palavras-chaves idênticas às usadas na especificação da OC.

A associação entre os conjuntos foi definida por Alves Junior (2013) onde se estabelece uma função  $G(i, j)$  que associa os elementos do conjunto de requisitos específicos da OC aos provedores de serviços que possuem tais competências.

$$S = G(i, j) = |R_i \cap M_{ij}| \quad i \in R \wedge j \in M \quad (3)$$

O resultado da função de associação é apresentado através de uma matriz  $S$ , que corresponde aos provedores de serviço que possui as competências necessárias para compor uma OV. Ao se analisar a matriz  $S$ , observa-se que cada linha da matriz contém a lista de provedores de serviço aptos a compor uma OV para uma determinada competência.

A fim de facilitar a análise da matriz, optou-se por fazer a análise de linhas que consiste em separar cada linha da matriz em um vetor com índice ( $S_i$ ), onde o índice  $i$  corresponde o número da linha ao qual o vetor foi extraído da matriz  $S$ .

#### 3.2.2. Etapa da Análise de Risco

Os critérios adotados neste método para realizar a análise de risco foram estabelecidos a partir de um trabalho de pesquisa bibliográfica [Goranson (1999), Picard et al. (2008), Jansson et al. (2008) e Alawamleh e Popplewell (2010)]. Qualifica-se e quantifica-se a forma de prestação de serviço de um provedor avaliando-se a participação do mesmo em OVs anteriores. Para isto

utilizou-se três indicadores de desempenho chaves (IDCs) sendo eles: o de **prestação de serviço (KC)**, que está relacionado ao histórico da avaliação da prestação de serviço para cada provedor; o de **participação em OVs (KO)** que está relacionado ao histórico de colaboração entre provedores de serviço em OVs anteriores e de **análise de representatividade dos dados históricos** (*Conf*) que está relacionado ao total de avaliações que o provedor possui para os dois IDCs anteriores.

O primeiro IDC (KC) avalia o nível de prestação de serviço de um provedor e é composto por quatro IDs, propostos por Picard et al. (2008), que correspondem a subcritérios avaliados pelo método AHP [Sari et al. (2008)]. Os IDs que compõe o IDC de prestação de serviço são:

- **Custo:** é um dos principais fatores para a sua escolha a fim de compor uma OV. Quanto menor o custo do serviço em relação aos outros provedores, melhor será a nota atribuída a esse critério.
- **Produtividade:** é medida através da capacidade de geração e entrega do serviço oferecido. O ideal para esse indicador é buscar os provedores de serviço com produtividades equivalentes, pois se um provedor de serviço tiver uma produtividade baixa em relação aos demais parceiros, a entrega do serviço será limitada por aquele provedor.
- **Qualidade de serviço:** é analisada segundo o conhecimento técnico do Administrador do ACV e do gestor da OV. A métrica aplicada varia conforme o tipo de prestação de serviço de um provedor.
- **Governança:** segundo Jansson et al. (2008) é utilizada para designar princípios e processos básicos necessários na realização dos objetivos da OV e com isso avaliar as tomadas de decisões de um provedor de serviço durante a operação.

O segundo IDC (KO) é composto por 4 indicadores de desempenho. Alawamleh e Popplewell (2010) identificaram e especificaram em seus trabalhos os 13 principais indicadores que influenciam no sucesso de uma OV. O presente trabalho selecionou os quatro indicadores (de maior representatividade) que somados apresentam um grau de importância de 89% dos fatores mais relevantes para o sucesso de uma OV:

- **Confiança:** os provedores de serviços que irão compor a OV não necessariamente possuem conhecimento prévio uns sobre os outros antes de começar a colaborar. Assim, a confiança torna-se fundamental, que por sua vez envolve compromisso em realizar as tarefas planejadas.
- **Comunicação:** é um fator fundamental entre os membros de uma OV para o seu bom funcionamento. Os provedores de serviço devem fornecer informações corretas sobre seus produtos e serviços, colaborando na solução de conflitos, na partilha de práticas, dentre outros.
- **Colaboração:** é caracterizada pela partilha de riscos, custos e benefícios de fazer negócios acordadas e distribuídos de forma justa entre os provedores de serviços. Quando um acordo de colaboração não está com os objetivos claramente definidos, o risco de a OV falhar aumenta consideravelmente.
- **Compartilhamento de informações:** permite melhores tomadas de decisões, levando a uma melhor utilização dos recursos. Uma OV que não possua um bom compartilhamento de informações entre os membros pode apresentar problemas, que por fim, acaba levando à falha da OV.

O terceiro IDC trata-se de um indicador que é responsável pela **análise de representatividade dos dados históricos** de um provedor de serviço, onde se analisa a distância entre o total de avaliações que o provedor possui em relação número mínimo esperado de avaliações que os gestores desejam para considerar um provedor de serviço confiável [Molak, 1997]. Portanto, a representatividade dos dados ( $\Delta_i$ ) pode ser expressa por:

$$\Delta i = \frac{x_i}{x} \quad (4)$$

Onde  $x_i$  é número de avaliações que o provedor de serviço possui e  $x$  é o número esperado de avaliações definido pelos gestores do processo de formação da nova OV. Outra forma de estimar o **número esperado de avaliações** ( $x$ ) é através do cálculo de tamanho da amostra proposto por Barbetta, Reis e Bornia (2004), onde o número esperado de avaliações ( $x$ ) é obtido com base em um **erro amostral tolerado** ( $E_0$ ), que para esse trabalho, será o grau de confiança mínimo exigido pelo gestor sobre determinado grupo de IDC.

$$x = \frac{1}{E_0^2} \quad (5)$$

O IDC de **análise de representatividade dos dados históricos** evita que em determinadas situação provedores com um número menor de avaliações (menos confiáveis) apresentem índices superiores ao dos provedores com um número maior de avaliações (mais confiáveis), e dessa forma, tenham mais chances de serem selecionados.

### 3.2.2.1. Cálculo da Análise de Risco

O cálculo da análise de risco na busca é obtido através da média ponderada entre os valores de três indicadores: IDC de participação em OVs (representado por KO), IDC de prestação de serviço (representado por KC) e o resultado da análise de representatividade dos dados (representado por  $Conf$ ). A equação que define a análise dos provedores de serviço ( $PS$ ) pode ser expressa por:

$$PS_i = \frac{(KO * P1 + Conf * P2 + KC * P3)}{3} \quad (6)$$

onde  $i$  é o índice do provedor de serviço.

De acordo com a Equação 6, os resultados obtidos variam de acordo com os pesos ( $P1, P2$  e  $P3$ ) que são atribuídos. Esses pesos são definidos em comum acordo entre o Administrador do ACV e o Gestor da OV (agentes externos ao método proposto) [Camarinha-Matos, 2009].

Os valores de cada IDC (KO, KC, Conf) são obtidos a partir da aplicação do método AHP. Os IDCs são calculados a partir dos subcritérios (IDs), conforme apresentado na seção 3.2.2 da etapa de Análise de Risco. Por exemplo, o IDC de prestação de serviço é definido pelos valores dos subcritérios (custo, produtividade, qualidade de serviço e governança).

O cálculo dos subcritérios (IDs) de cada IDC é dado pela média das avaliações que o provedor de serviço possui. A partir da média de cada ID, o AHP elabora a matriz de julgamento, que é uma matriz quadrada ( $n \times n$ , sendo  $n$  o total de provedores de serviço), onde cada elemento da matriz é a razão entre as médias dos provedores de serviço para aquele subcritério (ID).

Após a formação da matriz de julgamento, inicia-se o processo de obtenção dos autovalores de cada linha da matriz, formando o vetor de prioridades. Para a obtenção dos autovalores será utilizado o método da potência [Oliveira e Belderrain (2008)]. Segundo Oliveira e Belderrain (2008), o ideal é normalizar o vetor de prioridades, gerando o vetor de prioridades normalizado que conterà a classificação dos provedores de serviço sobre aquele subcritério (ID) analisado.

Cada IDC possui quatro vetores de prioridades normalizados, que equivalem a cada subcritério (ID). Para a obtenção de um valor único de IDC, realiza-se a média ponderada da classificação de cada um dos provedores de serviço presentes nos quatro vetores de prioridade normalizados, gerando assim o IDC de prestação de serviço (KC) e o IDC de participação em OV (KO).



Para o cálculo da representatividade do histórico do provedor de serviço ( $Conf$ ), é necessário calcular o valor de  $\Delta_i$  (Equação 4) para cada IDC. Conforme os IDCs anteriores, a representatividade do histórico do provedor de serviço ( $Conf$ ) é obtida através da média ponderada dos vetores de prioridades normalizados pelo AHP.

#### 4. Avaliação do Método proposto

Conforme apresentado no modelo geral, a aplicação do método proposto gera como resultado listas distintas por competência (Figura 3) que são organizadas de forma decrescente, ou seja, os provedores com melhores índices de avaliação são alocados por primeiro nas listas. A avaliação do método consiste em medir as distâncias médias dos melhores provedores de serviço nas listas, identificados pelo método proposto em relação à posição do provedor de serviço no cenário original (ou seja, no cenário sem a aplicação do método proposto).

Utilizou-se essa abordagem para a análise de resultado, pois na etapa de seleção dos provedores, que sucede a etapa do método proposto, considera-se que o método de seleção buscará sequencialmente os provedores de serviço nas listas por competência, a fim de formar uma configuração de provedores que seja aceitável para a formação de uma OV. Portanto, o método proposto será considerado eficiente se apresentar os melhores provedores de serviço nas primeiras posições das listas por competência, reduzindo o tempo de seleção.

##### 4.1. Definição de parâmetros

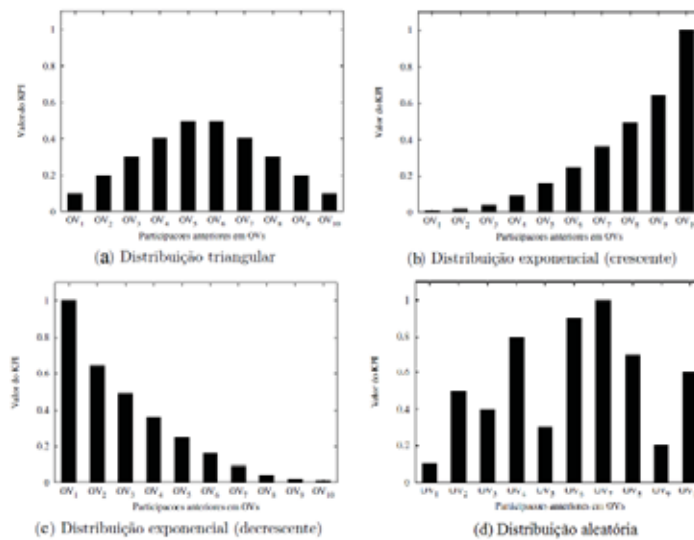
Esta seção apresenta a definição dos parâmetros aplicados ao método proposto, que são os pesos (P1, P2 e P3) da Equação 6 que serão utilizados no cálculo da análise de risco. Para a realização dos testes, utilizou-se pesos iguais a: P1 = 0,375, P2 = 0,25 e P3 = 0,375, em que os indicadores de participação em OVs (P1) e prestação de serviço (P3) possuem mesma importância (37,5%) e a representatividade dos dados (P2) possui a importância de 25%.

A determinação da representatividade dos dados históricos dos provedores de serviço depende do número esperado de avaliações  $x$  (Equação 4), e do erro amostral tolerado  $E_0$  (Equação 5). Para a realização dos testes, utilizou-se um erro amostral tolerado igual a 5% ( $E_0 = 5\%$ ), resultando em 400 avaliações esperadas ou  $x = 400$ .

A preparação da base de dados do ACV foi realizada visando à aplicação do método proposto. Ela foi gerada com 3 conjuntos de provedores (Grupo 0, Grupo 1 e Grupo 2), onde cada conjunto possuirá 1000 provedores de serviço. O processo de preparação ocorre na fase de criação do ciclo de vida de um ACV, e antecede o processo de formação da OV apresentado na Figura 1 (onde o método proposto está inserido).

##### 4.2. Cenários de Testes

Os testes com o objetivo de avaliar o método proposto foram realizados em um laboratório, a partir de um ambiente controlado. Para este trabalho, os cenários de testes foram realizados a partir de quatro distribuições de frequência distintas (triangular - item (a), exponencial crescente - item (b), exponencial decrescente - item (c) e aleatória - item (d) da Figura 4) na criação dos cenários de testes.



**Figura 4. Tipos de Distribuições utilizadas. Adaptado de Montgomery e Runger (2011)**

As distribuições de frequência da Figura 4 serão empregadas na geração de cada um dos indicadores que compõem um IDC, para os provedores de serviço que fazem parte do ACV. Para provedores fora do ACV, não se aplicará as distribuições de frequência, pois conforme apresentado no modelo geral (Figura 3) a busca dos provedores de serviço retorna primeiramente os provedores do ACV. Para a realização dos testes, considera-se que sempre haverá provedores de serviço com as competências exigidas pela OC no ACV e, portanto, restringiu-se que não será necessária a busca dos provedores de serviço no universo aberto.

Para cada um dos 4 tipos de cenários, gerou-se 1000 simulações. Com os resultados obtidos através das simulações, atualizou-se as listas ordenadas de provedores por competências, e na sequência, analisou-se a distância média dos 10 melhores provedores das listas segundo o método proposto. Adotou-se a escolha dos 10 melhores provedores de serviço que constam nas listas ordenadas por competência, pois estes são os melhores provedores para formar a OV.

#### 4.4. Análise dos Resultados Obtidos

Os dados com os resultados das simulações realizadas foram condensados em três tabelas (Tabela 1, Tabela 2 e Tabela 3). Nas tabelas apresentadas, as linhas representam o tipo de distribuição aplicada ao cenário, as colunas representam a posição do provedor de serviço na lista ordenada (por exemplo, 1° representa o melhor provedor da lista ordenada) e cada dado da tabela representa a média (de todas as simulações) das distâncias obtidas de determinado provedor de serviço para um tipo de distribuição. Por exemplo, para a tabela 1, a distância média das 1000 simulações para o melhor (1°) provedor de serviço utilizando uma distribuição aleatória (primeira linha) é igual a 493,8.

Grupo 0	1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°	8°	9°	10°
<b>Aleatória</b>	493,8	490,8	484,9	500,2	495,5	489,3	503,3	490,3	498,4	493,5
<b>Triangular</b>	500	500	500	496	499	499	499	491	498	498
<b>Exp. Crescente</b>	1000	998	996	994	992	990	988	986	984	982
<b>Exp. Decrescente</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

**Tabela 1. Distância média dos provedores de serviço para o Grupo 0**

Grupo 1	1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°	8°	9°	10°
<b>Aleatória</b>	506,5	496,8	495,3	495,8	489,6	497,1	493	487,6	487,8	494
<b>Triangular</b>	500	500	500	496	499	499	499	491	498	498
<b>Exp. Crescente</b>	1000	998	996	994	992	990	988	986	984	982
<b>Exp. Decrescente</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

**Tabela 2. - Distância média dos provedores de serviço para o Grupo 1**

Grupo 2	1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°	8°	9°	10°
Aleatória	505,3	512,5	497,7	506,2	486,1	494,5	502,2	492,1	477,5	496,1
Triangular	500	500	500	496	499	499	499	491	498	498
Exp. Crescente	1000	998	996	994	992	990	988	986	984	982
Exp. Decrescente	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabela 3. Distância média dos provedores de serviço para o Grupo 2

A partir dos resultados apresentados nas três tabelas anteriores, gerou-se um histograma (Figura 5) que resume os dados apresentados nas tabelas (Tabelas 1, Tabela 2 e Tabela 3). Por exemplo, a primeira barra (preto, representa distribuição exponencial) é a média dos elementos da terceira linha e primeira coluna das três tabelas. Portanto, as barras do histograma indicam a variação média dos dez melhores provedores de serviço após a aplicação do método. Ou seja, calcula-se quantas posições o mesmo variou em relação ao cenário original, sem a aplicação do método proposto nesse trabalho.

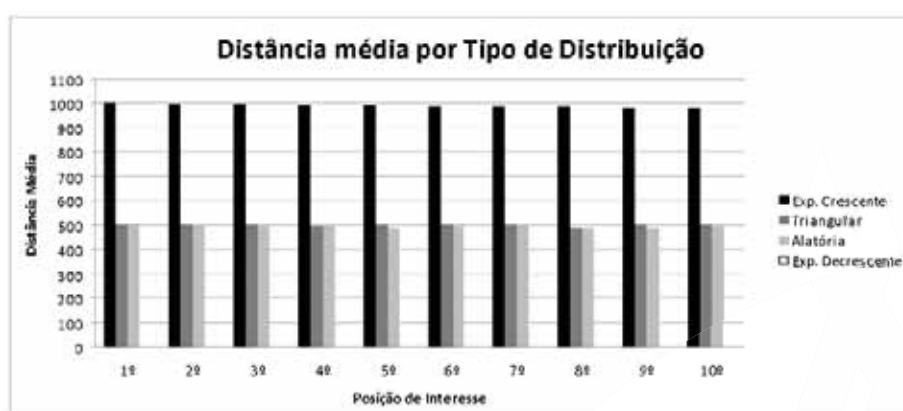


Figura 5. Resultado do método por grupo

Com base na Figura 5 e nas tabelas por grupo, pode-se observar que não houve variações da distância média dos provedores de serviço utilizando a distribuição exponencial decrescente e, portanto não é possível visualizá-lo no histograma. Isso ocorre pois os valores para essa distribuição já estão ordenados, sendo assim o resultado do método proposto é idêntico a distribuição analisada e portanto, sua variação é igual a zero.

Os resultados para a distribuição exponencial crescente indicam que sem a aplicação do método a seleção dos provedores de serviço iria percorrer todo o conjunto de provedores de serviço para encontrar os melhores para a formação da OV. Já para a distribuição triangular a seleção em média iria buscar os melhores provedores de serviço percorrendo metade do tamanho do vetor.

Por fim, a distribuição aleatória apresentou resultado semelhante à distribuição triangular. Esse resultado destaca-se dos demais, pois a distribuição aleatória é a que melhor representa um cenário real de aplicação do método. Com base nos resultados obtidos, o método proposto para o processo de busca de provedores de serviço para compor uma OV mostrou-se eficiente em classificá-los para a próxima fase de formação de uma OV (de seleção dos provedores de serviço).

## 5. Conclusão e Trabalhos Futuros

Este trabalho teve como objetivo especificar e desenvolver um método que realiza a classificação e a ordenação, baseadas em competências, de provedores de serviço para compor OVs. A classificação prévia dos provedores de serviço visa buscar a redução do risco associado ao ciclo da OV, pois, permite selecionar com fidelidade superior e maior transparência os provedores de serviço que irão compor a OV.

Com base nos resultados anteriormente apresentados, observava-se que o método proposto mostrou-se eficiente na redução do tempo de busca dos provedores de serviço no

processo de seleção para a formação da OV. A redução do tempo foi de aproximadamente 50% para o cenário utilizando a distribuição aleatória, que corresponde a mais próxima de um cenário real.

Esses resultados foram obtidos a partir de uma análise multicritério através do AHP. A análise é baseada em indicadores de desempenho chave para classificar um provedor de serviço em relação ao grupo de competência ao qual este pertence. Os melhores provedores de serviço disponíveis para compor a OV serão identificados e alocados nas primeiras posições da lista por competências.

Este trabalho faz parte de um projeto de pesquisa mais amplo, que tem como objetivo mensurar e reduzir o risco em todo o ciclo da OV [Lemos (2014), Vieira (2014)]. Como trabalhos futuros têm-se o desafio de integrar esta proposta aos demais trabalhos para analisar o impacto da aplicação do método no processo de seleção, avaliando a redução efetiva do tempo de busca na seleção dos provedores de serviço.

### Referências

- Afsarmanesh, H. e Camarinha-Matos, L.** (2005), A framework for management of virtual organization breeding environments, *Collaborative networks and their breeding environments*, Springer US, 35-48.
- Alawamleh, M. e Popplewell, K.** (2010), Risk Sources Identification in Virtual Organization, *Enterprise Interoperability IV*, London, U. K., 265–277.
- Alves Junior, O. e Rabelo, R.** (2013), A KPI model for logistics partners' search and suggestion to create virtual organizations, *Int. J. of Networking and Virtual Organisations*, 12, 149.
- Barbetta, P, Reis, M. e Bornia, A.**, Estatística: para cursos de engenharia e informática, Atlas, 2004.
- Camarinha-Matos, L. e Afsarmanesh, H.** (2005), Collaborative networks: a new scientific discipline. *Journal of Intelligent Manufacturing*. 439–452.
- Camarinha-Matos, L M. et al.** (2009), Collaborative networked organizations—Concepts and practice in manufacturing enterprises, *Computers & Industrial Engineering*, 57, n. 1, 46-60.
- Camarinha-Matos, L. M. et al.** (2005), Towards a framework for creation of dynamic virtual organizations, *6th IFIP Working Conf. on Virtual Enterprises PRO-VE*, 26–28.
- Jansson, K. et al.** (2008), Governance and management of virtual organizations, *Methods and tools for collaborative networked organizations*, Springer US, 221-238.
- Goranson, H.** The Agile Virtual Enterprise: Cases, Metrics, Tools, *Quorum Books*, 1999.
- Juttner, U., Peck, H. e Christopher, M.** (2003), Supply Chain Risk Management: Outlining an Agenda for future Research, *Int. J. of Logistics: Research & Applications*, 6, n. 4, 197–210.
- Lemos, F. et al.** (2014), A hybrid dea-fuzzy method for risk assessment in virtual organizations, *The 11th Int. FLINS Conf. Decision Making and Soft Comput*, 9, 601.
- Lohman, C., Fortuin, L. e Wouters, M.** (2004), Designing a performance measurement system: A case study, *European Journal of Operational Research*, 267–286.
- Molak, V.**, Fundamentals of risk analysis and risk management, Lewis Pub., New York, 1997.
- Montgomery, D. e Runger, G.** Applied statistics and probability for engineers. Hoboken, NJ: Wiley, 2011.
- Oliveira, C. e Belderrain, M.** (2008), Considerações sobre a obtenção de vetores de prioridades no AHP, *Encuentro Nacional de Docentes. Atas do EPIO*.
- Picard, W. et al.** (2010), Breeding virtual organizations in a service-oriented architecture environment, *SOA Infrastructure Tools: Concepts and Methods*, 375-396.
- Saaty, T. L.** (1990), How to make a decision: the analytic hierarchy process. *European journal of operational research*, 48, n. 1, 9-26.
- Sari, B., Sen, T. e Kilic, S.** (2008), Ahp model for the selection of partner companies in virtual enterprises, *The Int. J. of Advanced Manufacturing Technology*, 38, n. 3-4, 367-376.
- Vieira, R. G., Alves, O. C. e Fiorese, A.** (2014), A multicriteria method for evaluating risks in virtual organizations, *Industrial Informatics (INDIN), 12th IEEE Int. Conf. on. IEEE*, 477-482.

**Vieira, R. G et al.** (2014), A Risk Analysis Method to Support Virtual Organization Partners' Selection, *In 15th IFIP Working Conference on Virtual Enterprises*, 597–609.

