

**PROBLEMA DE SELEÇÃO DE FORNECEDORES: UMA ABORDAGEM  
UTILIZANDO ANALYTIC NETWORK PROCESS****Amanda Cecília Simões da Silva**Instituto Tecnológico de Aeronáutica - ITA  
Pça Marechal E. Gomes, 50, Vila das Acácias, CEP 12228-900, São José dos Campos - SP  
amanda.acsimoes@gmail.com**Mischel Carmen Neyra Belderrain**Instituto Tecnológico de Aeronáutica - ITA  
Pça Marechal E. Gomes, 50, Vila das Acácias, CEP 12228-900, São José dos Campos - SP  
carmen@ita.br**RESUMO**

O Problema de Seleção de Fornecedores (SSP) é definido como o processo pelo qual os fornecedores são selecionados e avaliados para fazerem parte da cadeia de suprimentos. O objetivo deste trabalho é explorar a etapa de pré-qualificação do SSP, propondo a aplicação do método *Analytic Network Process* (ANP) com a abordagem *ratings*, definindo níveis de intensidade mínimos de desempenho em cada critério (limiares), de forma a reduzir as alternativas disponíveis para um conjunto menor de fornecedores aceitáveis. O método proposto foi aplicado num exemplo. Os resultados mostraram que a ordenação apresentada pelo método ANP/*ratings*, desconsiderando os limiares de cada critério selecionaria fornecedores “não aptos”, devido a característica do método de permitir a compensação entre o desempenho dos critérios. Entretanto, com a definição de níveis de intensidade mínimo exigido de cada critério, foi possível realizar a triagem dos fornecedores realmente “aptos”, para seguirem para a etapa de seleção final.

**Palavra-chave:** Pré-qualificação de fornecedores; Analytic Network Process; Ratings.

**ABSTRACT**

The Supplier Selection Problem (SSP) is defined as the process by which suppliers are selected and evaluated to be part of the supply chain. The objective of this work is to explore the pre-qualification stage of the SSP, proposing the application of the Analytic Network Process (ANP) method with the ratings approach, defining minimum levels of performance intensity for each criterion (thresholds), in order to reduce the possible alternatives to a smaller set of acceptable suppliers. The proposed method was applied in an example. The results showed that the ordering presented by the ANP/ratings method, once you disregard the thresholds of each criterion would select "not suitable" suppliers, due to the characteristic of the method of allowing the compensation between the performance of the criteria. However, with the definition of minimum intensity levels required of each criterion,

it was possible to carry out the screening of the truly "suitable" suppliers, in order to proceed to the final selection stage.

**Keywords:** Supplier's pre-qualification; Analytic Network Process; Ratings.

### Como Citar:

SILVA, A.C.S.; BELDERRAIN, M.C.N. Problema de Seleção de Fornecedores: Uma Abordagem Utilizando Analytic Network Process. *In: SIMPÓSIO DE PESQUISA OPERACIONAL E LOGÍSTICA DA MARINHA*, 19., 2019, Rio de Janeiro, RJ. **Anais** [...]. Rio de Janeiro: Centro de Análises de Sistemas Navais, 2019.

## 1. INTRODUÇÃO

O Problema de Seleção de Fornecedores (*Supplier Selection Problem* - SSP) consiste em analisar e medir o desempenho de um conjunto de fornecedores a fim de classificá-los e selecioná-los para melhorar a competitividade da cadeia de suprimentos (BRUNO *et al.*, 2009). Tal problema é considerado complexo por possuir múltiplas alternativas e múltiplos critérios, tanto qualitativos e quantitativos, e que podem ser conflitantes entre si (SONMEZ, 2006).

A preocupação, com o tema SSP, é evidenciada na literatura desde a década de 60, quando Dickson (1966) identificou os principais critérios envolvidos no processo de seleção. Desde então, vários trabalhos sobre revisões de literatura vêm sendo publicadas, dentre as principais citam-se: (DEBOER *et al.*, 2001), (BHUTTA, 2003), (SONMEZ, 2006), (AISSAOIU *et al.*, 2007), (HO *et al.*, 2010), (AGARWAL *et al.*, 2011), (WARE *et al.*, 2012), (GENOVESE *et al.*, 2013), (CHAI *et al.*, 2013), (GOVINDAN *et al.*, 2015), (YILDIZ e YAYLA 2015), (ASSELAOU *et al.*, 2015), (HAMDI *et al.*, 2015), (WETZSTEIN *et al.*, 2016), (SIMIC *et al.*, 2017), (OCAMPO *et al.*, 2018), entre outros.

No entanto, estas revisões de literatura variam em áreas de interesse. Ho *et al.* (2010) estudou 78 artigos de periódicos internacionais de 2000 a 2008 e classificou-os quanto aos critérios de avaliação mais utilizados e abordagens de seleção mais populares (HO *et al.*, 2010).

Genovese *et al.* (2013) e Govindan *et al.* (2015) focaram suas revisões de literatura em seleção de fornecedores verdes, onde fatores ambientais são incorporados no SSP, devido a crescente preocupação ambiental nas operações das empresas. Ainda segundo Govindan *et al.* (2015) os resultados mostram que, embora exista um interesse crescendo sobre fatores ambientais dentro da literatura de SSP, ainda há um número relativo baixo de artigos publicados que incorporam critérios ambientais, quando comparado com o grande volume de publicações referente apenas ao tema SSP (GENOVESE *et al.*, 2013; GOVINDAN *et al.*, 2015).

Ocampo *et al.* (2018) analisaram 244 artigos que utilizaram várias abordagens de seleção de fornecedores no período de 2006 a 2016. As abordagens identificadas foram classificadas em: 1) abordagens individuais (métodos MCDM - *Multiple Criteria Decision Making*), programação matemática, inteligência artificial, abordagens de decisão *fuzzy* e modelagem estatística), 2) abordagens integradas, e; 3) abordagens emergentes (abordagens que não são amplamente conhecidas e fornecem uma nova maneira de analisar o problema de seleção de fornecedores). A revisão realizada pelos autores revela que 61% dos artigos

analisados empregam abordagens integradas, 31% aplicam abordagens individuais e 8% abordagens emergentes. A abordagem *fuzzy* integrada é mais adotada dentro das abordagens integradas, e Programação matemática é a mais adotada dentro das categorias de abordagens individuais (OCAMPO *et al.*, 2018).

DeBoer *et al.* (2001) apresentam o desenvolvimento do SSP em quatro etapas: Etapa 1: Definição do problema; Etapa 2: Formulação dos critérios de decisão; Etapa 3: Pré-qualificação dos fornecedores potenciais; e, Etapa 4: Seleção final dos fornecedores (DEBOER *et al.*, 2001). Sonmez (2006) considera mais uma etapa adicional neste processo: a de Monitoramento dos fornecedores selecionados, denominada Etapa 5 (SONMEZ, 2006),

As últimas revisões de literatura, sobre técnicas utilizadas no SSP, mostram que a etapa de seleção final (etapa 4) concentra a vasta maioria de publicações existentes na literatura (OCAMPO *et al.*, 2018), (SIMIC *et al.*, 2017), (YILDIZ e YAYLA 2015), (CHAI *et al.*, 2013). Poucos trabalhos exploram a etapa de pré-qualificação (etapa 3) (SARKAR e MOHAPATRA, 2006), (GALO e CARPINETTI, 2018), (LIMA JUNIOR *et al.*, 2013), (SEPULVEDA e DERPICH, 2015), (ARAZ e OZKARAHAN, 2007). Todos estes autores utilizaram métodos de classificação para esta etapa.

Araz e Ozkarahan (2007) utilizam métodos multicritério da família PROMÉTHÉE (*Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluations*) e suas variações (*Prométhée sorting*) para a etapa 3 (ARAZ e OZKARAHAN, 2007). E mais recentemente Galo e Carpinetti (2018) propõem a utilização de um modelo de apoio à tomada de decisão que combina o ELECTRE TRI e os conjuntos *Triangular Hesitant Fuzzy* (GALO e CARPINETTI, 2018).

Apesar de todas as etapas do SSP serem importantes, este trabalho propõe explorar a etapa de pré-qualificação (etapa 3), propondo a aplicação de um método de ordenação, o *Analytic Network Process* (ANP) com a abordagem *ratings*, definindo níveis de intensidade mínimos de desempenho em cada critério, de forma a reduzir as alternativas disponíveis para um conjunto menor de fornecedores aceitáveis.

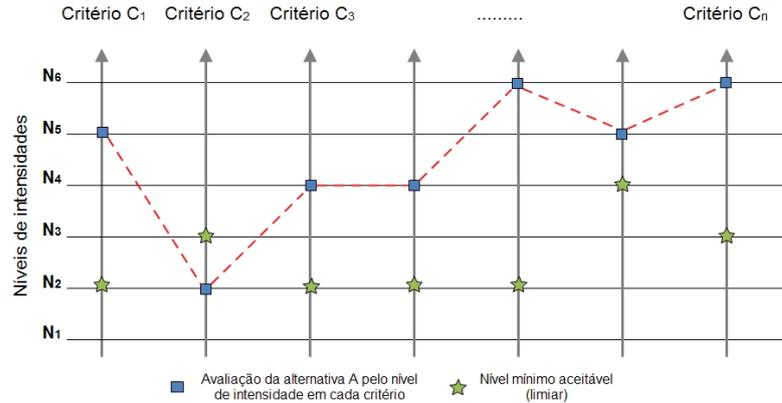
## 2. ANALYTIC NETWORK PROCESS (ANP) COM ABORDAGEM RATINGS

Desenvolvido por Thomas L. Saaty, o ANP é um método de apoio multicritério a decisão, considerado uma generalização do *Analytic Hierarchy Process* (AHP). Dessa maneira, o ANP utiliza uma rede (ao invés de hierarquia, como no AHP), não sendo necessário especificar níveis, além de permitir relações de dependência entre seus elementos ou nós (SAATY e OZDEMIR, 2005).

Segundo Saaty (2006) existem duas formas de realizar as comparações par a par utilizadas nos métodos AHP e ANP, são elas: a) por meio de comparações em termos de medição absoluta (do inglês, *absolute measurement*); e, b) por meio de comparações em termos de medição relativa (do inglês, *relative measurement*). Na medição absoluta (também conhecida como *ratings*) as alternativas são avaliadas de acordo com os níveis de intensidade obtidos de cada atributo (critérios e subcritérios no AHP e nós no ANP). Na medição relativa, as alternativas são comparadas par a par à luz de um critério.

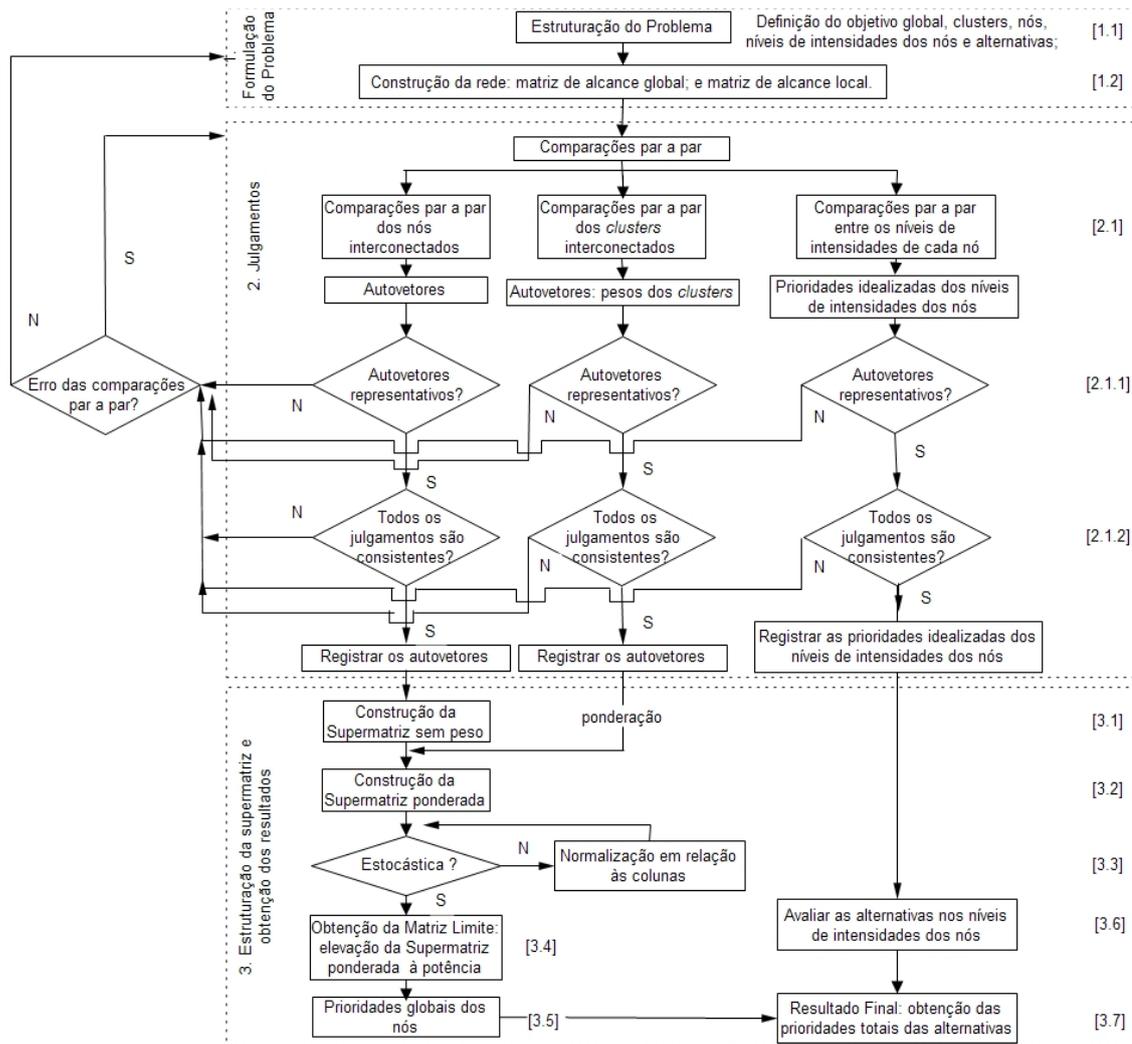
Conforme mencionado, a medição absoluta (*ratings*) tem a vantagem de estabelecer padrões que as alternativas devem cumprir. Ou seja, o decisor, caso queira, pode atribuir um nível mínimo aceitável (limiar) dos níveis de intensidade de cada atributo, conforme esquematizado na Figura 1. Esse tipo de atribuição serve para verificar se alguma alternativa não atende o requisito mínimo de desempenho em algum critério/subcritério/nó.

Figura 1 – Limiars dos níveis de intensidade dos critérios para a avaliação de alternativas.



Silva (2012) apresenta três etapas para aplicação do método ANP com a abordagem *ratings*: 1) formulação do problema, 2) julgamentos e 3) estruturação da supermatriz e obtenção dos resultados, conforme mostrado na Figura 2.

Figura 2 – Etapas do método ANP com a abordagem *ratings*.



Na Etapa 1 (Formulação do Problema) define-se o objetivo do processo decisório, os *clusters*, critérios, denominado nós na aplicação do ANP, com seus respectivos níveis de intensidade e as alternativas. Posteriormente constrói-se a rede de *clusters* com seus respectivos critérios (nós) e estabelecem-se as relações de dependência e *feedback* entre eles. Inserem-se os níveis de intensidade nos critérios (nós). A rede não possui o *cluster* das alternativas, porém estas são inseridas internamente na rede. As alternativas são classificadas conforme os níveis de intensidade dos nós, ou seja, para cada alternativa são atribuídos os níveis de intensidade de cada critério (nó) da rede.

Para este trabalho definiu-se o limiar (nível mínimo aceitável) dos níveis de intensidade de cada nó.

Na Etapa 2 (Julgamentos) as comparações par a par são realizadas para todas as conexões existentes na rede e também entre os níveis de intensidade de cada nó, de acordo com a Escala Fundamental de Saaty. As comparações par a par dividem-se em três casos: 1) comparações par a par entre os nós interconectados; 2) comparações par a par entre os *clusters* interconectados; e, 3) comparações par a par entre os níveis de intensidade de cada nó. Uma vez realizadas todas as comparações e verificada a consistência dos julgamentos são registrados os autovetores e as prioridades idealizadas dos níveis de intensidade (valores numéricos dos *ratings*).

Na Etapa 3 (Estruturação da supermatriz e obtenção dos resultados) são construídas as supermatrizes (sem pesos, ponderada e limite) e são obtidas as prioridades globais dos nós. Posteriormente as alternativas são classificadas nos respectivos níveis de intensidade de cada nó, obtendo assim as prioridades locais das alternativas. Por fim, obtêm-se as prioridades totais das alternativas, agregando as prioridades globais dos nós com os valores numéricos idealizados dos níveis de intensidade em cada nó (prioridades locais das alternativas).

Maiores detalhes sobre as etapas e passos do método ANP com a abordagem *ratings* (SILVA, 2012).

A próxima seção apresenta um exemplo de aplicação do método ANP com a abordagem *ratings* para a etapa de pré-qualificação do SSP.

### **3. APLICAÇÃO DO MÉTODO ANP COM A ABORDAGEM RATINGS NA ETAPA DE PRÉ-QUALIFICAÇÃO DO SSP**

O contexto do exemplo é o seguinte: A Empresa A, com mais de 40 anos no mercado, é uma das maiores fabricantes de motores automotivos do Brasil. São inúmeros os itens produzidos pela empresa, mas alguns destes são adquiridos de fornecedores. Um deles é o filtro de óleo, item importante para preservar a vida útil do motor. Para este produto, existem 20 fornecedores conhecidos. Os decisores neste exemplo são os autores do trabalho. A decisão é identificar quais fornecedores são aptos ou não aptos para o fornecimento do produto.

O método ANP com a abordagem *ratings* foi aplicado com o auxílio do *software SuperDecisions* ([www.superdecisions.com](http://www.superdecisions.com)), seguindo as etapas e passos apresentados na Figura 2. A seguir são apresentados somente as principais saídas de cada uma das etapas.

#### **3.1. ETAPA 1: FORMULAÇÃO DO PROBLEMA DE DECISÃO**

A definição dos critérios no SSP geralmente surge a partir dos aspectos que as empresas levam em conta na seleção de fornecedores e os mesmos serão usados para comparar as alternativas. Portanto os critérios variam de acordo com as características e necessidade de cada organização, do contexto de decisão e dos *stakeholders* envolvidos.

Para o exemplo em questão foram considerados sete critérios (nós) apresentados na revisão de literatura de Ho *et al.* (2010). A Tabela 1 apresenta a definição de cada critério.

Tabela 1 – Critérios (nós) estabelecidos e suas respectivas descrições.

<b>Critérios</b>	<b>Definição</b>
Qualidade	Avaliado em termos de o fornecedor oferecer um produto durável e confiável dentro das conformidades e especificações da empresa.
Entrega	Avalia a quantidade de entregas de transporte que foram efetivamente entregues no prazo acordado em contrato e a conformidade de entrega.
Custo	Avaliado em termo de custo-benefício, o quanto é justo pagar por um produto ou serviço que trará um rendimento melhor para a empresa.
Competência da Produção	Consiste em avaliar vários pontos como: equipe de trabalho bem treinada e flexível, máquinas, equipamentos, sistemas e tecnologias atualizados, dentre outros.
Serviço	Avaliado com base na flexibilidade da produção do fornecedor e na flexibilidade de entrega.
Reputação	Avaliado por meio do histórico e recomendações de outras empresas que já usufruíram dos mesmos produtos ou serviço.
Riscos	Possíveis perdas em longo prazo. Avaliado por meio do histórico, entrega no prazo, estabilidade financeira e flutuação dos custos.

A Tabela 2 apresenta os níveis de intensidade (*ratings*) dos critérios (nós). O limiar de cada nível de intensidade é apresentado em negrito.

Tabela 2 – Níveis de intensidade dos nós.

<b>Critérios (nós)</b>	<b>Níveis de intensidade</b>
Qualidade	Excelente, Muito bom, <b>Bom</b> , Regular e Ruim
Entrega	Dentro do prazo, <b>Pouco atraso</b> e Muito atraso
Custo	Excelente, Muito bom, <b>Bom</b> , Regular e Ruim
Competência da Produção	Competente, <b>Regular</b> e Baixa competência
Serviço	Nível de serviço alto, <b>Nível de serviço médio</b> e Nível de serviço baixo
Reputação	Excelente reputação, <b>Boa reputação</b> e Baixa reputação
Riscos	Alto, <b>Médio</b> , Baixo

As alternativas de decisão inicialmente consideradas são os 20 fornecedores de filtro de óleo. Cada fornecedor foi avaliado com base nas definições dos nós apresentados na Tabela 1 e classificados de acordo com os níveis de intensidade apresentados na Tabela 2. A Tabela 3 apresenta os fornecedores com seus respectivos níveis de intensidade em cada nó. Observa-se que alguns fornecedores possuem níveis de intensidade abaixo do limiar, estipulado pelos decisores, e está em negrito sublinhado na Tabela 3.

Tabela 3 – Alternativas e seus níveis de intensidade em cada critério (nó).

	Qualidade	Entrega	Custo	Competência	Serviço	Reputação	Riscos
Fornec. 1	Muito bom	Dentro do prazo	Muito bom	Regular	Alto	Excelente	Baixo
Fornec. 2	Muito bom	Pouco atraso	Bom	Regular	Médio	Boa	Médio
Fornec. 3	Excelente	Dentro do prazo	<b>Regular</b>	Competente	Alto	Boa	Médio
Fornec. 4	Muito bom	Dentro do prazo	Muito bom	Competente	Alto	Excelente	Baixo
Fornec. 5	Muito bom	Dentro do prazo	Muito bom	Regular	Médio	Boa	Médio
Fornec. 6	Bom	Pouco atraso	Bom	Regular	Médio	Boa	Médio
Fornec. 7	Muito bom	Dentro do prazo	Excelente	Competente	Alto	Excelente	Baixo
Fornec. 8	Muito bom	Pouco atraso	Muito bom	Regular	Médio	Boa	Médio
Fornec. 9	Bom	Dentro do prazo	Bom	Regular	Médio	Boa	Médio
Fornec. 10	<b>Regular</b>	Pouco atraso	Muito bom	Competente	Médio	<b>Baixa</b>	<b>Alto</b>
Fornec. 11	Excelente	Pouco atraso	Bom	Competente	Médio	Excelente	Médio
Fornec. 12	Excelente	Pouco atraso	Excelente	Competente	Alto	Excelente	Médio
Fornec. 13	Bom	<b>Muito atraso</b>	Bom	Regular	<b>Baixo</b>	Boa	<b>Alto</b>
Fornec. 14	Excelente	Pouco atraso	Muito bom	Competente	Alto	Excelente	Baixo
Fornec. 15	Excelente	Pouco atraso	Muito bom	Competente	Médio	Excelente	Baixo
Fornec. 16	<b>Regular</b>	Dentro do prazo	Bom	<b>Baixa</b>	<b>Baixo</b>	<b>Baixa</b>	Médio
Fornec. 17	Muito bom	Dentro do prazo	Bom	Competente	Médio	Boa	Baixo
Fornec. 18	Excelente	Pouco atraso	Bom	Competente	Alto	Excelente	Médio
Fornec. 19	Bom	Dentro do prazo	Muito bom	Regular	Médio	Boa	Médio
Fornec. 20	Bom	Pouco atraso	Bom	Competente	Alto	Boa	Médio

A Figura 3 apresenta a rede para o exemplo de pré-qualificação de fornecedores. Observe o *cluster* do Objetivo e o *cluster* de Critérios (nós).

Figura 3 – Rede do exemplo de seleção de fornecedores.



A Tabela 4 apresenta a matriz de alcance local que especifica a relação de dependência entre os nós do *cluster* critério, representado pelo *loop* da Figura 3. O valor 1 é atribuído sempre que houver dependência. Caso contrário, atribui-se o valor zero.

Por exemplo, observando a primeira coluna da matriz de alcance local, o critério Qualidade influencia os critérios Entrega, Custo, Competência da produção e Reputação, representado pelo valor 1.

Tabela 4 – Matriz de alcance local para o exemplo de seleção de fornecedores.

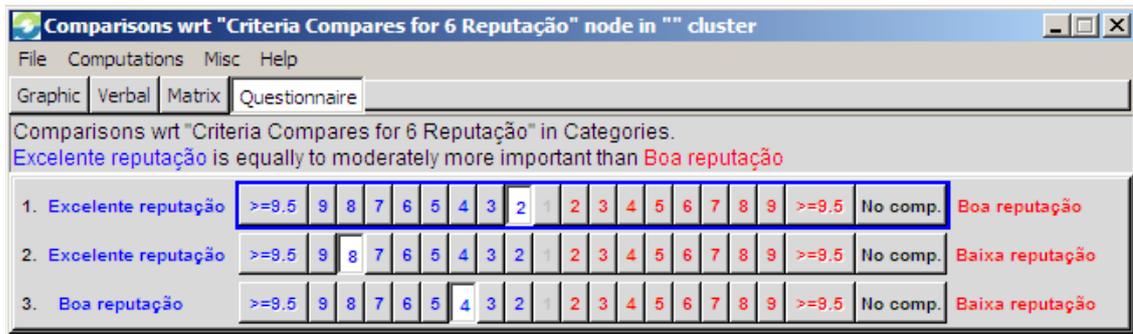
	Q	E	C	CP	S	Rep	R
<b>Qualidade (Q)</b>	0	0	1	1	0	0	1
<b>Entrega (E)</b>	1	0	1	1	1	0	1
<b>Custo (C)</b>	1	1	0	1	1	0	1
<b>Competência (CP)</b>	1	0	1	0	1	1	0
<b>Serviço (S)</b>	0	1	1	0	0	1	1
<b>Reputação (Rep)</b>	1	1	0	1	1	0	1
<b>Riscos (R)</b>	0	0	1	0	0	1	0

Após a construção da rede (Figura 3) e da matriz de alcance local (Tabela 4), procede-se a etapa de julgamentos.

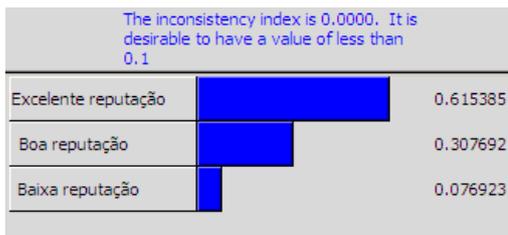
**3.2. ETAPA 2: JULGAMENTOS**

Todas as comparações par a par foram realizadas utilizando a Escala Fundamental de Saaty (SAATY, 2006). A Figura 4 (a) apresenta a matriz de comparação par a par dos níveis de intensidade para o critério (nó) Reputação do cluster critérios. Os níveis de intensidade adotados para este critério são: excelente reputação, boa reputação e baixa reputação (Tabela 2). A Figura 4 (b) e (c) apresentam o vetor de prioridades obtido por meio do cálculo do autovetor direito e o vetor de prioridades idealizado obtido atribuindo-se a melhor categoria o valor igual a 1 e as outras proporcionalmente menor, respectivamente. Procede-se de forma análoga para os demais critérios (nós) da rede.

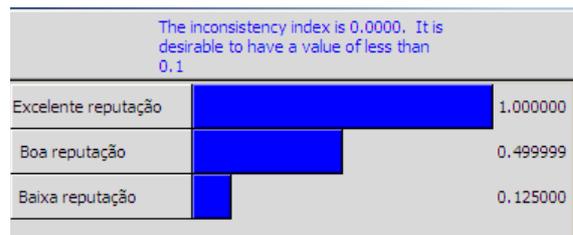
Figura 4 – Vetor de prioridades em valores numéricos dos níveis de intensidade para o nó reputação do cluster critérios.



(a) Matriz de comparação: comparações par a par entre os níveis de intensidade do nó reputação do cluster critérios.



(b) Vetor de prioridades.



(c) Vetor de prioridades idealizado.

De acordo com os decisores, todos os autovetores obtidos refletem o problema assim como todos os valores da Razão de Consistência (RC) obtidos das matrizes de comparação estão dentro do limite aceitável ( $RC < 0,10$ ). Desta forma, os autovetores e as prioridades idealizadas dos níveis de intensidade (valores numéricos dos níveis de intensidade) são registrados.

### 3.3. ETAPA 3: ESTRUTURAÇÃO DA SUPERMATRIZ E OBTENÇÃO DOS RESULTADOS

As prioridades globais dos nós são oriundas da matriz limite. Representam os “pesos” de cada nó. As prioridades globais foram: Qualidade (0,230), Entrega (0,143), Custo (0,334), Competência da produção (0,160), Serviço (0,073), Reputação (0,044) e Riscos (0,016). Os nós Custo (0,334) e Qualidade (0,230) apresentaram as maiores prioridades do *cluster* critérios para a aplicação em curso.

Nesta etapa as alternativas são avaliadas nos níveis de intensidade. O desempenho dos fornecedores são inseridos no modelo, conforme apresentado na Tabela 5.

Tabela 5 – Classificação das alternativas nos níveis de intensidade dos critérios.

	Priorities	1 Qualidade 0.230475	2 Entrega 0.143254	3 Custos 0.333569	4 Competência da 0.159549	5 Serviço 0.073194	6 Reputação 0.043550	7 Riscos 0.016410
Fornecedor 1	0.060618	Muito bom	Dentro do prazo	Muito bom	Regular	Nível de serviço alto	Excelente reputação	Baixo
Fornecedor 2	0.036957	Muito bom	Pouco atraso	Bom	Regular	Nível de serviço médio	Boa reputação	Médio
Fornecedor 3	0.054096	Excelente	Dentro do prazo	Regular	Competente	Nível de serviço alto	Boa reputação	Médio
Fornecedor 4	0.068585	Muito bom	Dentro do prazo	Muito bom	Competente	Nível de serviço alto	Excelente reputação	Baixo
Fornecedor 5	0.054621	Muito bom	Dentro do prazo	Muito bom	Regular	Nível de serviço médio	Boa reputação	Médio
Fornecedor 6	0.029423	Bom	Pouco atraso	Bom	Regular	Nível de serviço médio	Boa reputação	Médio
Fornecedor 7	0.075072	Muito bom	Dentro do prazo	Excelente	Competente	Nível de serviço alto	Excelente reputação	Baixo
Fornecedor 8	0.047788	Muito bom	Pouco atraso	Muito bom	Regular	Nível de serviço médio	Boa reputação	Médio
Fornecedor 9	0.036256	Bom	Dentro do prazo	Bom	Regular	Nível de serviço médio	Boa reputação	Médio
Fornecedor 10	0.042517	Regular	Pouco atraso	Muito bom	Competente	Nível de serviço médio	Baixa reputação	Alto
Fornecedor 11	0.050442	Excelente	Pouco atraso	Bom	Competente	Nível de serviço médio	Excelente reputação	Médio
Fornecedor 12	0.071414	Excelente	Pouco atraso	Excelente	Competente	Nível de serviço alto	Excelente reputação	Médio
Fornecedor 13	0.023950	Bom	Muito atraso	Bom	Regular	Nível de serviço baixo	Boa reputação	Alto
Fornecedor 14	0.065551	Excelente	Pouco atraso	Muito bom	Competente	Nível de serviço alto	Excelente reputação	Baixo
Fornecedor 15	0.061897	Excelente	Pouco atraso	Muito bom	Competente	Nível de serviço médio	Excelente reputação	Baixo
Fornecedor 16	0.026202	Regular	Dentro do prazo	Bom	Baixa competência	Nível de serviço baixo	Baixa reputação	Médio
Fornecedor 17	0.052381	Muito bom	Dentro do prazo	Bom	Competente	Nível de serviço médio	Boa reputação	Baixo
Fornecedor 18	0.054097	Excelente	Pouco atraso	Bom	Competente	Nível de serviço alto	Excelente reputação	Médio
Fornecedor 19	0.047087	Bom	Dentro do prazo	Muito bom	Regular	Nível de serviço médio	Boa reputação	Médio
Fornecedor 20	0.041045	Bom	Pouco atraso	Bom	Competente	Nível de serviço alto	Boa reputação	Médio

A Tabela 6 apresenta os valores numéricos dos níveis de intensidade dos critérios, cujo processo foi explicado na Figura 4. Por exemplo, para o nó Reputação, os seus níveis de intensidade excelente reputação, boa reputação e baixa reputação recebem os valores 1,00, 0,5 e 0,125, respectivamente.

Tabela 6 – Valores numéricos dos níveis de intensidade dos critérios.

	Priorities	1 Qualidade 0.230475	2 Entrega 0.143254	3 Custos 0.333569	4 Competência da 0.159549	5 Serviço 0.073194	6 Reputação 0.043550	7 Riscos 0.016410
Fornecedor 1	0.060618	0.790948	1.000000	0.753435	0.366884	1.000000	1.000000	1.000000
Fornecedor 2	0.036957	0.790948	0.395212	0.341757	0.366884	0.366884	0.500001	0.517875
Fornecedor 3	0.054096	1.000000	1.000000	0.147300	1.000000	1.000000	0.500001	0.517875
Fornecedor 4	0.068585	0.790948	1.000000	0.753435	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000
Fornecedor 5	0.054621	0.790948	1.000000	0.753435	0.366884	0.366884	0.500001	0.517875
Fornecedor 6	0.029423	0.376492	0.395212	0.341757	0.366884	0.366884	0.500001	0.517875
Fornecedor 7	0.075072	0.790948	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000
Fornecedor 8	0.047788	0.790948	0.395212	0.753435	0.366884	0.366884	0.500001	0.517875
Fornecedor 9	0.036256	0.376492	1.000000	0.341757	0.366884	0.366884	0.500001	0.517875
Fornecedor 10	0.042517	0.162807	0.395212	0.753435	1.000000	0.366884	0.125001	0.107277
Fornecedor 11	0.050442	1.000000	0.395212	0.341757	1.000000	0.366884	1.000000	0.517875
Fornecedor 12	0.071414	1.000000	0.395212	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	0.517875
Fornecedor 13	0.023950	0.376492	0.093714	0.341757	0.366884	0.100951	0.500001	0.107277
Fornecedor 14	0.065551	1.000000	0.395212	0.753435	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000
Fornecedor 15	0.061897	1.000000	0.395212	0.753435	1.000000	0.366884	1.000000	1.000000
Fornecedor 16	0.026202	0.162807	1.000000	0.341757	0.100951	0.100951	0.125001	0.517875
Fornecedor 17	0.052381	0.790948	1.000000	0.341757	1.000000	0.366884	0.500001	1.000000
Fornecedor 18	0.054097	1.000000	0.395212	0.341757	1.000000	1.000000	1.000000	0.517875
Fornecedor 19	0.047087	0.376492	1.000000	0.753435	0.366884	0.366884	0.500001	0.517875
Fornecedor 20	0.041045	0.376492	0.395212	0.341757	1.000000	1.000000	0.500001	0.517875

A Figura 5, apresenta de forma gráfica, a pontuação final para cada alternativa (fornecedor), representada pela coluna “Total”.

No momento da análise dos resultados pelo decisor, o mesmo deve atentar para o valor da coluna “Total” da Figura 5, pois quanto mais próximo de 1 este valor, maior o desempenho do fornecedor nos critérios. Por exemplo o fornecedor 7, com prioridade total de 0,9518, foi classificado **apto** por possuir os melhores níveis de intensidade em cada critério, como pode ser visto nas Tabela 5 e 6.

O decisor deve também se atentar ao fato que o método ANP utiliza regras compensatórias, ou seja um fornecedor com prioridade total alta pode não garantir um nível mínimo de desempenho em algum critério. É o caso do Fornecedor 3, que apesar de ter obtido uma prioridade total de 0,6859, deve ser eliminado, pois apresentou nível de intensidade no critério Custo abaixo do limiar estipulado (regular), conforme Tabela 5. Situação análoga ocorre com os fornecedores 10, 13 e 16. Por exemplo o fornecedor 10, décimo quarto colocado, apresenta níveis de intensidade abaixo do limiar estipulado nos critérios Qualidade, Reputação e Riscos.

Neste exemplo foram adotados liminares para os critérios, de forma a classificar o fornecedor como **não apto**, caso não atenda ao limiar mínimo estipulado. O *ranking* final dos fornecedores e sua classificação são apresentados na penúltima e última coluna da Figura 5, respectivamente.

Diante da situação os fornecedores 3, 10, 13 e 16 foram classificados como fornecedores **não aptos** e o restante como fornecedores **aptos**, por atenderem aos requisitos mínimos de desempenho em todos os critérios.

Figura 5 – Pontuação final, *ranking* e classificação das alternativas.

Graphic	Ratings Alternatives	Total	Ideal	Normal	Ranking	Classificação
	Fornecedor 1	0.7686	0.8075	0.0606	6	Apto
	Fornecedor 2	0.4686	0.4923	0.0370	16	Apto
	Fornecedor 3	0.6859	0.7206	0.0541	9	Não apto
	Fornecedor 4	0.8696	0.9136	0.0686	3	Apto
	Fornecedor 5	0.6925	0.7276	0.0546	7	Apto
	Fornecedor 6	0.3730	0.3919	0.0294	18	Apto
	Fornecedor 7	0.9518	1.0000	0.0751	1	Apto
	Fornecedor 8	0.6059	0.6366	0.0478	12	Apto
	Fornecedor 9	0.4597	0.4830	0.0363	17	Apto
	Fornecedor 10	0.5391	0.5664	0.0425	14	Não apto
	Fornecedor 11	0.6395	0.6719	0.0504	11	Apto
	Fornecedor 12	0.9055	0.9513	0.0714	2	Apto
	Fornecedor 13	0.3037	0.3190	0.0239	20	Não apto
	Fornecedor 14	0.8311	0.8732	0.0656	4	Apto
	Fornecedor 15	0.7848	0.8245	0.0619	5	Apto
	Fornecedor 16	0.3322	0.3490	0.0262	19	Não apto
	Fornecedor 17	0.6641	0.6978	0.0524	10	Apto
	Fornecedor 18	0.6859	0.7206	0.0541	8	Apto
	Fornecedor 19	0.5970	0.6272	0.0471	13	Apto
	Fornecedor 20	0.5204	0.5467	0.0410	15	Apto

Uma vez garantido níveis mínimos de desempenho em cada critério na avaliação dos fornecedores, o decisor poderá selecionar dentre os fornecedores classificados como aptos aqueles com maiores prioridades totais, para seguirem para a etapa de seleção final.

#### 4. ANÁLISE DOS RESULTADOS

Este trabalho focou na Etapa 3 (pré-qualificação dos fornecedores potenciais) do SSP. O método ANP com abordagem *ratings* foi aplicado para realizar o *ranking* de 20 fornecedores, utilizando-se de sete critérios (nós) para esta seleção.

Com essa aplicação foi possível modelar as relações de dependências e *feedback* entre os critérios de seleção, além de permitir o ordenamento (*ranking*) dos critérios propiciando aos gestores uma forma de organização e estruturação de suas preferências, mostrando-lhes quais critérios são mais relevantes para a seleção de fornecedores.

Analisando o *ranking* apresentado na Figura 5 mostrou-se que a utilização de um

método de ordenação (como o ANP), na etapa de pré-qualificação, pode levar a seleção de fornecedores que não atendam aos requisitos mínimos de desempenho em algum dos critérios, por permitir a compensação entre o desempenho dos critérios.

Por este motivo, utilizou-se da abordagem *ratings*, definindo níveis de intensidade mínimos de desempenho em cada critério, de forma a eliminar os fornecedores que não atendem aos requisitos mínimos de desempenho.

Uma vantagem da utilização da abordagem *ratings* é a possibilidade de inserir e remover alternativas durante o processo decisório, sem ocasionar prejuízo na estrutura e sem ocasionar inversão de *ranking*, além de permitir a análise de uma quantidade maior de alternativas (fornecedores), quando comparado com o ANP tradicional.

## 5. CONCLUSÕES

O SSP é constituído por cinco etapas: 1) Definição do problema; 2) Formulação dos critérios de decisão; 3) Pré-qualificação dos fornecedores potenciais; 4) Seleção final dos fornecedores e 5) Monitoramento dos fornecedores selecionados. Este trabalho propôs a aplicação do método ANP com a abordagem *ratings* na etapa de pré-qualificação dos fornecedores potenciais (etapa 3).

Na literatura essa etapa é abordada tanto com técnicas recomendadas para a classificação ou ordenação. Neste trabalho foi abordado com um método de ordenação.

A utilização do método ANP com a abordagem *ratings* pode levar a escolha de alternativas que apresentam desempenho baixo ou muito baixo em algum critério (nó), como já previsto devido a característica do método de compensação entre os desempenhos dos critérios.

Entretanto, com a definição de um desempenho mínimo aceitável em cada critério (nó), denominado limiar neste trabalho, foi possível identificar os fornecedores que não deveriam ser pré-qualificados na etapa 3.

Apesar de DeBoer *et al.* (2001) sugerir o uso de métodos de classificação para a etapa 3, este trabalho mostrou que é possível utilizar o método ANP com abordagem *ratings*, destacando-se a necessidade de utilizar limiares nos critérios (desempenho mínimo) para lidar com este tipo de problema de forma mais adequada. Ou seja, a utilização de um método compensatório, sem limiares, para a etapa de pré-qualificação de fornecedores poderia selecionar fornecedores que não atendam aos requisitos mínimos de desempenho em algum dos critérios.

Para trabalho futuro, pretende-se estruturar o problema decisório com a abordagem *Value-Focused Thinking* (VFT) ou *Value-Focused Brainstorming* (VFB) para a definição dos critérios; assim como abordar a etapa 4 (seleção final dos fornecedores) com o método ANP integrado com a abordagem *fuzzy* (SIMIC *et al.*, 2017).

## AGRADECIMENTOS

Este trabalho foi parcialmente apoiado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] AISSAOUI, N.; HAOUARI, M.; HASSINI, E. Supplier selection and order lot sizing modeling: a review. **Computers & Operations Research**, v. 34, n. 12, p. 3516-3540, 2007.

- [2] AGARWAL, P.; SAHAI, M.; MISHRA, V.; BAG, M.; SINGH, V. A Review of Multi-Criteria Decision Making Techniques for Supplier Evaluation and Selection. **International Journal of Industrial Engineering Computations**. Growing Science Publication, v. 2, n. 4, p. 801-810, 2011.
- [3] ASSELLAOU, H.; OUHBI, B.; FRIKH B. Supplier Selection problem: a mathematical models story. *In*: 3rd INTERNATIONAL CONFERENCE ON LOGISTICS OPERATIONS MANAGEMENT (GOL), Fez, Morocco, 2015.
- [4] ARAZ, C.; OZKARAHAN, I. Supplier evaluation and management system for strategic sourcing based on a new multicriteria sorting procedure. **International Journal of Production Economics**, v. 106, n. 2, p. 585-606, 2007.
- [5] BHUTTA, M. K. S. Supplier selection problem: methodology literature review. **Supply Chain Management: An International Journal**, v. 7, n. 3, p. 126-135, 2003.
- [6] BRUNO, G.; ESPOSITO, E.; GENOVESE, A.; PASSARO, R. The Analytical Hierarchy Process in the supplier selection problem. *In*: 10th INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON THE ANALYTIC HIERARCHY/NETWORK PROCESS, Pittsburgh. ISAHP, 2009.
- [7] CHAI, J.; LIU, J.N.K.; NGAI, E.W.T. Application of decision-making techniques in supplier selection: a systematic review of literature. **Expert Systems with Applications**, v. 40, n. 10, p. 3872-3885, 2013.
- [8] DEBOER, L.; LABRO, E.; MORLACCHI, P. A review of methods supporting supplier selection. **European Journal of Purchasing and Supply Management**, v. 7, n. 2, p. 75-89, 2001.
- [9] DICKSON, G. W. An analysis of vendor selection systems and decisions. **Journal of Purchasing**, v. 2, n. 1, p. 5-17, 1966.
- [10] GALO, N. R.; CARPINETTI, L. C. R. Método de apoio à tomada de decisão em grupo para elicitação de preferências e categorização de fornecedores baseado em Fuzzy Delphi, Hesitant Fuzzy e ELECTRE TRI. *In*: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA OPERACIONAL, 50., 2018, Rio de Janeiro, RJ. **Anais [...]**. Rio de Janeiro: PUC-Rio, 2018.
- [11] GENOVESE, A.; LENNY KOH, S. C.; BRUNO, G.; ESPOSITO, E. Greener Supplier Selection: state of the art and some empirical evidence. **International Journal of Production Research**, v. 51, n. 10, p. 2868-2886, 2013.
- [12] GOVINDAN, K.; RAJENDRAN, S.; SARKIS, J.; MURUGESAN, P. Multi-criterion decision making approaches for green supplier evaluation and selection: a literature review. **Journal of Cleaner Production**, v. 98, p. 66-83, 2015.
- [13] HAMDY, F.; GHORBEL, A.; MASMOUDI, F.; DUPONT, L. Optimization of a supply portfolio in the context of supply chain risk management: literature review. **Journal of Intelligent Manufacturing**, v. 29, n. 4, p. 763-788, 2015.
- [14] HO, W.; XU, X.; DEY, P. Multi-criteria decision making approaches for supplier evaluation and selection: a literature review. **European Journal of Operational Research**, v. 202, n. 1, p. 16-24, 2010.

- [15] LIMA JUNIOR, F. R.; OSIRO, L.; CARPINETTI, L. C. R. A fuzzy inference and categorization approach for supplier selection using compensatory and non-compensatory decision rules. **Applied Soft Computing Journal**, v. 13, n. 10, p. 4133-4147, 2013.
- [16] OCAMPO, L.A.; ABAD, G.K.M.; CABUSAS, K.G.L.; PADON, M.L.A.; SEVILLA, N.C. Recent approaches to supplier selection: a review of literature within 2006–2016. **International Journal Integrated Supply Management**, v. 12, n. 1-2, p. 22-68, 2018.
- [17] SAATY, T. L. Rank from comparisons and from ratings in the analytic hierarchy/network processes. **European Journal of Operational Research**, v. 168, n. 2, p. 557-570, 2006.
- [18] SAATY, T. L.; OZDEMIR, M. **The Encyclicon a dictionary of applications of decision making with dependence and feedback based on the analytic network process**. Pittsburgh: RWS Publications, 2005. 292 p.
- [19] SARKAR, A.; MOHAPATRA, P. K. J. Evaluation of supplier capability and performance: A method for supply base reduction. **Journal of Purchasing and Supply Management**, v. 12, n. 3, p. 148-163, 2006.
- [20] SEPULVEDA, J. M.; DERPICH, I. S. Multicriteria supplier classification for DSS: Comparative analysis of two methods. **International Journal of Computers, Communications and Control**, v. 10, n. 2, p. 238-247, 2015.
- [21] SILVA, Amanda Cecília Simões. **Utilização de Abordagens Não Usuais na Tomada de Decisão Multicritério à Solução do Problema de Seleção de Fornecedores**. 2012. Tese (Doutorado em Engenharia Aeronáutica e Mecânica) – Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA), São José dos Campos, 2012.
- [22] SIMIC, D.; KOVACEVIC, I.; SVICEVIC, V.; SIMIC, S. 50 years of fuzzy set theory and models for supplier assessment and selection: A literature review. **Journal of Applied Logic**, v. 24 (Part A), p. 85-96, 2017.
- [23] SONMEZ, M. A review and critique of supplier selection process and practices. **Business School Occasional Papers Series**, v. 1, n. 1, p. 1-34, 2006.
- [24] WARE, N. R., SINGH, S. P., BANWET, D. K. (2012). Supplier Selection Problem: A state-of-the-art review. *Management Science Letters*, 2:1465-1490.
- [25] WETZSTEIN, A.; HARTMANN, E.; BENTON JR, W. C.; HOHENSTEIN, N. O. A systematic assessment of supplier selection literature – State-of-the-art and future scope. **International Journal Production Economics**, v. 182, p. 304-323, 2016.
- [26] YILDIZ, A.; YAYLA, A. Y. Multi-criterion decision making methods for supplier selection: a literature review. **Journal of Industrial Engineering**, v. 26, n. 2, p. 158-177, 2015.