

## **Decisor: uma ferramenta de software para modelar decisões complexas com AHP**

Henrique Jung de Carvalho (UNISC) [henrique.jung94@gmail.com](mailto:henrique.jung94@gmail.com)  
Ricardo M. Czekster (UNISC\PPGSPI) [ricardoc@unisc.br](mailto:ricardoc@unisc.br)  
Gabriela Kessler (UNISC) [gabizkessler@gmail.com](mailto:gabizkessler@gmail.com)  
Liane M. Kipper (UNISC\PPGSPI) [liane@unisc.br](mailto:liane@unisc.br)

### **Resumo**

No Brasil o *Total Quality Management* (TQM), passou a exigir das empresas maior eficiência e, consequentemente, maior rapidez e assertividade nas tomadas de decisões. Desta maneira, surge a necessidade de se empregar métodos de auxílio à decisão tais como o *Analytic Hierarchy Process* (AHP). O presente artigo é de caráter exploratório e tem por objetivo apresentar a ferramenta *Decisor*, desenvolvida para auxiliar e facilitar a aplicação do método AHP e auxiliar no processo de decisão. Para o desenvolvimento desta aplicação foi realizado um estudo das ferramentas existentes e de trabalhos relacionados. O software implementado contém campos de entrada de dados, os quais o usuário pode informar suas próprias alternativas e critérios. A ferramenta suporta ainda a alteração de escalas de julgamento (e.g. linear, exponencial, entre outras) de forma fácil de usar. A maneira pela qual a ferramenta foi projetada permite que os usuários construam diferentes cenários exploratórios, salvando modelos à medida que estes vão sendo criados. É possível ainda inferir análises do tipo *Benefícios, Oportunidades, Custos e Riscos* (BOCR) permitindo relacionar outras dimensões ao mesmo problema. Por fim, permite que seja feita tomada de decisão de grupo (*Group Decision Making*) utilizando média geométrica nos valores fornecidos pelos *stakeholders*. A ferramenta foi utilizada em uma disciplina de pós-graduação, com resultados interessantes. A partir das melhorias sugeridas, o software foi aprimorado para apresentar funcionalidades que estavam faltando, algo somente verificado após sua utilização.

**Palavras chave:** AHP (*Analytic Hierarchy Process*); ferramentas para tomada de decisão; processo de tomada de decisão; métodos de auxílio à decisão.

## **Decisor: a software tool to model complex decisions with AHP**

### **Abstract**

*Total Quality Management (TQM) has demanded more efficiency from the companies and hence greater speed and assertiveness in decision making. Thus, methods for aiding decision making processes such as the Analytic Hierarchy Process (AHP) emerged as valid alternatives. The present work is an exploratory article aimed to present the Decisor tool developed to assist and ease the use of AHP and decision making process in overall. For the development of the software, we have conducted a study consisting of tools and related works. Our software contains intuitive data entry fields, which the user could input a set of alternatives and criteria, easing decision making. The tool also supports other judgement scales (e.g. linear, exponential, etc.) in an easy to use manner. The method adopted to develop the tool used simple designs, allowing users to create several exploratory scenarios, saving models as they are created. It is also possible to infer Benefits, Opportunities, Costs and Risks (BOCR) to correlate other dimensions to the same problem. Finally, it allows Group Decision Making using geometric mean applied to the inputted values provided by the stakeholders. The tool was used in a graduation course, with interesting results. From the suggested improvements, it was enhanced to introduce features that were missing, something that was only verified after execution.*

**Keywords:** AHP (*Analytic Hierarchy Process*); decision making tools; decision processes; decision aid methods.

### **1. Introdução**

De acordo com Saaty (1977), o principal problema das teorias de decisão é determinar o peso de cada alternativa, posto que cada uma possa ser julgada em relação a um ou vários critérios. Em outras palavras: é necessário haver alternativas e critérios prioritários para poder

haver a tomada de decisão, o que implica a efetiva participação de todos os envolvidos. Nas palavras do próprio pesquisador: “[...] modelar problemas complexos com hierarquia é útil para estimular a participação e interação entre as pessoas envolvidas.” (SAATY, 1977, p. 280 – tradução livre<sup>1</sup>).

Neste sentido, um dos responsáveis pela introdução da Gerência pela Qualidade Total (TQM) no Brasil, Campos, (SALOMON, 2002) observou muitos métodos utilizados pelas empresas brasileiras para a tomada de decisões eram inadequados. Desta maneira, viu-se a necessidade de métodos de auxílio à decisão, como o que aqui se descreve – AHP.

Existem muitos métodos MCDM (*Multi-Criteria Decision Methods*)<sup>2</sup>, tais como: AHP e ANP, PROMETHEE, ELECTRE (e variantes), TOPSIS, MAUT, TRIZ, Bordas e Condorcet. Cada um deles possui uma maneira diferente de modelar problemas decisórios. Cabe ressaltar que o presente trabalho foca apenas na utilização do método AHP.

Este artigo, portanto, de cunho exploratório, pretende apresentar a ferramenta *Decisor*, destinada a facilitar a aplicação do método AHP e, por consequência, o processo de decisão. A ferramenta é bastante intuitiva e apresenta campos de entrada de dados que permitem que o usuário modele seu problema através de listas de alternativas e critérios. Com os campos preenchidos, inicia-se a segunda etapa do processo de tomada de decisão, que é a comparação par-a-par (*Parwise Comparisons*) de importância (ou julgamentos) entre critérios e alternativas (para cada critério).

Para uma melhor contextualização deste método, apresenta-se uma detalhada descrição de AHP, na Seção 2, explicando a estrutura do modelo e sua funcionalidade. Na Seção 3 são comentadas algumas ferramentas que permitem modelagem através de AHP, tópico que se subdivide em uma discussão sobre a avaliação de duas dessas ferramentas. A Seção 4 apresenta a ferramenta *Decisor* e apresenta suas funcionalidades em um exemplo. A Seção 5 finaliza o trabalho comentando algumas considerações finais e trabalhos futuros.

## 2. Analytic Hierarchy Process (AHP)

O método de auxílio à decisão AHP, que pode ser traduzido ao português como *Processo de Análise Hierárquica*, faz parte dos métodos tradicionais em Pesquisa Operacional e foi proposto por Saaty em 1977 para, segundo Palmer (1999) resolver um conflito militar no Oriente Médio. Ainda que a utilização de sua estratégia por parte dos militares do Egito tenha conduzido o conflito a um desfecho pacífico, a maneira pela qual se chegou à decisão não agradou a Saaty, posto que aspectos importantes acabassem não sendo considerados, por não serem qualificáveis.

Assim, Saaty dedicou-se a desenvolver o AHP, baseando-se em disciplinas aparentemente sem muita relação, como Álgebra Linear, Pesquisa Operacional e Psicologia. Segundo Saaty (1991), o fundamento do método é a decomposição e a síntese das relações entre os critérios, de maneira a chegar a uma priorização dos indicadores. Assim, haverá uma melhor resposta de medição única de desempenho. A publicação dos resultados foi veiculada em um periódico de Matemática e Psicologia (Saaty, 1977). A partir de então, o método chamou a atenção de pesquisadores de diversas áreas, como Engenharia e Administração, sendo investigado também por estudiosos de outros campos científicos. Neste mesmo período, Salomon (2002, p. 3) explica que ocorreu o lançamento de “um modelo computacional (o software *Expert Choice*), desenvolvido por Forman, consultor e parceiro do

<sup>1</sup> No original em inglês: “[...] modeling complex problems with hierarchies useful in stimulating participation and interaction among the people concerned.” (SAATY, 1977, p. 280).

<sup>2</sup> Em português: Métodos múlti-critério de tomada de decisão.

Prof. Saaty na empresa *Incorporated Expert Choice*<sup>3</sup>. A empresa detém, entre a sua carteira de clientes, corporações como NASA, Boeing, Roche, Bank of America, entre outros, utilizando seu software que está atualmente na versão 11.5<sup>3</sup>.

Sobre este método, Salomon e Montevechi (2001) realizaram experiência e observaram seu desempenho em aplicações de MCDM. Após as observações, passaram a recomendar a utilização do AHP esperando obter resultados positivos, desde que três pré-requisitos sejam respeitados: a disponibilidade de tempo para a tomada da decisão; a não existência de mais de nove alternativas e que os elementos de um mesmo nível hierárquico sejam independentes.

A ideia da análise hierárquica é reduzir o estudo de sistema a uma sequência de comparações par-a-par, de maneira a diminuir as falhas nos processos de tomada de decisões. Segundo Saaty (1991), a análise hierárquica imita o processo que ocorre no cérebro humano, o qual agrupa os elementos de acordo com as prioridades que estes têm em comum, para depois, agrupá-los novamente em um nível ‘mais elevado’, baseando-se em propriedades presentes concomitantemente em grupos de nível imediatamente abaixo.

De acordo com o *Decision Support Systems Glossary* (DSS, 2006) o AHP consiste em uma aproximação para a tomada de decisão, a qual envolve a estruturação de multicritérios de escolha em uma hierarquia. Todos os critérios tem sua importância relativa avaliada pelo método por intermédio da comparação de alternativas entre si, determinando um *ranking* total das alternativas.

A execução do AHP acontece em três níveis bem definidos: “criação e estruturação do modelo, realização de julgamentos e síntese dos resultados”, como ilustra a Figura 1 a seguir.

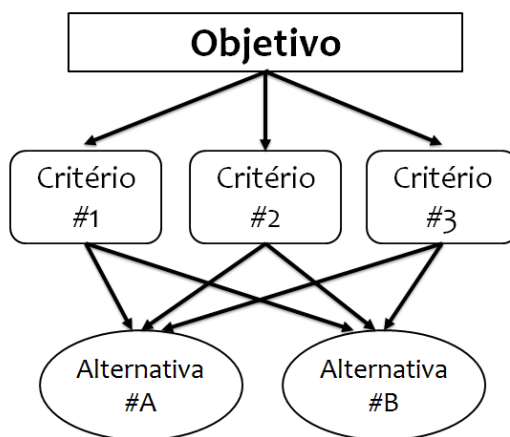


**Figura 1:** Estrutura de decisão hierárquica em AHP. Fonte: autores, baseado em (Salomon, 2002).

A estrutura do modelo de decisão adquire uma forma hierárquica no AHP e “o desempenho global de cada alternativa é obtido ponderando-se o desempenho da alternativa em cada critério pelo peso do critério” (SALOMON, 2002, p. 3). Tanto o peso do critério como o desempenho das possibilidades em cada critério tem sua estimativa calculada pelos componentes do vetor de prioridades. Estes resultam de “estimativa do auto vetor V da Equação (1) a seguir, onde A é a matriz de julgamentos e  $\lambda_{\max}$  é o máximo autovalor”. (Saaty, 1977; Saaty, 1991).

$$A \times V = \lambda_{\max} \times V \quad (1)$$

<sup>3</sup> Disponível em: [expertchoice.com/clientes-successes/](http://expertchoice.com/clientes-successes/). Acesso em 14.08.2016.

Para demonstrar seu método, Saaty (1991) apresentou um problema clássico de estimação de distâncias, no qual o objetivo é verificar qual cidade está situada mais distantemente da Filadélfia. Para tanto utilizou o depoimento de um viajante de linhas aéreas, tendo como base seu cansaço após a viagem. Saaty empregou a mesma escala fundamental proposta em 1977, de 1 a 9, chegando à conclusão que a Filadélfia está ‘levemente’ mais longe de Tóquio do que o Cairo e ‘absolutamente’ mais longe de Tóquio do que Chicago, como mostra a Tabela 1.

**Tabela 1:** Matriz para estimar a distância à Filadélfia. Fonte: Elaborado p/ autores, a partir de Saaty (1991)

|               | Cairo         | Tóquio        | Chicago       | São Francisco | Londres       | Montreal |
|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|----------|
| Cairo         | 1             | $\frac{1}{3}$ | 8             | 3             | 3             | 7        |
| Tóquio        | 3             | 1             | 9             | 3             | 3             | 9        |
| Chicago       | $\frac{1}{8}$ | $\frac{1}{9}$ | 1             | $\frac{1}{6}$ | $\frac{1}{5}$ | 2        |
| São Francisco | $\frac{1}{3}$ | $\frac{1}{3}$ | 6             | 1             | $\frac{1}{3}$ | 6        |
| Londres       | $\frac{1}{3}$ | $\frac{1}{3}$ | 5             | 3             | 1             | 6        |
| Montreal      | $\frac{1}{7}$ | $\frac{1}{9}$ | $\frac{1}{2}$ | $\frac{1}{6}$ | $\frac{1}{6}$ | 1        |

O AHP estima diversas dimensões típicas de um processo de tomada de decisão sejam estas presentes de forma qualitativa ou quantitativamente, tangíveis ou intangíveis, e aproxima-as de um modelo abstrato quantificável em escalas de julgamento e pesos entre as entidades modeladas. Saaty (1996) explica que o seu método é capaz de lidar com tais aspectos qualitativos e quantitativos porque os valores dos julgamentos das comparações paritárias baseiam-se em experiência, em intuição e em dados físicos. Neste sentido, Kessler et al. (2015) relatam que o AHP, “qualitativamente ajuda a decompor um problema de decisão de meta global, e quantitativamente, ele usa a comparação de pares para atribuir pesos para os elementos nos níveis de aglomerados e sub aglomerados”.

Dağdeviren (2008), entretanto, critica o método, principalmente no que tange à utilização da hierarquia, pois considera que alguns problemas de decisão possuem uma dependência e interação com níveis diferentes da hierarquia. Já Grandzol (2005) adverte para uma limitação do AHP que pode ser a aplicação inadequada por uma simplificação exagerada (algo comum em qualquer modelo de sistema) ou um ambiente não apropriado. Mas, este mesmo autor reconhece a aplicabilidade do método no mercado profissional e acadêmico, onde é utilizado com sucesso para a seleção de funcionários, entre outros problemas. Becker e Braunschweig (2004) destacam sua eficiência nas pesquisas em agricultura e Feng (2004) comenta a aplicabilidade do AHP para medir a eficiência do gerenciamento de trabalhos de pesquisa e desenvolvimento em universidades. Murakami (2003) aponta o sucesso na decisão estratégica de TI e Santana (2014) na escola de operadoras na área de logística.

Sendo um método baseado em hierarquias, Saaty (1996) alerta que é necessário fazer um bom uso da escala de prioridades. Por isso, recomenda o que definiu como sendo uma escala de julgamentos, indo de 1 até 9 significando a importância (9) e indiferença (1) de um critério com relação ao outro e estágios intermediários entre eles valores, como apresenta a Tabela 2.

**Tabela 2:** Escala Fundamental do AHP. Fonte: Elaborada pelos autores, a partir de Saaty (1991).

| Intensidade de Importância           | Definição                                                                                                                                                       | Explicação                                                                                                             |
|--------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1                                    | Mesma importância                                                                                                                                               | As duas atividades contribuem igualmente para o objetivo.                                                              |
| 3                                    | Importância pequena de uma sobre a outra                                                                                                                        | A experiência e o julgamento favorecem levemente uma atividade em relação à outra.                                     |
| 5                                    | Importância grande ou essencial                                                                                                                                 | A experiência e o julgamento favorecem fortemente uma atividade em relação à outra.                                    |
| 7                                    | Importância muito grande ou demonstrada                                                                                                                         | Uma atividade é muito fortemente favorecida em relação à outra; sua dominação de importância é demonstrada na prática. |
| 9                                    | Importância absoluta                                                                                                                                            | A evidência favorece uma atividade em relação à outra com o mais alto grau de certeza.                                 |
| 2, 4, 6, 8                           | Valores intermediários entre os valores adjacentes                                                                                                              | Quando se procura uma condição de compromisso entre duas definições.                                                   |
| Recíprocos dos valores acima de zero | Se a atividade i recebe uma das designações diferentes acima de zero, quando comparada com a atividade j, então j tem o valor recíproco quando comparada com i. | Uma designação razoável.                                                                                               |
| Racionais                            | Razões resultantes da escala.                                                                                                                                   | Se a consistência tiver de ser forçada para obter valores numéricos n, somente para completar a matriz.                |

Como se pode notar, o quesito mais significativo da comparação deve ser usado como um valor inteiro da escala e o menos importante, como o inverso dessa unidade. Se o elemento-linha for menos importante que o elemento-coluna, é inserido o valor recíproco na posição correspondente da matriz.

### 3. Trabalhos relacionados

O AHP é um método de tomada de decisão baseado em multicritérios, “modelados a partir das preferências das tomadas de decisão para construir o modelo” (TRENTIM, 2002). O autor faz um resumo do passo-a-passo do modelo desenvolvido por Saaty:

- 1 – Identificar as alternativas possíveis e os atributos significantes da decisão: Esses são os critérios de decisão, os atributos que serão analisados e pontuados para cada alternativa; 2 – Identificar a significância relativa entre os atributos: Os atributos são hierarquizados ou priorizados de acordo com sua maior relevância / importância para a decisão; 3 – Para cada atributo e para cada par de alternativas, os tomadores de decisão indicam suas preferências; 4 – As comparações entre os atributos e as alternativas são registradas em matrizes na forma de frações entre 1/9 e 9. Cada matriz é avaliada pelo seu autovalor para verificar a coerência dos julgamentos; 5 – Calculam-se valores globais de preferência para cada alternativa (TRENTIM, 2002).

Segundo Salomon (2002), diversas ferramentas são utilizadas para os cálculos matemáticos envolvendo o AHP, posto que eles podem, em um primeiro momento, parecer simples, mas é possível que acabem se tornando enormes e exaustivos, conforme a complexidade do caso. Usualmente, sua viabilidade está relacionada ao uso de softwares específicos de cálculo. Os modelos menos complexos são executados com planilhas eletrônicas do MS-Excel (Risk, Solver) e MS-DOS (Storm). Existem também tipos mais complexos, acadêmicos ou comerciais, nos quais poderá haver a inclusão de aparelhos especiais. Para a modelagem AHP, existem diversos softwares disponíveis, mas poucos são gratuitos e de boa qualidade.

Recentemente, em Dezembro de 2015, o pesquisador e professor Dr. Eduardo Gomes Salgado, da Universidade Federal de Alfenas, Minas Gerais, recebeu a concessão da patente

do sistema web que desenvolveu em conjunto com os alunos Murilo Borges Ribeiro e Vinícius Diniz Duarte para facilitar e melhorar a tomada de decisão utilizando o método AHP. Os discentes do curso de Ciência da Computação disponibilizam o software no endereço <http://www2.bcc.unifal-mg.edu.br/ahp>. De acordo com os autores (RIBEIRO e DUARTE, 2014), o software denominado “*Decisões Mais Simples*” foi desenvolvido com o propósito de realizar a tabulação e os cálculos do processo de tomada de decisão AHP, posto que a complexidade de alguns modelos que possuem grande volume de dados e de cálculos inviabiliza o uso de planilhas eletrônicas como o MS-Excel.

O software *PriEsT* (PriEsT, 2016; Siraj et al., 2013) é uma ferramenta de estimativa de prioridades e permite que tomadores de decisão expressem seus julgamentos baseados em gráficos e medidas. Já o *Super Decisions*, segundo Lima Junior et al. (2012, p. 10), “modela problemas de decisão em formato de redes e resolvê-los usando o Método de Análise em Redes, que é um método de decisão multicritério baseado no AHP, mas que possibilita representar relações de dependência entre os elementos da rede”. Este software se apresentou mais viável para os usuários segundo pesquisa realizada por estes autores, quando se avaliou a qualidade e a implicação de atributos específicos em cada cenário de uso, quando comparado ao software *Expert Choice*. Entretanto, os autores ressaltam que “podem existir situações em que a escolha pelo *Super Decisions* seja mais viável aos usuários. Assim como não existe um único conjunto de requisitos adequado para avaliar a qualidade de um tipo de software em vários cenários” (LIMA JUNIOR et al., 2012, p. 15).

### 3.1 Discussão

A avaliação de cada ferramenta deve levar em conta diversos aspectos, entre eles, as necessidades e o cenário no qual se dará sua aplicação, para que então sejam construídos “modelos de referência para qualidade, modelos de avaliação de qualidade previamente existentes e/ou normas vigentes para que todos os aspectos pertinentes à qualidade de software sejam incorporados ao modelo de avaliação” (LIMA JUNIOR et al., 2012, p. 15). Entretanto, na pesquisa realizada pelos autores, os usuários atribuíram mais funcionalidades de construção de modelos ao software *Expert Choice* que ao *Super Decisions*, incluindo “suporte à decisão em grupo, proteção das informações por meio de senhas e diferentes recursos gráficos para construção do modelo, coleta de julgamentos e análise de sensibilidade” (LIMA JUNIOR et al., 2012, p. 14).

Ainda que os dois produtos permitam o rastreamento de julgamentos inconsistentes, eles realizam a consistência de maneira distinta: O *Super Decisions* requer um relatório e o *Expert Choice* oferece um valor global de inconsistência “para os julgamentos de um usuário específico ou do grupo em tempo real na própria interface de coleta de dados” (LIMA JUNIOR et al., 2012, p. 14). Este último também permitiu a integração com o Microsoft Project e com bancos de dados desenvolvidos em Oracle. Por outro lado, os dois softwares não permitiram o uso de números *fuzzy* (lógica difusa) para a representação da imprecisão nos dados do modelo, nem implementam a técnica *rating mode*, útil por sua capacidade de diminuir o número de julgamentos solicitados pelo modelo.

Com relação à confiabilidade, o *Expert Choice* mostrou melhor desempenho na recuperação de arquivos não salvos quando houve falha no sistema e na média de 60% da memória de trabalho utilizada pelo *Super Decisions*. Este, porém, ganhou em portabilidade, porque apresentou a capacidade de “coexistir em um ambiente compartilhando recursos de hardware com outros aplicativos sem gerar falhas. Enquanto o *Super Decisions* não apresentou nenhuma falha durante os testes realizados, o *Expert Choice* travou nas situações em que foi submetido a alguns dias de funcionamento sem interrupções” (LIMA JUNIOR et al., 2012, p. 15).

Quanto aos custos, o *Super Decisions* apresenta um desempenho muito melhor que o *Expert Choice*. O *Super Decisions* oferece serviços de suporte aos usuários, tutoriais e atualizações gratuitas do software. Entretanto, a companhia também oferece um DSS comercial com forte projeção no mercado (*Decision Lens*). Por outro lado, o *Expert Choice* “é o principal produto comercializado pela empresa e, por isso, os módulos adicionais do software, cursos de treinamento e consultoria para implantação do sistema são vendidos para os usuários” (LIMA JUNIOR et al., 2012, p. 15). Assim, a avaliação dos custos sofre a interferência das estratégias exercidas pelos produtos nos negócios dos fabricantes e não mostra as vantagens da aquisição dos softwares com relação aos preços de mercado.

Como resultado da avaliação, os autores constataram “que o *Expert Choice* está longe de satisfazer todos os requisitos dos usuários do projeto, principalmente pela ausência de mecanismos que permitam o uso de recursos advindos da Teoria dos conjuntos *fuzzy*” (LIMA JUNIOR et al., 2012, p. 15). Ainda que o *Super Decisions* tenha obtido uma baixa pontuação na pesquisa, este software parece o mais recomendado para fins didáticos e para modelagem de problemas cujas decisões não requerem a participação de grupos.

#### 4. Ferramenta desenvolvida: *Decisor*

A ferramenta desenvolvida *Decisor* apresenta um design simples, porém eficiente. Para este software foram utilizadas abas para definir cada estágio de descrição do problema de decisão, assim se tem uma divisão de estágios, facilitando o uso. A primeira página apresenta campos para preencher as devidas alternativas e critérios, assim como o objetivo da decisão. Cada campo pode ser selecionado individualmente para exclusão e existem botões para adicionar critérios ou alternativas.

Com todos os campos preenchidos, pode-se começar a segunda etapa do processo de tomada de decisão, que é a comparação de importância entre critérios e alternativas. Para isso, o botão *Update* serve como meio de transmitir as alterações na primeira aba para as tabelas de pesos. Desta forma, são criadas  $n+1$  abas onde  $n$  é o número de alternativas preenchidas, como mostra a Figura 2.

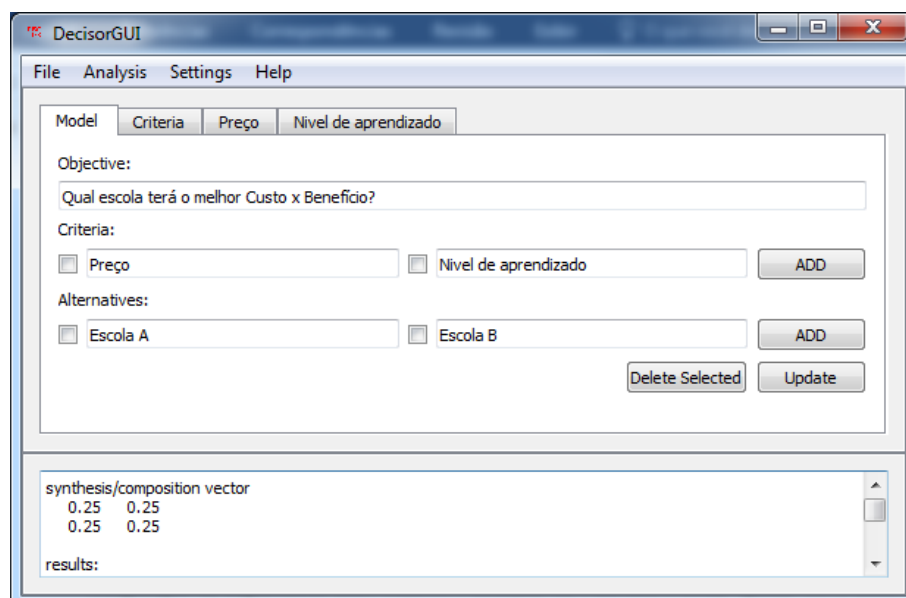


**Figura 2:** Janela principal da ferramenta onde foram preenchidos dois critérios e duas alternativas.

Fonte: *Decisor*, 2016

O software foi desenvolvido através da utilização de *abas*, permitindo que os usuários insiram seus dados de forma sequencial. Esta técnica de interação também é conhecida por

‘wizard’, ou seja, pressupõe-se que o usuário irá preencher os dados de forma linear, aba após aba, onde, na última aba, serão computados os índices da ferramenta. Inicialmente, na primeira aba inserem-se o objetivo, a lista de critérios e a lista de alternativas. Conforme os dados fornecidos pelos usuários, em tempo de execução, a ferramenta gera as próximas abas, contendo a matriz de comparação entre critérios (onde se inserem os julgamentos entre os critérios) e, para cada critério, a matriz de comparação entre cada alternativa. Este formato respeita a técnica abordada por AHP, uma vez que permite a inserção dos pesos relacionados à critérios e alternativas.

Por exemplo: um tomador de decisão quer escolher entre duas escolas, A e B. Para isto, verifica qual o preço da mensalidade de cada uma e qual o nível de aprendizado. O tomador de decisão não se importa de pagar mais caro por uma melhor aprendizagem, então, na sua tabela de critério por critério, a opção nível de aprendizado terá um peso maior que o preço da escola, de acordo com a Figura 3.

|                      | Preço  | Nivel de aprendizado | Weight Vector |
|----------------------|--------|----------------------|---------------|
| Preço                | 1      | 0.5000               | 0.333333      |
| Nivel de aprendizado | 2.0000 | 1                    | 0.666667      |

synthesis/composition vector  
0.1667 0.3333  
0.1667 0.3333

results:

**Figura 3:** Explicação da aba ‘Criteria’ onde o usuário informa os pesos a serem considerados pela ferramenta para aplicar a técnica de AHP. Fonte: Decisor, 2016

Neste caso, o tomador de decisão prefere um nível de aprendizado melhor a um preço menor. Com a tabela de critérios concluída, se preenche as tabelas alternativas por alternativas para cada critério. As Figuras 4 e 5 ilustram estas opções.

|          | Escola A | Escola B | Weight Vector |
|----------|----------|----------|---------------|
| Escola A | 1        | 0.3333   | 0.249991      |
| Escola B | 3.0000   | 1        | 0.750009      |

synthesis/composition vector  
0.08333 0.4444  
0.25 0.2222

results:

**Figura 4:** Aba ‘Preço’ escolhida como critério pelo usuário. Fonte: Decisor, 2016

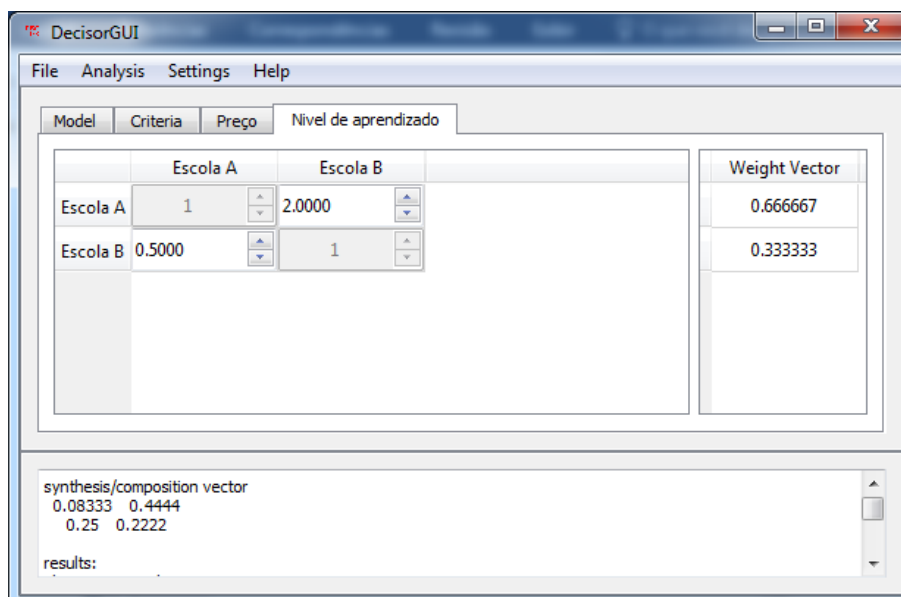


**Figura 5:** Aba 'Nível de Aprendizagem', critério escolhido pelo usuário. Fonte: Decisor, 2016

Na nossa ferramenta, a área de resultados aparece na parte inferior, que é sempre atualizada com as mudanças nas tabelas. Assim, quando finalizar esta etapa, pode-se perceber os resultados obtidos como mostra a Figura 6.

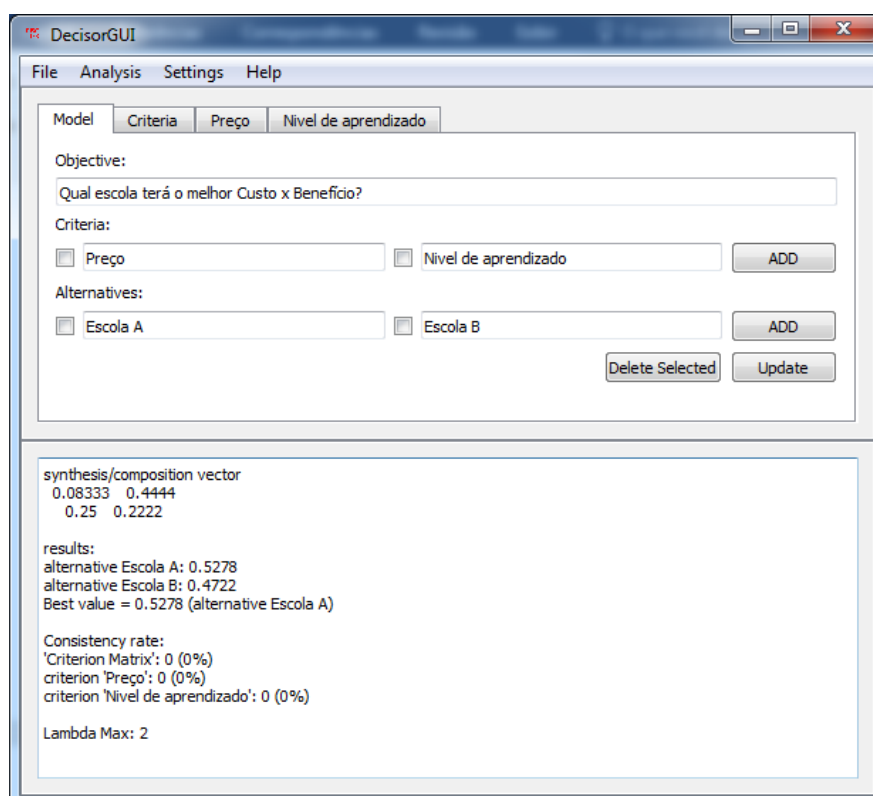


**Figura 6:** Aba principal da ferramenta com caixa de resultados expandida. Fonte: Decisor, 2016

Teve-se como alternativa a 'Escola A'. Mesmo sendo mais cara, foi escolhida porque possui uma melhor aprendizagem. Ressalta-se que outros fatores numéricos obtidos através dos julgamentos efetuados influenciam nos resultados obtidos para esta métrica.

Conforme se verifica na Figura 7, a ferramenta *Decisor* conta com botões para salvar o modelo, assim, todas as tabelas serão salvas em um arquivo de texto que pode ser aberto por

esta mesma ferramenta. Pode-se, também, salvar as tabelas e seus resultados em forma de tabela do MS-Excel, para apresentação de dados em artigos.

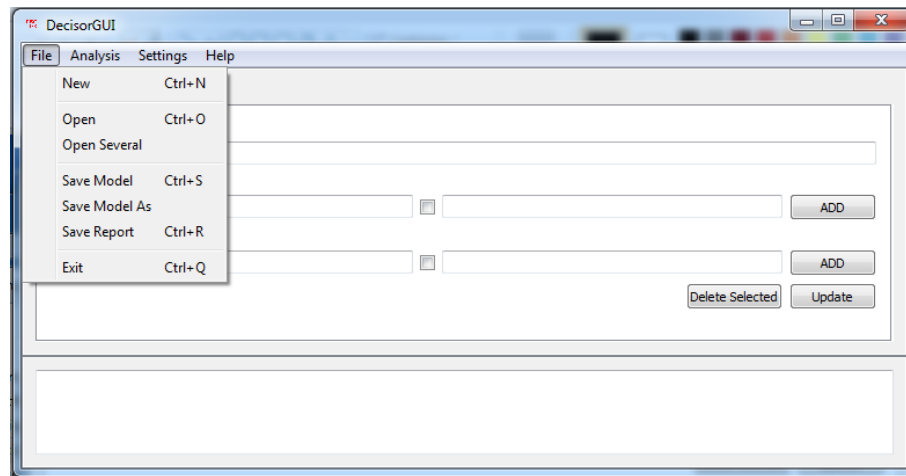


**Figura 7:** Menu de opções para abrir e salvar modelos. Fonte: Decisor, 2016

Após o *software* encontrar a melhor alternativa, pode-se utilizar o método BOCR de forma a refinar os resultados já encontrados. Como pode ser visto na Figura 8, cada alternativa tem o seu valor BOCR e o tipo de cálculo aplicado ao vetor de pesos pode ser escolhido no menu *drop-down*, selecionado em azul.

Ainda na Figura 8, o botão “Toggle Normalized”, possui a função de normalizar os valores apresentados nas colunas, de forma que os mesmos apresentem escala com valor máximo de 1 (um). Outro botão presente na Figura 8 é o “Calculate”, que processa os valores informados e preenche a coluna “Results” com os novos pesos de cada alternativa.

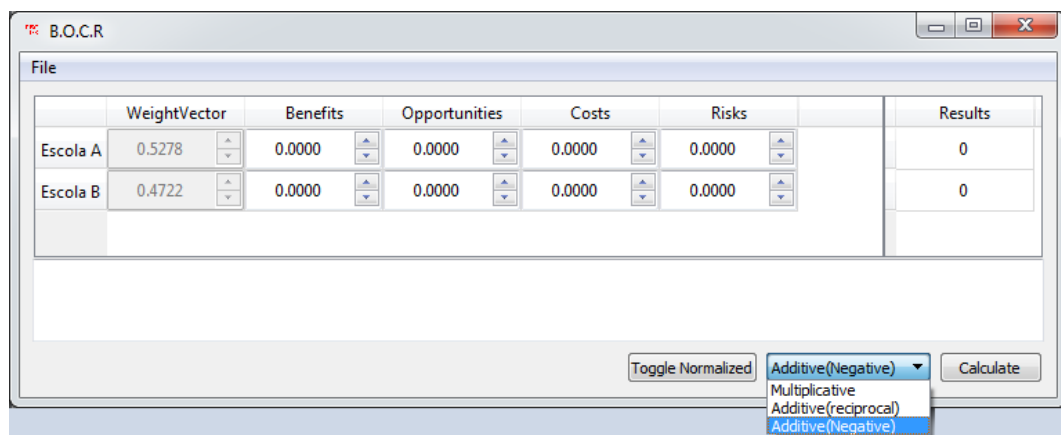


**Figura 8:** Tela que mostra a possibilidade de fazer uma análise mais detalhada baseada em BOCR. Fonte: Decisor, 2016

Com o aperfeiçoamento do método AHP, foram desenvolvidas diversas equações para definir as escalas das tabelas. Desta forma, no menu *Settings*, da janela principal, o usuário encontra a opção *Set Scale*, a qual apresenta uma janela para escolha de vários tipos de escalas com suas devidas definições, conforme a Figura 9. Além disso, pode-se estabelecer o peso do valor “a”, que determina como o valor usado nas tabelas influenciará nas equações de escala.

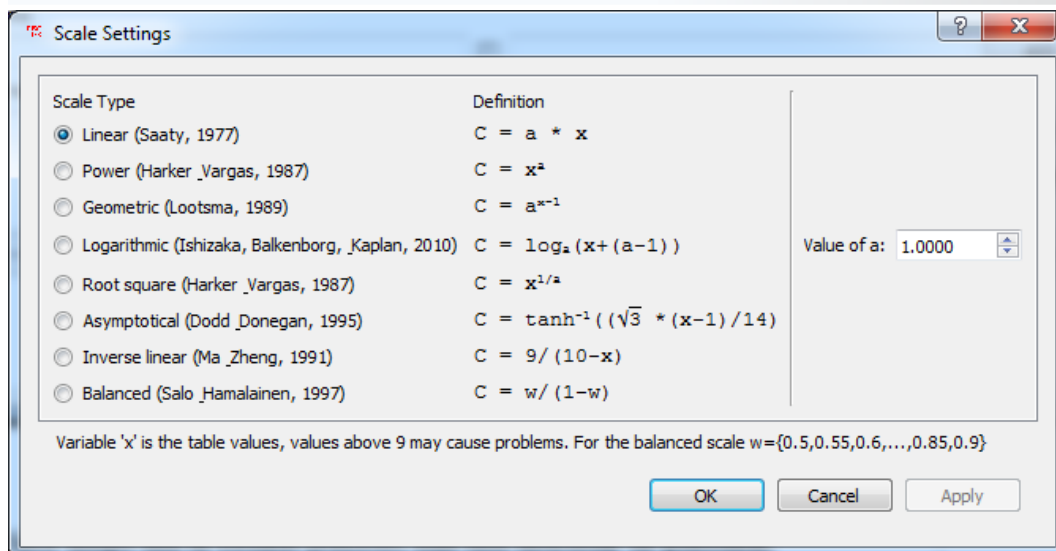


Figura 9: Menu para definição de escala utilizada nos cálculos AHP. Fonte: Decisor, 2016

## 5. Considerações finais

Atualmente, tomadores de decisão precisam escolher alternativas de forma rápida, coerente e de qualidade, pois suas escolhas impactam os processos como um todo. Desta maneira, métodos de auxílio à decisão multi-critério usando a técnica descrita por AHP têm sido criados para que esta tarefa seja realizada com o máximo de precisão e eficácia. Para a melhor operacionalização destes métodos, ferramentas computacionais são criadas e empregadas para resolver modelos considerados complexos em menos tempo, princípios da qualidade, eficácia e eficiência organizacional.

Com o objetivo de auxiliar e facilitar a aplicação do método AHP nas organizações e, por consequência, facilitar o processo de decisão é que se desenvolveu a ferramenta *Decisor*, apresentada neste trabalho. Ela apresenta campos nos quais o usuário pode inserir suas devidas alternativas e critérios, facilitando o olhar do tomador de decisão nas alternativas possíveis para alcançar o real objetivo da decisão. Com os campos preenchidos com a lista de alternativas e critérios, inicia-se a segunda etapa do processo de tomada de decisão, que se baseia na comparação da importância entre critérios e alternativas.

Conforme já explicado, esta ferramenta auxilia a tomada de decisão e a modelagem de problemas decisórios para aplicação da abordagem oferecida pela técnica AHP. A ferramenta é intuitiva, fácil de utilizar e gera resultados ao mesmo tempo em que são preenchidas as tabelas de julgamentos e comparações (esta funcionalidade é opcional).

Como trabalhos futuros, estamos considerando a realização de testes de usabilidade bem como a implementação de uma tela que permite comparações entre diferentes resultados obtidos para um mesmo modelo, auxiliando os tomadores de decisão a escolherem as melhores alternativas conforme as variações de pesos em cada modelo (assumindo que novas alternativas ou critérios não foram adicionadas ou removidas). Ponderamos, ainda, a implementação de um módulo que permita a modelagem utilizando ANP (*Analytic Network Process*), uma abordagem baseada em redes proposta por Saaty e seu grupo de pesquisa.

A ferramenta (na versão binária) encontra-se no seguinte endereço: <https://github.com/unisc/decisorGUI/releases>

## Agradecimentos

À UNISC pelo apoio institucional, à FAPERGS pela concessão da bolsa de IC.

## Referências

- BECKER, B.; BRAUNSCHWEIG, T. Choosing research priorities by using the analytic hierarchy process: an application to international agriculture. Swiss Centre for International Agriculture (ZIL), Swiss Federal Institute of Technology, ETHZentrum, SEC C7, CH-8092 Zürich, Switzerland, 2004.
- DAĞDEVIREN, M. Decision making in equipment selection: an integrated approach with AHP and PROMETHEE. *Journal of intelligent manufacturing* 19.4 (2008): 397-406
- FENG, Y.J., LU H., BI K. An AHP/DEA Method for Measurement of the Efficiency of R&D Management Activities in Universities. *International Federation of Operational Research Societies, International Transactions in Operational Research*, Res. 11, pp. 181-191, Blackwell Publishing Ltd, 2004..
- GRANDZOL, J. R. Improving the Faculty Selection Process in Higher Education: a case for the analytic hierarchy process. *IR Applications*, v. 6, 13 p., 2005. Disponível em: <http://airweb.org/images/IR%20App6.pdf>. Acesso em 17.07.2016.
- KESSLER, G. Z.; KIPPER, L. M.; CZEKSTER, R. M.; SILVA, F. L. Proposição do uso da Análise Multicritério para seleção de cliente. *Anais do V Congresso Brasileiro de Engenharia de Produção*. Ponta Grossa, PR, Brasil, 02 a 04 de Dezembro de 2015.
- LIMA JUNIOR, F. R.; OSIRO, L.; CARPINETTI, L. C. R.; GANGA, G. M. D. Avaliação da qualidade de softwares de apoio à decisão. *Anais do XXXII Encontro Nacional de Engenharia de Produção*. Bento Gonçalves, RS, Brasil, 15 a 18 de outubro de 2012.
- MURAKAMI, M.; ALMEIDA, M.; FEA – USP. *Decisão Estratégica em TI: Um estudo de caso*. 2003. 154 p. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade da Universidade de São Paulo. Arrumar referencia
- PALMER, B. Click here for decisions, *Fortune*, vol. 139, n. 9, p. 153, 1999.
- RIBEIRO, M. B.; DUARTE, V. D. Priorização dos fatores críticos de sucesso no processo de desenvolvimento de software. Monografia. 93f. Bacharelado em Ciência da Computação. Universidade Federal de Alfenas. Minas Gerais, Julho de 2014.
- SAATY, T. L. A scaling method for priorities in hierarchical structures. *Journal of mathematical psychology*, v. 15, n. 3, pp. 234-281, 1977.
- SAATY, T. L. *Método de Análise Hierárquica, tradução e revisão técnica: Wainer da Silveira e Silva*, Rio de Janeiro: Makron Books do Brasil Editora Ltda. e Editora McGraw-Hill do Brasil, 1991.
- SAATY, T. L. *Decision Making with Dependence and Feedback: The Analytic Network Process*, Pittsburgh: RWS Publications, 1996.
- SALOMON, V. A. P. Auxílio à decisão para a adoção de políticas de compras. *Produto & Produção*, vol. 6, n. 1, pp. 01-08, fev. 2002.
- SALOMON, V. A. P.; MONTEVECHI, J. A. B. A. Compilation of comparisons on the Analytic Hierarchy Process and others multiple criteria decision making methods: some cases developed in Brazil, In: *International symposium on the analytic hierarchy process, Proceeding*, p. 413-420, Berna (Suíça): Bern Universität, 2001.
- SANTANA, V. M. *Análise Ambiental e Econômica de Cenários de Logística Reversa de Compressores de ar por meio da Avaliação do Ciclo de Vida*. Dissertação (Mestrado) Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, Programa de Pós Graduação em Engenharia Ambiental, 2014.
- SIRAJ, S.; MIKHAILOV, L.; KEANE, J. A.. PriEsT: an interactive decision support tool to estimate priorities from pairwise comparison judgments. *Int. T. Oper. Res*, n. 2013, pp. 1-19, 2013.