

# Priorização de Projetos de desenvolvimento de Software em uma Instituição Pública Federal

A. T. Souza, M. M. R. Pereira and E. G. Salgado

## Resumo

Este trabalho busca aplicar um método de tomada de decisão para priorização de projetos de desenvolvimento de software. Para isso, foi desenvolvido uma ferramenta simples e eficaz para se realizar análises onde seja necessário priorizar as inúmeras alternativas, onde nosso principal interesse era que a ferramenta fosse gratuita e que não limitasse o usuário a somente análises pequenas, de se solucionar um problema. Dentre os métodos de tomada de decisão, foi utilizado o *Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution* (TOPSIS). O problema escolhido para solucionar é qual projeto deve ser desenvolvido primeiro dentro uma Instituição Federal de Ensino Superior, partindo como base para critérios as métricas definidas pela equipe de desenvolvimento o que nos gerou dados interessantes para medir o grau de aceitação da ferramenta pela equipe de desenvolvimento.

Palavras chave: priorização de processos de desenvolvimento de software, Decisão Multicritério, Técnica de ordenamento por similaridade à solução ideal, priorização de desenvolvimento de software.

## Abstract

This work seeks to apply a method of decision making for prioritization of software development projects. For this, a simple and effective tool was developed to carry out analyzes where it is necessary to prioritize the numerous alternatives, where our main interest was that the tool was free and that did not limit the user to only small analyzes, if a problem was solved. Among the methods of decision making, the Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS) was used. The problem chosen to solve is which project should be developed first within a Federal Institution of Higher Education, based on criteria defined by the development team which

generated interesting data to measure the degree of acceptance of the tool by the development team.

Keywords: prioritization of software development processes, Multicriteria Decision, Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution, prioritization of software development.

## Introdução

Seja no mercado de trabalho ou em pesquisas acadêmicas, naturalmente surgem diversos projetos a serem desenvolvidos, ou então diversas frações do mesmo projeto, às vezes ocorrem ambas as situações, num momento como este é necessário que quem trabalhe nos projetos priorize quais partes ou projetos devem receber maior atenção no momento e executar primeiro as tarefas relacionadas a esta alternativa. Contudo, tomar esta decisão nem sempre é trivial. Alguns métodos de tomada de decisão podem ser utilizados para auxiliar neste processo de priorização. Este trabalho é a implementação de um desses métodos, criando assim uma ferramenta *web* gratuita, sem limitações de itens e critérios para em cada problema analisado.

Existem vários métodos distintos para auxílio de tomada de decisão. Dentre esses podemos destacar alguns como o *Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution* (TOPSIS) [1][2][3][4], *Decision Making Trial Evaluation Laboratory* (DEMATEL) [5][6], *Multiple Attribute Utility Theory* (MAUT) [7][8], *Analytic Network Process* (ANP) [9], *Preference Ranking Method for Enrichment Evaluation* (PROMETHEE) [10], *Elimination Et Choix Traduisant la Réalité* (ELECTRE I) [11], *Measuring Attractiveness by a Categorical Based Evaluation Technique* (MACBETH) [12]. Foi tomado por base para realização do trabalho o método TOPSIS por conta da realização de um projeto maior que seria uma ferramenta com diversos métodos de tomada de decisão e seu usuário escolheria quais utilizar em

sua base de dados, contudo como esta ferramenta final se trata de um projeto muito grande, ele foi dividido em subprojetos e neste trabalho foi abordado o TOPSIS. O método TOPSIS, proposto por Hwang e Yoon [1], é bastante utilizado para ranquear alternativas levando em conta a ordem de preferência. O princípio básico do TOPSIS é calcular duas soluções fictícias ideais, uma positiva e uma negativa, onde a positiva consiste em ser o melhor resultado possível, e a negativa o pior resultado possível. O ranqueamento é feito a partir dessas duas soluções, onde a melhor alternativa é a mais próxima da solução ideal positiva e mais distante da solução ideal negativa. Solução ideal positiva é formada a partir das melhores notas por critério avaliado, enquanto analogamente, a solução ideal negativa é formada pelas piores notas por critério avaliado.

Como priorizar de maneira eficaz com o mínimo de erro humano foi o principal ponto levantado pelo trabalho, pois pessoas diferentes apresentam interpretações diferentes e isto interfere na priorização de alternativas de qualquer natureza, salvo exceções incontestáveis e enfatizando o gerenciamento de projetos de software na questão de priorizar o que deve ser desenvolvido [13] com mais urgência. Para ilustração prática deste trabalho foi realizado um estudo de caso no Núcleo de Tecnologia da Informação da Universidade Federal de Alfenas, cujo objetivo é atender toda a demanda de projetos internos da instituição.

## Revisão da Literatura

### Métodos de tomada de decisão

Uma das definições de tomada de decisão multicritério (MCDM, em inglês, *Multiple Criteria Decision Making*) é o estudo de procedimentos e métodos de inclusão de critérios que conflitam entre si para a tomada de decisão [14]. Os problemas envolvendo tomada de decisão multicritério são classificados em dois tipos distintos: problema discreto, que se ocorre quando o número de itens a serem analisados é baixo, ou problema de otimização, que ocorre quando o número de itens a serem analisados é muito alto. [15].

Com problemas de MCDM pode-se realizar quatro tipos de análises distintas: ordenação, classificação, escolha e descrição [16], [17]. Problemas de ordenação são os quais deseja-se criar uma lista de prioridades com os itens avaliados. Em problemas de classificação, dividimos os itens em grupos que são identificados por uma característica exclusiva. Nos problemas de escolha, deseja-se obter a melhor alternativa dentre todos os avaliados. Nos problemas de descrição o objetivo é encontrar as características que definem cada alternativa analisada.

### O TOPSIS

O TOPSIS é, a princípio, um método de ordenação que pode ser aplicado como método de escolha bastando apenas que se tome como melhor alternativa de todos o primeiro colocado no *ranking*, pois ele gera como resposta da análise uma lista de todos os itens analisados ordenado da mais alta prioridade para a mais baixa. O algoritmo abrange qualquer problema que possua características MCDM, como podemos observar nas suas aplicações em priorização de cultivos de *Lacuna sativa L.* e *Allium cepa L.* que melhor respondem a germinação para testes de bioensaios [18], também utilizado em conjunto com outros métodos como observamos em [19] para priorização de serviços de computação em nuvem, ou até mesmo como a pesquisa realizada em [20] buscando ranqueamento de fornecedores que melhor atendem os consumidores. Podemos desta maneira observar que o método implementado nesta ferramenta pode ser utilizado em diversas aplicações, não apenas a estudada por este trabalho.

Com a implementação desta ferramenta, foi possibilitada a abrangência de todo e qualquer tipo de análise que o usuário necessite realizar, bastando apenas que o usuário siga o padrão de modelagem correto. Definir os critérios e os subcritérios, definir seus respectivos pesos, definir a importância de cada um [21], se for maximizado ou minimizado. Se for maximizado, o algoritmo deve entender que quanto maior a nota naquele critério para a alternativa melhor é, e quando minimizado, analogamente, quanto menor a nota naquele critério para a alternativa, melhor é, caso as notas de um critério que deve ser maximizado for muito baixa,

isso impacta de forma negativa para a alternativa, e caso um critério a ser minimizado tiver a nota muito alta, este critério também terá impacto negativo.

O *TOPSIS* segue alguns passos para sua utilização:

Passo 1: encontrar a matriz normalizada. Neste passo transformaremos as diversas dimensões de atributos para não dimensionados para que seja possível comparar os critérios. A normalização segue a seguinte regra:  $r_{ij} = x_{ij} / (\sum x_{ij}^2)^{1/2}$   $i = 1, \dots, m$ ;  $j = 1, \dots, n$ , onde  $x_{ij}$  é cada valor da matriz e  $r_{ij}$  é cada valor da matriz normalizada.

Passo 2: construir a matriz de decisão ponderada. Após normalizar a matriz, devemos ponderar os valores onde multiplicamos cada coluna de critério por seu respectivo peso tomando por base o vetor de pesos  $w_i$   $i = 1, \dots, n$  resultando em cada novo valor  $v_{ij} = w_i * r_{ij}$ , onde  $v_{ij}$  são os valores antes já normalizados, agora também ponderados.

Passo 3: encontrar a solução ideal positiva e negativa. Após os valores serem ponderados, devemos encontrar as duas soluções ideais. Para a solução ideal positiva, iremos para cada coluna, ou seja, cada critério, escolher o maior valor, formando assim um atributo fictício que possui as melhores notas encontradas.

$A^* = \{ v_1^*, \dots, v_n^* \}$ , onde  $v_j^* = \{ \max (v_{ij}) \text{ se } j \in J ; \min (v_{ij}) \text{ se } j \in J' \}$  onde  $A^*$  é a solução ideal positiva.

De forma análoga, faz-se o mesmo para a solução ideal negativa, porém desta vez, escolhendo o menor valor, formando desta maneira um atributo fictício com as piores notas.

$A' = \{ v_1', \dots, v_n' \}$ , onde  $v' = \{ \min (v_{ij}) \text{ se } j \in J ; \max (v_{ij}) \text{ se } j \in J' \}$  onde  $A'$  é a solução ideal negativa.

Passo 4: calcular a medida de separação para cada solução ideal. Após definirmos as soluções ideais, devemos calcular a medida de separação de cada atributo real para os dois fictícios. A medida de separação para a solução ideal positiva é dada por:

$$S_i^* = [ \sum (v_j^* - v_{ij})^2 ]^{1/2} \quad i = 1, \dots, m$$

A medida de separação para a solução ideal negativa é dada por:

$$S_i' = [ \sum (v_j' - v_{ij})^2 ]^{1/2} \quad i = 1, \dots, m$$

Passo 5: calcular a proximidade relativa de cada atributo para a solução ideal. Agora finalizamos o algoritmo encontrando a solução mais próxima da ideal positiva e mais distante da ideal negativa seguindo a seguinte regra:

$$C_i^* = S_i' / (S_i^* + S_i') , \quad 0 \leq C_i^* \leq 1$$

onde  $C_i^*$  mais próximo de 1 é a melhor solução pois está mais próximo da solução ideal positiva e mais distante da solução ideal negativa.

Ao final do passo 5 temos então o melhor atributo baseado no ranqueamento proveniente dos passos do algoritmo baseado nas notas fornecidas pelo usuário.

## Critérios de Seleção de software

Segundo [22], o qual trata de seleção de software específico para controle empresarial, diversos fatores devem ser analisados para essa seleção, como custos de compra e implantação, portabilidade, estrutura de suporte, dentre outras. Algumas delas seriam muito pertinentes no estudo realizado neste trabalho, como por exemplo a enumeração dos requisitos básicos e funcionais de cada software no sentido de que qual teria a maior necessidade de implementação dada a atual circunstância de necessidades da instituição. Entretanto, o que inclusive foi o caso deste trabalho, a equipe de desenvolvimento pode manifestar sua sensibilidade devido à proximidade com a realidade da instituição e critérios completamente distintos serem escolhidos. Segundo [23], que aborda seleção de softwares para gestão de projetos, ao pesquisar uma lista de critérios deve-se atentar ao tipo de projetos e segmentos que sua empresa atua tomando por base sites e revistas especializadas, e a equipe deve ser consultada em busca de sugestões.

## Estudo de Caso

De acordo com os autores [24][25] o estudo de caso originou-se com pesquisas médicas e psicológicas com a crença de que, abordando desta maneira, o estudo de uma doença num caso individual explicaria a patologia e a dinâmica desta doença explorando intensamente um único caso. Segundo Gil[26], apesar do estudo de caso não aceitar um roteiro rígido, ele pode ser definido em quatro etapas demonstrando seu delineamento, sendo estas: i) delimitação da unidade de caso, ii) coleta de dados, iii) seleção, análise e interpretação dos dados e iv) elaboração do relatório.

Na primeira fase define-se o que exige a habilidade do pesquisador para reconhecer os dados suficientes para estudo. Como não é possível que sempre se selecione os casos mediante critérios estatísticos, deve-se levar em conta algumas recomendações. Como neste trabalho, por exemplo, que os critérios de estudo de análise foram definidos a partir da experiência do time de desenvolvedores do NTI, que são vistos como itens típicos para se priorizar projetos em seu desenvolvimento. A fase de coleta de dados, pode ser bastante abrangente, sendo de procedimentos quantitativos e qualitativos como observação, análise de documentos, entrevistas, dentre diversas outras. Na fase de análise dos dados o pesquisador deve definir antes seu plano para realizar a análise, levando em consideração as limitações dos dados, principalmente pela qualidade da amostra, pois quando se obtém uma amostra boa, há meios racionais para se fazer generalizações. Na quarta fase temos a elaboração dos relatórios onde deve-se destacar como os dados foram obtidos, a teoria de embasamento da categorização e a fidelidade do que se foi obtido.

O estudo de caso é um método de grande importância pois se aplica a diversas circunstâncias de pesquisas, devido a sua flexibilidade é bastante utilizado em investigação de temas complexos em suas fases iniciais para construir hipóteses ou reformular problemas. São úteis também em explorações de novos comportamentos pois tem a importante função de gerar hipóteses e construir teorias [27].

Além da validação anterior, buscamos uma aplicação prática da nossa ferramenta num cenário real para melhor avaliá-la. Para isso, após algumas

reuniões, decidimos aplicá-la no Núcleo de Tecnologia de Informação (NTI) [28] da Universidade Federal de Alfenas - Minas Gerais (Unifal-MG) [29] onde foi realizado um trabalho de Ordenação por se tratar de um ranqueamento para se priorizar qual projeto deve ser desenvolvido primeiro.

A Unifal-MG é uma instituição de ensino superior centenária localizada nas cidades de Alfenas, Varginha e Poços de Caldas, todas localizadas no Sul do estado de Minas Gerais. A Unifal-MG possui mais de 30 cursos de graduação, diversos programas de pós graduação, gerando dezenas de pesquisas acadêmicas dentro da instituição e contribuindo para o desenvolvimento da sociedade. Dentro da Unifal-MG, o órgão interno responsável pelo desenvolvimento e manutenção de todo e qualquer sistema integrado é o Núcleo de Tecnologia da Informação (NTI), fazendo dele uma fábrica de software de demanda excessivamente alta, o que nos proporciona um cenário excelente para realizar um estudo de caso, pois a demanda por produção dos projetos é elevada e o órgão não dispõe do número adequado de desenvolvedores para atender essa demanda.

## Sistema de Apoio - Desenvolvimento e Validação

Buscando atingir o objetivo do trabalho, foi realizado o desenvolvimento de uma ferramenta gratuita de tomada decisão utilizando o método TOPSIS para tomada de decisões com o mínimo de limitações possíveis. Isso se faz necessário pelo fato de outros sistemas computacionais serem muito limitados nas versões gratuitas impedindo que o usuário realize uma análise mais complexa ou maior. Adicionalmente, vale ressaltar que as concorrentes gratuitas disponíveis sempre limitavam o número de critérios e de alternativas para as análises, como [30], onde o usuário pode apenas modelar problemas com no máximo 7 alternativas e 7 critérios, ou [31], uma ferramenta mais flexível, contudo ainda limitada em 100 alternativas e 50 critérios por análise. A ferramenta desenvolvida não possui nenhuma das limitações citadas anteriormente. Para acessar a ferramenta o link de acesso é: <https://topsisonline.herokuapp.com>

Para o desenvolvimento do sistema, foi utilizada a linguagem *JavaScript* (JS) [32] para desenvolvimento da maior parte da ferramenta. Pelo fato da ferramenta apresentar em sua interface elementos que são construídos dinamicamente, o uso de JS foi indispensável durante o desenvolvimento. Aproveitando a versatilidade do JS por abranger diversos domínios de desenvolvimento de algoritmos, optamos também por usá-la para realizar os cálculos das análises, tornando desta forma o único fator limitante para análises de grande porte, a memória do computador que executa a ferramenta. Fator este que é revés para qualquer computador existente no mundo, pois não há nenhum computador de memória infinita, portanto mesmo este obstáculo se torna praticamente irrelevante. Além do uso de JS para criação da interface dinâmica da ferramenta, utilizamos *HyperText Markup Language* (HTML) [33] e *Cascading Style Sheets* (CSS) [34] para a construção da interface, sendo que HTML é fundamental para a construção de qualquer página web, e CSS fundamental para estilização dessas páginas.

Adicionalmente, levando em consideração o que envolve a responsabilidade do navegador *web*, que são os itens supracitados, existe a responsabilidade do servidor da ferramenta, que é responsável por organizar os dados e exportar para um arquivo no formato excel utilizando um *layout* criado por nós para que o usuário possa salvar suas análises e utilizá-las posteriormente, seja com modificações ou não, sem a necessidade de que o mesmo tenha que digitar todos os dados novamente. Para desenvolver esta funcionalidade, foi utilizada a linguagem *PHP: Hypertext Preprocessor* (PHP) [35].

Todo o sistema da ferramenta é implementado seguindo a arquitetura *Model-View-Controller* (MVC) [36]. Onde o sistema é dividido em *Model*, são os modelos da aplicação, ou seja, as estruturas que servem como base para desenvolver o sistema, *View*, nada mais do que a interface com o usuário, aqui é onde criamos as telas, para que a ferramenta funcione da mesma maneira em qualquer navegador *web*, e por último *Controller*, que são os códigos responsáveis por controlar o fluxo de execução do sistema, por exemplo, quando o usuário termina de digitar seus dados para a análise

e clica no botão de executar a análise, é o *Controller* quem recebe esses dados, e delega para as funções responsáveis por analisar os dados, quando estas funções encerra sua execução, elas transmitem os resultados para o *Controller* que agora os envia para a tela para que o usuário possa visualizá-los.

Para comprovar que a ferramenta estava realizando os cálculos de maneira correta foram utilizados dois exemplos para validação, sendo eles:

Exemplo de validação 1 [37]:

Tabela I.  
Pesos dos critérios e notas das alternativas

	<i>Interpersonal Skills</i> (score out of 10)	<i>Living abroad</i> (years)	<i>Written test</i> (score out of 10)	<i>Work experience</i> (years)
<i>Weight</i>	0.1	0.4	0.3	0.2
Anna	7	9	9	8
Tom	8	7	8	7
Jack	9	6	7	12
Emma	6	11	8	6

Tabela II.  
Notas finais de cada indivíduo.  $d_a^+$  distância da solução ideal positiva,  $d_a^-$  distância da solução ideal negativa,  $C_a$  cálculo do coeficiente de distância relativa (nota final)

<i>Ideal normalization</i>				
	Anna	Tom	Jack	Emma
$d_a^+$	0.101	0.171	0.197	0.111
$d_a^-$	0.133	0.057	0.105	0.185
$C_a$	0.507	0.250	0.350	0.630

Observamos na Tabela II que o *ranking* final é: Emma, Anna, Tom e Jack.

Inserindo os dados da Tabela I na ferramenta temos:

Tabela III.

Notas finais obtidas através da ferramenta proposta.

	Emma	Anna	Jack	Tom
Nota final	0.617	0.552	0.368	0.234

Podemos observar que apesar de os números não serem exatamente os mesmos, isso deve-se problema de arredondamento das máquinas, eles são muito próximos e o *ranking* final apresentado em [29] e o resultado mostrado na Tabela III proveniente de execução da ferramenta, que é o que interessa se mantém idêntico.

Exemplo de validação 2 [38]:

Tabela IV.

Tabela de informações do exemplo retirado do livro.

<i>Alternativas</i>	<i>Durabilidade</i>	<i>Capabilidade</i>	<i>Reliabilidade</i>
A1	5	8	4
A2	7	6	8
A3	8	8	6
A4	7	4	6
<i>Weight</i>	0.3	0.4	0.3

Tabela V.

Resultados apresentados pelo livro.

	A3	A2	A1	A4
Nota Final	0.7482	0.6581	0.5037	0.3340

Tabela VI.

Resultados apresentados pela ferramenta proposta.

	A3	A2	A1	A4
Nota Final	0.7894	0.6315	0.5217	0.3157

Assim como no exemplo anterior, apesar dos números finais não serem exatamente, por questões envolvendo o arredondamento matemático ou até mesmo por questões de precisão do próprio computador, o resultado final do *ranking* foi idêntico.

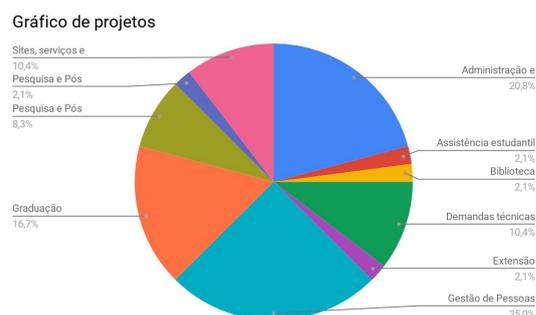
## Resultados e Discussões

Para o desenvolvimento dessa pesquisa, todos os dados de critérios, pesos, importâncias e as próprias notas de cada critério para cada um dos projetos foram fornecidos pela equipe do NTI - UNIFAL-MG, sendo que compete apenas a eles os motivos de tais dados pois provém da experiência e consenso da equipe. Sendo assim, essa pesquisa não pretende abranger todos os tipos de critérios disponíveis na literatura, mas caracteriza-se com um modelo base utilizando para o caso específico.

Atualmente, o NTI possui uma demanda de 48 projetos para serem desenvolvidos, sendo que as demandas desses projetos são nas mais diversas áreas (Figura 1):

Imagem I:

Gráfico de projetos por área de aplicação e suas respectivas porcentagens no quadro geral.



A descrição dos projetos e seus objetivos não foram divulgados por questões legais de sigilo. Desta forma os projetos foram definidos como sendo números para não ser possível de serem identificados para qual finalidade o sistema seria desenvolvido. Para o *rankeamento* dos projetos foram utilizados os seguintes critérios, fornecidos pelo NTI da forma como é listada na Tabela VIII:

Tabela VIII.

Lista de critérios com os respectivos pesos e importâncias.

<b>Critério</b>	<b>Peso</b>	<b>Importância</b>
Esforço	1	Minimizar
Importância para o setor	1	Maximizar
Impacto para a	1	Maximizar

Instituição		
Impacto para a comunidade	1	Maximizar
Gravidade	1	Maximizar
Urgência	1	Maximizar
Tendência	1	Maximizar

As notas de cada critério também foram fornecidas pelo NTI se encontram na seção de Anexos no Anexo 1.

Além deste cenário apresentado na Tabela VIII onde todos os critérios possuem o mesmo peso, foram desenvolvidos outros dois cenários, sendo que em um dos cenários os critérios *Impacto para a instituição* e *Gravidade* receberam um peso maior (2) ressaltado em relação aos outros critérios, e outro cenário onde o critério *Impacto para a instituição* foi removido da análise e todos os critérios tiveram peso 1.

Tabela IX:

Ranking dos 10 primeiros colocados para a análise descrita no cenário da tabela VIII

Posição	Projeto	Classificação
1	36	0.8533333333333334
2	32	0.6588235294117647
3	5	0.6301369863013699
4	16	0.6233766233766234
5	48	0.5324675324675325
6	12	0.5
7	6	0.4651162790697675
8	29	0.46153846153846156
9	14	0.45945945945945943
10	30	0.4470588235294118

Tabela X

Ranking dos 10 primeiros colocados para os cenários extras

Posição	Projeto	Classificação
---------	---------	---------------

1	17	0.9195402298850575
2	2	0.8817204301075269
3	40	0.8817204301075269
4	28	0.8617021276595745
5	15	0.8586956521739131
6	25	0.8586956521739131
7	26	0.8586956521739131
8	27	0.8586956521739131
9	37	0.8478260869565217
10	45	0.8461538461538461

Podemos observar que os resultados obtidos e mostrados nas tabelas IX e X se diferem totalmente, em outras palavras, o top 10 do ranqueamento foi completamente diferente.

Os resultados mostrados na tabela X são referentes aos dois cenários extras de análise, onde os critérios *Impacto para a instituição* e *Gravidade* tiveram seu peso alterado em relação aos outros, passando a ser 2 ao invés de 1 como no cenário original, e outro cenário onde houve a remoção do critério *Impacto para a instituição* e todos os demais critérios tiveram peso igual a 1.

Os resultados foram apresentados ao dirigente máximo do NTI e para o Reitor da Universidade, e na opinião deles, o projeto que deveria ser priorizado na execução deveria de fato ser o que melhor foi colocado na análise de nossa ferramenta para o cenário inicial descrito na tabela VIII. Dessa forma, percebe-se que a aplicação do método TOPSIS para seleção e ranqueamento de projetos de desenvolvimento de software foi considerado eficaz. Adicionalmente, vale ressaltar que a ferramenta desenvolvida atende a aplicação do TOPSIS, contribuindo para novos estudos com essa ferramenta. Contudo vale levantar o ponto de que por ter sido um estudo realizado em Instituição Pública há também fatores políticos a serem levados em consideração, portanto pode ocorrer que o resultado objetivo da análise seja alterado por motivos políticos.

## Conclusão

Mesmo com o desafio de produzir uma ferramenta de tomada de decisões multicritério utilizando o método TOPSIS com condições minimalistas de custo de desenvolvimento conseguimos, apesar de tudo, desenvolver uma ferramenta de tomada de decisões com bons resultados finais em suas análises sem tantos impedimentos durante a fase de desenvolvimentos e testes. Esperamos que a manutenibilidade da ferramenta não se torne algo custoso o que inviabilizaria mantê-la disponível para uso de forma gratuita.

## Recomendações

Disponibilizar interface responsiva para que a ferramenta possa ser utilizada em qualquer dispositivo. O foco durante o desenvolvimento era entregar o essencial para análises de tomada de decisão multicritério, não nos preocupamos com estudo profundo de usabilidade para diversos dispositivos por questão de que isso tomaria muito mais tempo o qual não havia disponibilidade, portanto focamos na ferramenta essencial, mas sem esquecer desta questão.

Implementar lógica envolvendo armazenamento de dados em banco de dados e a realização dos cálculos no nosso servidor. Com *feedback* positivo de usuários no tocante ao número de usuários e críticas buscando melhoria do sistema, os cálculos necessários do algoritmo poderão ser realizados no servidor, proporcionando mesmo que se houver necessidade, a baixo custo monetário para o usuário optar por não fazer em seu próprio computador os cálculos e sim em nosso servidor, e também tornar possível que os dados sejam armazenados num banco de dados da própria ferramenta tornando possível que o usuário não se limite a apenas manter o arquivo de dados em seu dispositivo, atualmente é deixado na responsabilidade do usuário realizar o download do arquivo contendo os dados da análise realizadas e armazená-lo em seus próprios dispositivos.

## Trabalhos futuros

Sugerimos que no futuro seja realizado análises de bases de pesquisas distintas, ou seja, outras áreas de aplicação, ou até mesmo em outros órgãos da instituição, e também aplicar em demandas futuras

do próprio NTI. Seria interessante também no futuro incorporar outros métodos de tomada de decisão à análise final tornando-a mais confiável por envolver diversos dados de diversas metodologias diferentes e até mesmo pode ser que as possíveis divergências de resultados de outros métodos acabe gerando material para ser discutido noutro trabalho acadêmico.

## Bibliografia

- [1] Hwang, C.L.; Yoon, K. (1981). Multiple Attribute Decision Making: Methods and Applications. New York: Springer-Verlag. section 2.3.5
- [2] Ching-Lai Hwang, Young-Jou Lai, Ting-Yun Liu, A new approach for multiple objective decision making, Computers & Operations Research, Volume 20, Issue 8, 1993, Pages 889-899, ISSN 0305-0548, [https://doi.org/10.1016/0305-0548\(93\)90109-V](https://doi.org/10.1016/0305-0548(93)90109-V). (<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S030505489390109V>)
- [3] Young-Jou Lai, Ting-Yun Liu, Ching-Lai Hwang, TOPSIS for MODM, European Journal of Operational Research, Volume 76, Issue 3, 1994, Pages 486-500, ISSN 0377-2217, [https://doi.org/10.1016/0377-2217\(94\)90282-8](https://doi.org/10.1016/0377-2217(94)90282-8). (<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0377221794902828>) Keywords: Multiple objective decision making; Positive ideal solution; Negative ideal solution; Fuzzy sets; Membership functions
- [4] Chen-Tung Chen, Extensions of the TOPSIS for group decision-making under fuzzy environment, Fuzzy Sets and Systems, Volume 114, Issue 1, 2000, Pages 1-9, ISSN 0165-0114, [https://doi.org/10.1016/S0165-0114\(97\)00377-1](https://doi.org/10.1016/S0165-0114(97)00377-1). (<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0165011497003771>) Keywords: TOPSIS; Linguistic variables; Triangular fuzzy number; MCDM
- [5] S.M. Seyed-Hosseini, N. Safaei, M.J. Asgharpour, Reprioritization of failures in a system failure mode and effects analysis by decision making trial and evaluation laboratory technique, Reliability Engineering & System Safety, Volume

91, Issue 8, 2006, Pages 872-881, ISSN 0951-8320,  
<https://doi.org/10.1016/j.res.2005.09.005>.  
(<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0951832005001882>)

[6] Yu-Cheng Lee, Mei-Lan Li, Tieh-Min Yen, Ting-Ho Huang, Analysis of adopting an integrated decision making trial and evaluation laboratory on a technology acceptance model, *Expert Systems with Applications*, Volume 37, Issue 2, 2010, Pages 1745-1754, ISSN 0957-4174,  
<https://doi.org/10.1016/j.eswa.2009.07.034>.  
(<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0957417409006915>)

[7] Yasutaka Kainuma, Nobuhiko Tawara, A multiple attribute utility theory approach to lean and green supply chain management, *International Journal of Production Economics*, Volume 101, Issue 1, 2006, Pages 99-108, ISSN 0925-5273,  
<https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2005.05.010>.  
(<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0925527305001362>)

[8] Michel Grabisch, Ivan Kojadinovic, Patrick Meyer, A review of methods for capacity identification in Choquet integral based multi-attribute utility theory: Applications of the Kappalab R package, *European Journal of Operational Research*, Volume 186, Issue 2, 2008, Pages 766-785, ISSN 0377-2217,  
<https://doi.org/10.1016/j.ejor.2007.02.025>.  
(<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0377221707002330>)

[9] Cevriye Gencer, Didem Gürpınar, Analytic network process in supplier selection: A case study in an electronic firm, *Applied Mathematical Modelling*, Volume 31, Issue 11, 2007, Pages 2475-2486, ISSN 0307-904X,  
<https://doi.org/10.1016/j.apm.2006.10.002>.  
(<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0307904X06002368>)

[10] Zhencai Zhu, Lei Xu, Guoan Chen, Yilei Li, Optimization on tribological properties of aramid fibre and CaSO<sub>4</sub> whisker reinforced non-metallic friction material with analytic hierarchy process and preference ranking organization method for

enrichment evaluations, *Materials & Design*, Volume 31, Issue 1, 2010, Pages 551-555, ISSN 0261-3069,  
<https://doi.org/10.1016/j.matdes.2009.07.015>.  
(<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0261306909003550>)

[11] A. Shanian, O. Savadogo, A material selection model based on the concept of multiple attribute decision making, *Materials & Design*, Volume 27, Issue 4, 2006, Pages 329-337, ISSN 0261-3069,  
<https://doi.org/10.1016/j.matdes.2004.10.027>.  
(<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0261306904002900>)

[12] Bana e Costa, C. A., Jean-Marie de Corte, Jean-Claude Vansnick. MACBETH (Measuring Attractiveness by a Categorical Based Evaluation Technique). *Wiley Encyclopedia of Operations Research and Management Science*. 2010

[13] J. Karlsson and K. Ryan, "A cost-value approach for prioritizing requirements," in *IEEE Software*, vol. 14, no. 5, pp. 67-74, Sep/Oct 1997. doi: 10.1109/52.605933 URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=605933&isnumber=13290>

[14] International Society On Multiple Criteria Decision Making., "Mission of The Society," 2013. [Online]. Available: <http://www.mcdmsociety.org/content/mission-socie> ty. [Accessed: 23-June-2018].

[15] M. Doumpos and C. Zopounidis, *Multicriteria Decision Aid Classification Methods*. 2002.

[16] B. Roy, "Classement Et Choix En Présence De Points De Vue Multiples (La Méthode Electre)," *Rev. française d'automatique, d'informatique Rech. opérationnelle. Rech. opérationnelle*, vol. 2, no. 1, pp. 57-75, 1968.

[17] C. M. G. Miranda and A. T. Almeida, "Avaliação de Pós Graduação com Método ELECTRE TRI - O Caso de Engenharias III da CAPES," *Rev. Produção*, vol. 13, no. 3, pp. 101-112, 2003.

[18] Santos. S. C. et al. Genotypes selection for Plant Bioassays Using *Lactuca Satival.* and *Allium*

Cepal. Pakistan Journal of Botany, vol. 46, no. 6, pp. 2201-2212. 2017.

[19] Luz. L. M. G. et al Uma aplicação do método FUZZY-ELECTRE-TOPSIS para seleção de serviços de computação em nuvem.

[20] Fatih Emre Boran, Serkan Genç, Mustafa Kurt, Diyar Akay, A multi-criteria intuitionistic fuzzy group decision making for supplier selection with TOPSIS method, Expert Systems with Applications, Volume 36, Issue 8, 2009, Pages 11363-11368, ISSN 0957-4174, <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2009.03.039>. (<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0957417409002772>)

[21] V. A. P. Salomon, “Desempenho da Modelagem do Auxílio à Decisão Por Múltiplos Critérios na Análise do Planejamento e Controle da Produção,” Universidade de São Paulo, 2004.

[22] Ahlert, Fabiano & Vaccaro, Guilherme & Borba, Gustavo. (2009). Seleção de software ERP e definição de critérios para escolha de um sistema adequado: um estudo de caso.

[23] JAHARA, Claudio V. **Seleção de Software para o Gerenciamento de Projetos**. In: DISNMORE, Paul C.; SILVEIRA NETO, Fernando H. **Gerenciamento de Projetos: como Gerenciar seu Projeto com Qualidade, dentro do Prazo e Custos Previstos**. Editora Qualitymark. 3ª edição. 2007.

[24] Becker HS. Métodos de pesquisa em ciências sociais. 2a ed. São Paulo: HUCITEC; 1994.

[25] Goldenberg M. A arte de pesquisar. Rio de Janeiro:Record; 1997.

[26] Gil AC. Como elaborar projetos e pesquisa. 3a ed. São Paulo: Atlas; 1995:58.

[27] VENTURA M. M. O estudo de caso como Modalidade de Pesquisa. Rev SOCERJ, 2007; 20(5):383-386 setembro/outubro

[28] <https://www.unifal-mg.edu.br/nti/>

[29] <https://www.unifal-mg.edu.br/portal/>

[30] <https://decision-radar.com/>, acessado em 23 de Junho de 2018

[31] <https://nb.vse.cz/~jablon/sanna.htm>, acessado em 23 de Junho de 2018

[32] <https://developer.mozilla.org/bm/docs/Web/JavaScript>, acessado em 24 de Junho de 2018

[33] <https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Web/HTML>, acessado em 24 de Junho de 2018

[34] <https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Web/CSS>, acessado em 24 de Junho de 2018

[35] <http://php.net/docs.php>, acessado em 24 de Junho de 2018

[36] [https://developer.mozilla.org/en-US/Apps/Fundamentals/Modern\\_web\\_app\\_architecture/MVC\\_architecture](https://developer.mozilla.org/en-US/Apps/Fundamentals/Modern_web_app_architecture/MVC_architecture), acessado em 24 de Junho de 2018

[37] Multi-Criteria Decision Analysis: Methods and Software, Alessio Ishizaka & Philippe Nemery, p. 216 p. 220

[38] Multiple Attribute Decision Making: Methods and Applications, Gwo-Hshiang Tzeng & Jih-Jeng Huang, p. 71

[39] Ribeiro, M. B. et al. Prioritization of Critical Success Factors In The Process of Software Development. IEEE Latin America Transactions, vol. 15, no. 1, pp. 137-144. Jan., 2017.



**Adenir Teixeira de Souza** is finishing his graduation at Federal University of Alfenas, has working as a Software Engineer about 18 months on many projects from several companies.



**Matheus Menali Rodrigues Pereira** is finishing his graduation at Federal University

of Alfenas, has working as a Software Engineer about 18 months on many projects from several companies.



**Eduardo Gomes Salgado** is graduated as Production Engineer (Mechanical Engineering) from the Federal University of Itajubá (2005), obtained a Master's Degree in

Production Engineering from the Federal University of Itajubá (2008) and received a Ph.D. in Mechanical Engineering from São Paulo State University (UNESP) (2011). During 2014-2015 Eduardo was a postdoctoral student at the Adam Smith Business School of the University of Glasgow. Since 2009 he is an Adjunct Professor at the Federal University of Alfenas (UNIFAL-MG)

## Anexos

### Anexo 1:

Tabela de projetos e as notas para cada critério.

<b>Projeto</b>	<b>Esforço</b>	<b>Importância para o setor / sol.</b>	<b>Impacto para a instituição</b>	<b>Impacto Comunidade</b>	<b>Gravidade</b>	<b>Urgência</b>	<b>Tendência</b>
Projeto 1	5	3	1	1	1	3	3
Projeto 2	5	1	1	1	1	1	3
Projeto 3	30	1	1	5	1	1	3
Projeto 4	50	1	1	5	1	1	3
Projeto 5	60	5	5	5	5	3	3
Projeto 6	20	5	5	1	5	5	3
Projeto 7	30	1	5	5	1	1	3
Projeto 8	5	5	1	5	1	3	3
Projeto 9	5	5	1	1	1	3	3
Projeto 10	15	5	5	1	5	3	1
Projeto 11	10	5	5	3	1	3	1
Projeto 12	35	5	5	1	5	5	1
Projeto 13	20	5	1	1	1	1	3
Projeto 14	40	5	3	1	3	5	3
Projeto 15	10	3	1	1	1	1	3
Projeto 16	50	5	5	5	5	5	3
Projeto 17	10	3	1	1	1	1	1
Projeto 18	25	5	3	1	1	1	3
Projeto 19	20	5	1	1	5	5	1
Projeto 20	20	5	1	1	5	5	1
Projeto 21	25	1	5	5	1	1	3
Projeto 22	5	1	3	5	1	1	3
Projeto 23	10	5	1	1	1	3	3
Projeto 24	10	3	1	5	1	3	3

Projeto 25	10	3	1	1	1	1	3
Projeto 26	10	3	1	1	1	1	3
Projeto 27	10	3	1	1	1	1	3
Projeto 28	5	3	1	1	1	1	3
Projeto 29	5	5	5	5	5	5	1
Projeto 30	20	5	5	5	1	5	3
Projeto 31	15	5	5	5	1	3	3
Projeto 32	120	5	3	1	5	1	3
Projeto 33	45	1	1	5	1	1	3
Projeto 34	15	5	1	1	1	1	3
Projeto 35	15	5	3	1	5	1	3
Projeto 36	120	5	5	5	5	5	1
Projeto 37	15	3	1	1	1	1	3
Projeto 38	15	5	1	3	1	1	3
Projeto 39	10	5	1	1	1	3	3
Projeto 40	5	1	1	1	1	1	3
Projeto 41	60	3	3	3	1	1	3
Projeto 42	25	1	1	1	1	1	3
Projeto 43	30	1	1	1	1	1	3
Projeto 44	10	3	1	3	1	1	3
Projeto 45	25	5	3	5	3	3	3
Projeto 46	15	5	5	3	1	3	3
Projeto 47	15	1	1	5	1	1	3
Projeto 48	40	5	5	5	5	3	1

Anexo 2:

Quantidade de projetos agrupados por categoria

Administração e planejamento	10
Assistência estudantil	1

Biblioteca	1
Demandas técnicas	5
Extensão	1
Gestão de Pessoas	12
Graduação	8
Pesquisa e Pós graduação	4
Pesquisa e Pós graduação, Graduação, Extensão	1
Sites, serviços e comunicação	5