



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO VALE DO SÃO FRANCISCO
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

JÉFFERSON JESUS DE ARAUJO

**APLICAÇÃO DO MÉTODO ELECTRE I PARA PROBLEMAS DE
SELEÇÃO ENVOLVENDO PROJETOS DE DESENVOLVIMENTO DE
SOFTWARE LIVRE**

Juazeiro – BA
2016

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO VALE DO SÃO FRANCISCO
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

JÉFFERSON JESUS DE ARAUJO

**APLICAÇÃO DO MÉTODO ELECTRE I PARA PROBLEMAS DE
SELEÇÃO ENVOLVENDO PROJETOS DE DESENVOLVIMENTO DE
SOFTWARE LIVRE**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Universidade Federal do Vale do São Francisco –
UNIVASF, Campus Juazeiro, como requisito parcial para
obtenção do título de bacharel em Engenharia de Produção.

Orientador: Prof. Dr. Thiago Magalhães Amaral.

Juazeiro - BA
2016

	Araujo, Jéfferson Jesus de.
A663a	Aplicação do método ELECTRE I para problemas de seleção envolvendo projetos de desenvolvimento de software livre / Jéfferson Jesus de Araujo. -- Juazeiro, 2017.
	xiii, 48 f. : il. ; 29 cm.
	Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Produção) – Universidade Federal do Vale do São Francisco, Campus Juazeiro-BA, 2017.
	Orientador: Profº. Dr. Thiago Magalhães Amaral.
	1. Processo decisório. 2. Portfólio - Seleção I. Título. II. Amaral, Thiago Magalhães. III. Universidade Federal do Vale do São Francisco.
CDD 658.403	

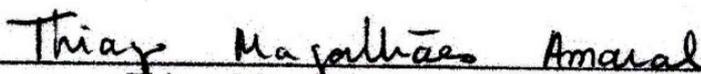
UNIVERSIDADE FEDERAL DO VALE DO SÃO FRANCISCO
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

FOLHA DE APROVAÇÃO

JÉFFERSON JESUS DE ARAUJO

APLICAÇÃO DO MÉTODO ELECTRE I PARA PROBLEMAS DE
SELEÇÃO ENVOLVENDO PROJETOS DE DESENVOLVIMENTO DE
SOFTWARE LIVRE

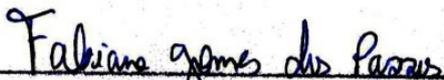
Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial para
obtenção do título de bacharel em Engenharia de Produção pela Universidade
Federal do Vale do São Francisco.



Thiago Magalhães Amaral, Dr. – (UNIVASF)
Orientador



Francisco Ricardo Duarte, Dr. – (UNIVASF)
Avaliador Interno



Fabiana Gomes dos Passos, M.Sc – (UNIVASF)
Avaliadora Interna

Aprovado pelo Colegiado de Engenharia de Produção em 25 / 07 / 2016

Dedico este trabalho as pessoas mais importantes da minha vida, a minha família e amigos, por todo o apoio e torcida, e em especial a Juliana minha parceira confiante que sempre me acompanhou e me incentivou.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, o autor da vida, por me capacitar e me permitir concluir mais essa etapa da minha vida, toda honra e glória seja dada a Ele.

Agradeço a minha família, aos meus pais Arnaldo e Juscelina, pelo amor, pelo carinho, pelos valores que me ensinaram e que levarei por toda minha vida. Ao meu irmão e amigo Leandro, que sempre me acompanhou e me apoiou. A minha tia Ornelina que sempre esteve presente e me apoiou. E o amor dos meus avós João, Isabel (*in memorian*), Francisco (*in memorian*) e Viturina (*in memorian*).

Agradeço a minha namorada Juliana, a minha parceira, a minha melhor amiga, conselheira, inspiradora, meu bem maior, que sempre esteve presente em cada momento.

Aos meus amigos Jacleiton, Marlécia, Edie, Camilla, Klícia, Danilo, Jéssica, Sandro, Jamilly, Diego, Anny, Gideon e Janyne agradeço pela alegria, pelas noites de conversas, pelos sorrisos e pelas pizzas, ter amigos como vocês é um privilégio, obrigado por tudo.

Aos meus amigos de graduação Ramon, Natanael, Romildo, André, Andrey, Rodrigo, Lucas Di Paula, Diogo e João Marques, pessoas incríveis que eu conheci e que compartilharam essa longa caminhada com a minha, sempre lembrarei dos estudos no laboratório, dos seminários, dos almoços no RU e das risadas que sempre estiveram presentes. E também aos meus amigos de escola, Anderson, Aurélio e Saullo.

Agradeço ao meu orientador Dr. Thiago Magalhães, pela paciência e dedicação nas aulas ministradas e nas orientações do trabalho, obrigado por ser um professor que preza pelo ensino dos seus alunos e pela excelência na produção dos trabalhos. Obrigado pelos conselhos, pela confiança e incentivo que foram essenciais.

Agradeço a professor Dr. Ricardo Duarte, por mostrar a importância de um trabalho bem estruturado, embasado e conforme as normas. Levarei seus ensinamentos sempre comigo, obrigado por ser um professor dedicado e profissional, que preza pelo crescimento acadêmico do aluno.

Agradeço ao coordenador Dr. Francisco Alves e aos demais professores do colegiado de Engenharia de Produção, Me. Edson Kogachi, Dr. José Luiz Carvalho, Dr. Ana Cristina Castro, Dr. Vivianni Leite, Dr. Antônio Crisóstomo, Ma. Fabiana Passos, Dr. Ângelo Leite, Dr. Nildo Cassundé, Dr. Paulo Pereira e Dr. Beto Saavedra, que contribuíram com seus conhecimentos acadêmicos, profissionais e pessoais. Obrigado pela disposição e pelo esforço que fazem pelo crescimento do curso. Agradeço aos professores da Escola de Aplicação, em especial o professor Edson Binga, pelo incentivo e dedicação, e da Escola Flaris que fazem parte da minha

vida e contribuíram para o meu crescimento, quero honrar a todos vocês, meu sincero obrigado mestres.

Agradeço a oportunidade e disponibilidade da Empresa, que possibilitou a realização da pesquisa e não restringiu nenhuma informação, facilitando a mesma, permitindo um trabalho rico e completo.

Agradeço a Universidade Federal do Vale do São Francisco pela estrutura que contribuiu para a minha formação, meu obrigado a cada servidor e a cada terceirizado.

Enfim, agradeço a todos que contribuíram na minha formação, direta ou indiretamente, ficando aqui o meu eterno muito obrigado!

“Suba o primeiro degrau com fé. Não é necessário que você veja toda a escada. Apenas dê o primeiro passo. ”

(Martin Luther King)

ARAUJO, Jéfferson Jesus de. **Aplicação do método ELECTRE I para problemas de seleção envolvendo projetos de desenvolvimento de software livre**. Juazeiro (BA). Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal do Vale do São Francisco, 2016.

RESUMO

O grande volume de informação, a demanda altamente variável e a falta de dispositivos de gestão são fatores que estão inseridos na decisão de selecionar os melhores projetos. A Gestão de Portfólio é uma atividade de sobrevivência da empresa, ligando diversas variáveis de risco a empresa, além de alinhar o planejamento e os objetivos da empresa, de acordo com os critérios mais importantes. O ELECTRE I tem característica de avaliação par a par entre as alternativas, buscando uma relação de sobreclassificação e tem como características os índices de concordância e discordância, a matriz de veto, e o *kernel*. O método ELECTRE I pode ser utilizado em várias áreas, como: gestão de negócios, gerenciamento de energia, gestão ambiental, logística e cadeia de suprimentos, saúde, etc. A pesquisa realizada tem como objetivo a aplicação prática do método ELECTRE I para apoio de decisão na seleção de projetos de uma empresa de desenvolvimento de software livre na cidade de Juazeiro – BA. Para a modelagem do problema, foi apresentada a metodologia usada na empresa, os projetos a serem avaliados, os critérios escolhidos pelo decisor e os seus respectivos pesos, para a construção da matriz de decisão e execução do ELECTRE I. Os resultados obtidos mostraram-se eficazes, satisfazendo a proposta apresentada na pesquisa e auxiliando a forma tradicional da empresa para a tomada de decisões na seleção de projetos. Porém, deve se atentar ao nível de subjetividade do método, presente nos índices de concordância e discordância que são escolhidos pelo tomador de decisão. Por fim, são apresentadas as conclusões, fazendo uma discussão entre o método atual e o método proposto, sugerindo a aplicação do método ELECTRE I e de outros métodos de Decisão Multicritério para diferentes problemas de decisão da empresa.

Palavras-chaves: Decisão Multicritério. MCDA. ELECTRE I. Seleção de Portfólio.

ARAÚJO, Jéfferson Jesus de. **Application of ELECTRE I method for selection problems involving free software development projects.** Juazeiro (BA). Final paper. Federal University of Vale do São Francisco, 2016.

ABSTRACT

The large volume of information, the highly variable demand and the lack of management devices are factors that are part of the decision to select the best projects. Portfolio Management is a survival activity of the company, linking several risk variables to the company, in addition to aligning the planning and the objectives of the company, according to the most important criteria. ELECTRE I has a peer-to-peer evaluation of the alternatives, seeking an outranking relationship and has the characteristics of agreement and disagreement indexes, the veto matrix, and the kernel. The ELECTRE I method can be used in several areas, such as business management, energy management, environmental management, logistics and supply chain, health, etc. The research carried out has the objective of the practical application of the ELECTRE I method for decision support in the selection of projects of a free software development company in the city of Juazeiro - BA. For the modeling of the problem, it was presented the methodology used in the company, the projects to be evaluated, the criteria chosen by the decision maker and their respective weights, for the construction of the decision matrix and execution of ELECTRE I. The results Satisfying the proposal presented in the research and assisting the traditional way of the company to make decisions in the selection of projects. However, they should be aware of the importance of the method and of the choice of the decision maker. Finally, the conclusions are presented, making a discussion between the current method and the proposed method, suggesting the application of the ELECTRE method and other methods of Multicriteria Decision for different decision problems of the company.

Keywords: Multicriteria Decision. MCDA. ELECTRE I. Project selection.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1	Fluxograma das etapas da pesquisa.....	21
Quadro 1	Projetos e seus objetivos.....	22
Figura 2	Relação de sobreclassificação dos projetos.....	26

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Métodos MCDA e seus criadores.....	16
Tabela 2	Família ELECTRE e seus problemas de decisão.....	18
Tabela 3	Matriz de Decisão.....	22
Tabela 4	Matriz de decisão e pesos normalizados.....	23
Tabela 5	Matriz de Concordância.....	24
Tabela 6	Matriz de Discordância.....	24
Tabela 7	Matriz de Veto.....	25

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AHP – Analytic Hierarchy Process

ANP – Analytic Network Processes

ELECTRE – Elimination Et Choix Traduisant la Réalité

MACBETH – Measuring Attractiveness by a Categorical Based Evaluation Technique

MAUT – Multi Attribute Utility Theory

MCDA – Multicriteria Decision Analysis

PLMO – Programação Linear Multiobjetivo

PO – Pesquisa Operacional

PROMETHEE – Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluations

SMART – Simple Multi Attribute Rating Technique

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	14
1.1 Justificativa.....	15
1.2 Estrutura do Trabalho	16
2. OBJETIVOS	18
2.1 Objetivo Geral	18
2.2 Objetivos Específicos	18
3. REFERENCIAL TEÓRICO	19
3.1 Métodos de Decisão Multicritério	19
3.2 Método ELECTRE	20
4. METODOLOGIA.....	23
4.1 Objeto de Estudo	23
4.2 Procedimentos de Coleta de Dados	23
4.3 Procedimentos de Análise de Dados	23
4.4 A Empresa	24
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES	25
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	31
REFERÊNCIAS	33
ANEXO.....	39
ANEXO A.....	40

INTRODUÇÃO

A variação dos anseios da demanda, a alta densidade de informações e a falta de dispositivos gerenciais para seleção de clientes fazem com que muitas empresas estejam atentas em atender e priorizar os melhores projetos, sobretudo quando voltados ao desenvolvimento de software. Dessa forma, a utilização da gestão de portfólio tornou-se uma atividade necessária à sobrevivência da empresa, contudo, não é uma tarefa simples, é preciso o envolvimento de diversos fatores, ligados a risco, incerteza, recursos, tecnologias, etc (SILVA *et al.*, 2007). A gestão de portfólio é um processo, que visa selecionar os melhores projetos de acordo com os critérios mais importantes, ligando os planejamentos e objetivos da empresa, além de controlá-los e supervisioná-los durante a execução (CAVALCANTI, 2011).

Atrelado a isso, a gestão de portfólio se torna uma ferramenta imprescindível para as empresas de desenvolvimento de software, pois, devido à variedade de projetos a serem desenvolvidos, surge a necessidade de selecionar os mais viáveis, levando em conta a redução de custos e tempo, e a maximização de lucro. O software livre é um conceito que vem crescendo em termos de importância, pois não se trata apenas da gratuidade ou da livre consulta dos códigos, o seu desenvolvimento tem envolvido organizações com e sem fins lucrativos (SANTOS, 2010). O seu código-fonte é aberto para as empresas e se tornam livres para a população em geral, onde ele pode ser aprimorado, customizado e divulgado ao menor custo possível ou sem nenhum custo (SANTOS, 2010). Essa disponibilidade do código fonte beneficia também a sociedade, surgindo adaptações de acordo com a presente necessidade, e independência de prazos para uma nova versão do software (MADRUGA e SILVA, 2013).

De fato, tomar decisões é uma tarefa fundamental da gestão de portfólio, e segundo Silva *et al.* (2014) a gestão de portfólio possui caráter estratégico, por conta das suas deliberações, responsáveis por projetos de novos produtos, atualizações, revisões e até decisões de descontinuidades de produtos já no mercado. A velocidade das mudanças, dos elevados volumes investidos e do incremento do nível de incerteza, e os diversos tipos de critérios quantitativos e qualitativos para a seleção de projetos de software livre torna a tomada de decisão mais difícil e se faz necessário usar ferramentas mais sofisticadas para tratar o problema (ARAUJO e ALMEIDA, 2009; MORAES e SANTALIESTRA, 2008).

A Análise de Decisão Multicritério ou *Multicriteria Decision Analysis* (MCDA) tem como características situações onde há pelo menos duas alternativas a serem avaliadas. Ela é utilizada para resolver problemas em que o decisor precisa analisar um conjunto de alternativas em relação a diferentes critérios que normalmente são conflitantes entre si. O analista tem um

papel fundamental durante o processo decisório, pois o mesmo pode ajudar o decisor através da explicitação e seleção de critérios, pesos dos critérios, métodos, etc. Apesar da ajuda do analista na construção do processo decisório, a avaliação depende fundamentalmente do julgamento do decisor. A MCDA é constituída de métodos bastante estruturados e que tem a capacidade de avaliar alternativas de forma subjetiva ou objetiva. Porém, diferentemente da Pesquisa Operacional (PO) clássica que procura dar uma solução ótima, a MCDA tem como objetivo expor alternativas e resultados que apoiem a decisão, identificando qual será a mais viável de acordo com a análise dos multicritérios (ALMEIDA, 2013).

A empresa, objeto deste estudo, seleciona seus projetos de acordo com o seu nível de dificuldade, ou seja, deve ter um nível equilibrado para manter a produtividade da equipe. Entretanto, precisava de um método estruturado que englobasse mais critérios para que os projetos de softwares fossem escolhidos de forma mais cuidadosa. Nesta perspectiva, de que forma a MCDA, através do método ELECTRE I, poderia ser usada para auxiliar a seleção de projetos de software livre?

1.1 Justificativa

A ferramenta ELECTRE tem sido abordada de maneira crescente em trabalhos científicos nos quatro últimos anos, e de acordo com a *SCIENCE DIRECT*, entre 2012 (114 publicações) e 2015 (205 publicações) houve um aumento de aproximadamente 80% nas publicações em revistas, jornais e periódicos. Em uma revisão de literatura realizada por Govindan e Jepsen (2015), foram analisados 544 trabalhos relevantes, separados em 13 categorias incluindo as áreas de aplicação.

São as mais recentes: gestão de negócios (LING, 2012; SOBRAL e COSTA, 2012); gerenciamento de energia (OLIVEIRA *et al.*, 2013; STRATIGEA e GRAMMATIKOGIANNIS, 2012); Tecnologia da Informação (TI) (ROTTER, 2013; TOLGA, 2012); gestão financeira (ANDRIOSOPOULOS *et al.*, 2012; BEZERRA *et al.*, 2013); recursos naturais e gestão ambiental (ACHILLAS *et al.*, 2011; INGOLD, 2011); design, engenharia mecânica e sistemas de manufatura (KOENSGEN *et al.*, 2013; VAHDANI *et al.*, 2013); estruturas, construção e engenharia de transportes (CURT e TALON, 2013; RASOOL *et al.*, 2012); logística e abastecimento da cadeia de suprimentos (FRAGOSO, 2013; LUO e CHEN, 2012); política, social e educação (PETROVIC *et al.*, 2012; FERNANDEZ e OLMEDO, 2013); engenharia química e bioquímica (FETTAKA *et al.*, 2012; GURMERIC *et al.*, 2012); agricultura (MENDAS e DELALI, 2012; DIABY *et al.*, 2011); saúde, segurança e medicina

(CHEN *et al.*, 2013; MARBINI *et al.*, 2013); outras áreas e aplicações não específicas (BOTTI e PEYPOCH, 2013). Além disso, Ishizaka e Nemery (2013) afirmam que os métodos ELECTRE têm sido aplicados com sucesso em muitas áreas, tais como gestão ambiental, agricultura e floresta, energia, gestão da água, financiamento, os concursos, transporte e militar.

Limitações de recursos devido às restrições de tempo e orçamento e as imprecisões nos prazos estimados são alguns problemas que persistem, durante a tomada de decisão para seleção de projetos de softwares. Esses problemas ocorrem em diversas etapas como a análise de projeto, construção, implantação ou manutenção (FREITAS e CORDEIRO, 2011; PRIKLADNICKI, 2004; CABRAL *et al.*, 2012).

A aplicação de métodos MCDA permite que os decisores tenham uma ferramenta específica, que suporta e qualifica as decisões, além de justificar a escolhas e simular os resultados, possibilitando a visualização dos projetos mais viáveis, auxiliando e melhorando a tomada de decisão, além ampliar a sua aplicação para a seleção de outros portfólios (VARGAS, 2010; SILVA *et al.*, 2007; ALMEIDA, 2012).

1.2 Estrutura do Trabalho

Este trabalho está estruturado em cinco capítulos da seguinte forma:

- 1) Introdução
- 2) Objetivos
- 3) Referencial Teórico
- 4) Metodologia
- 5) Resultados e Discussões
- 6) Conclusões

O primeiro capítulo explica de maneira sucinta a importância e a relação entre os temas abordados, trazendo fatores que justificam a utilização da ferramenta proposta e a problemática central detectada na empresa.

No segundo capítulo é apresentado o objetivo principal da pesquisa, bem como os objetivos específicos presentes no trabalho.

Na terceira parte fez-se um levantamento do referencial teórico para embasamento das discussões e posteriores conclusões e recomendações da pesquisa. Inicia-se com conceitos e descrições sobre os diversos métodos multicritérios. Em seguida o foco é no método proposto ELECTRE I, ilustrando como é realizada a sua aplicação.

No quarto capítulo apresentam-se os procedimentos metodológicos que foram adotados para a condução da pesquisa. Sendo identificados a natureza da pesquisa, o tipo de estudo e os passos utilizados para a coleta e análise dos dados.

No quinto capítulo é mostrado como foi construído o processo decisório, e as respectivas análises dos resultados obtidos.

Por último, serão descritas as conclusões sobre os resultados obtidos, apresentando as limitações da pesquisa e sugestões para trabalhos futuros.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Esta pesquisa tem como objetivo aplicar o método ELECTRE I para selecionar os projetos a serem desenvolvidos por uma empresa de software livre localizada na cidade de Juazeiro – BA.

2.2 Objetivos Específicos

- Identificar a metodologia de seleção de projetos da empresa;
- Modelar e estruturar o processo decisório de forma que os projetos mais importantes sejam priorizados;
- Identificar as variáveis envolvidas, dentre elas: alternativas, critérios, pesos e atores do processo;
- Coletar e analisar os dados e informações das alternativas e critérios escolhidos.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Métodos de Decisão Multicritério

Os métodos MCDA são aplicados em diversas áreas em que o objetivo seja selecionar, ordenar, classificar ou descrever alternativas presentes em um processo decisório na presença de múltiplos critérios como mostra a Tabela 1 (ROY, 1993). Os primeiros métodos da Escola Francesa de MCDA foram os da família ELECTRE (*Elimination Et Choix Traduisant la Réalité*), iniciados com a formulação do ELECTRE I. Eles foram desenvolvidos com o propósito de incorporar um caráter mais realista à tomada de decisão. Os métodos multicritério da Escola Americana, por sua vez, têm como fundamentação teórica a noção de agregar todas as informações acerca do problema que se pretende resolver por meio de uma grande síntese (MACHADO *et al.*, 2012).

Tabela 1 – Métodos MCDA e seus criadores

Método	Classificação	Referências seminais
ELECTRE	Método de sobreclassificação	ELECTRE I (ROY, 1968); ELECTRE II (ROY e BERTIER, 1971); ELECTRE III e IV (ROY e HUGONNARD, 1981); ELECTRE IS (ROY e SKALKA, 1985); ELECTRE TRI (YU, 1992; MOUSSEAU, SLOWINSKI e ZIELNIEWICZ, 2000)
Promethee	Método de sobreclassificação	BRANS, MARESCHAL e VINCKE (1984); BRANS, MARESCHAL e VINCKE (1986)
Regime	Método de sobreclassificação	HINLOOPEN, NIJKAMP e RIETVELD (1983)
Multiattribute Utility Theory (MAUT)	Teoria da Utilidade Multiatributo	FISHBURN (1970); KEENEY e RAIFFA (1976)
Simple Multi Attribute Rating Technique (SMART)	Teoria da Utilidade Multiatributo	EDWARDS (1977)
Analytic Hierarchy Process (AHP)	Teoria da Utilidade Multiatributo	SAATY (1977); SAATY (1980)
Analytic Network Processes (ANP)	Teoria da Utilidade Multiatributo	SAATY (1996)
Measuring Attractiveness by a Categorical Based Evaluation Technique (MACBETH)	Teoria da Utilidade Multiatributo	BANA e COSTA e VANSNICK (1994)

Fonte: Adaptado de Rodriguez *et al.* (2013)

Segundo Almeida (2013) os métodos MCDA são classificados em três tipos principais: métodos de critério único de síntese – são aqueles que agregam os critérios em um único critério de síntese; métodos de sobreclassificação, *outranking* ou *surclassment* – são aqueles que existem superação ou prevalência entre as alternativas; e os métodos interativos.

O primeiro grupo é formado por métodos baseados no modelo aditivo determinístico e também pelo grupo de métodos da Teoria da Utilidade Multiatributo (MAUT – *Multi-Attribute*

Utility Theory), que tem origem da Teoria da Utilidade e aborda situações com múltiplos objetivos, representados por atributos. Além disso, está relacionada com a Teoria dos Jogos e Teoria da Decisão. O segundo grupo tem duas famílias de métodos que se destacam a família ELECTRE e PROMETHEE. O terceiro grupo está associado a problemas discretos ou contínuos. Os métodos de Programação Linear Multiobjetivo (PLMO) utilizam de procedimentos iterativos e por isso são considerados métodos iterativos (LIMA, 2011).

Outra classificação importante entre os métodos está relacionada à compensação, podendo existir métodos compensatórios e não compensatórios, onde a ideia principal é de compensar o menor desempenho de uma alternativa relacionado aos critérios estabelecidos, através de um critério com melhor desempenho, ou seja, a avaliação de uma alternativa considera os *trade-offs* entre os critérios. Diferentemente dos não compensatórios, onde não acontece essa consideração, ou seja, não apresentam a compensação entre os critérios, sendo os métodos de sobreclassificação um deles (SILVA *et al.*, 2013).

O método matemático de sobreclassificação tem origem na escola francesa de decisão (LONGARAY e ENSSLIN, 2013) e possui característica de comparação par a par entre as alternativas, buscando uma relação de sobreclassificação entre elas, assumindo também a possibilidade de incomparabilidade na matriz de preferência do decisor, sua transitividade nem sempre é observada e podem trazer resultados parciais na recomendação. A avaliação intercritério pode ser representada pelos pesos dos critérios, que assumem a noção de grau de importância e construindo-se relações não compensatórias entre as alternativas (RODRIGUEZ *et al.*, 2013).

3.2 Método ELECTRE

A família ELECTRE inclui vários métodos e é aplicada em duas fases. A primeira fase consiste em uma construção de prevalência, constituindo uma comparação par a par entre as alternativas. Em seguida na segunda fase, a sobreclassificação é explorada aplicando o algoritmo em que o problema da função construída é resolvido (OLIVEIRA *et al.*, 2013). Os métodos que constituem a família ELECTRE estão representados de acordo com a Tabela 2.

Cada uma das versões ELECTRE difere operacionalmente e também com respeito aos tipos de problemas que podem ser usados. Os métodos ELECTRE I, IV e IS são aplicáveis para uma problemática de escolha, onde o objetivo é selecionar um menor conjunto de melhores alternativas (ISHIZAKA e NEMERY, 2013; SIQUEIRA e ALMEIDA, 2011; OLIVEIRA *et al.*, 2013). Os métodos ELECTRE II, III e IV destinam-se à tarefa de construir uma ordenação

das alternativas do melhor para o pior. Conhecido como problemática de ranking. O ELECTRE II é baseado em critérios verdadeiros, enquanto que os outros dois métodos usam pseudo-critérios. Os métodos ELECTRE III e IV diferem em um número de pontos, mas a principal diferença é que o último não utiliza critérios pesos (GOVINDAN e JEPSEN, 2015).

Tabela 2 – Família ELECTRE e seus problemas de decisão

Problema de Decisão	Método	Software
Escolha	ELECTRE I	-
	ELECTRE Iv	-
	ELECTRE Is	<i>Electre Is</i>
Ordenação	ELECTRE II	-
	ELECTRE III	<i>Electre III – Electre IV</i>
	ELECTRE IV	<i>Electre III – Electre IV</i>
Classificação	ELECTRE-Tri-B	<i>Electre-Tri</i>
	ELECTRE-Tri-C	<i>IRIS</i>
Descrição	Elicitação dos pesos em	<i>SRF</i>
	ELECTRE	<i>IRIS</i>
	Elicitação para ELECTRE-Tri:	<i>Electre Tri Assistant</i>
	<ul style="list-style-type: none"> • Método IRIS • Outros métodos de elicitación 	

Fonte: Ishizaka e Nemery (2013)

Para a construção da relação de sobreclassificação são levados em conta os conceitos de concordância e discordância. A concordância remete a fraca preferência de uma alternativa para outra em um subconjunto significativo dos critérios. Por outro lado, a discordância está atrelada ao fato de que não existem critérios em que a intensidade de preferência entre alternativas exceda um limite intolerável (HEIN *et al*, 2010). Segundo Almeida (2013) os índices de concordância e discordância estabelecem limites para a validação ou não da hipótese aSb e são dadas pela Equação 1.

$$C(a, b) = \sum_{i: g_i(a) \geq g_i(b)} p_i, \text{ sendo } \sum_i p_i = 1 \quad (1)$$

O índice terá como resultado à soma dos pesos de todos os critérios i em que a alternativa ‘a’ prevaleça sobre ‘b’, ou seja, significa que aSb , se ‘a’ tiver a maioria dos pesos dos critérios ao seu favor (ALMEIDA, 2013).

$$D(a, b) = \max\left(\frac{g_i(b) - g_i(a)}{Escala_i}\right), \forall_i | g_i(b) > g_i(a), \text{ onde } Escala_i \quad (2)$$

$$= \max[g_i(c) - g_i(d)], \forall_i, c, d.$$

No índice de discordância é primeiramente selecionada a máxima diferença entre os critérios de cada coluna, onde será utilizado para a próxima etapa. Em seguida são feitas as diferenças entre as alternativas e a máxima diferença entre elas são divididas pelo valor obtido na primeira etapa como mostra a Equação 2. Segundo Hein *et al* (2010) devem ser definidos um limiar de concordância “c” e um limiar de discordância “d”, que estabelecerão a relação de sobreclassificação se e somente se:

$$\begin{cases} C(a, b) \geq c \\ D(a, b) \leq d \end{cases} \quad (3)$$

Com as condições estabelecidas na Equação 3, é possível construir a matriz de veto, sendo que quando a condição é satisfeita o índice correspondente recebe o valor 1, caso contrário recebe o valor 0. A partir da matriz de veto, são analisadas as relações de sobreclassificação através de grafos com objetivo de fazer um subconjunto chamado *kernel* em que as alternativas não sofrem sobreclassificação (OLIVEIRA *et al*, 2013). Segundo Almeida (2013) a análise do *kernel* é feita através de grafos e três situações podem ser identificadas: a seta representa a sobreclassificação de uma alternativa por outra; a ligação sem uma direção indica indiferença entre alternativas; e nenhuma ligação representa incomparabilidade entre as alternativas. Por fim, o *kernel* será composto por todas as alternativas que não sofrem sobreclassificação por nenhuma outra do conjunto, e do subconjunto restante, são selecionadas as alternativas que não sofrem sobreclassificação das alternativas que já estão no *kernel* (SIQUEIRA e ALMEIDA, 2011).

4. METODOLOGIA

4.1 Objeto de Estudo

Esta pesquisa é descritiva, pois contém características de acordo com Cervo *et al* (2011), que observa, registra, analisa e correlaciona fatos sem manipulá-los, além de favorecer a formulação clara do problema e de hipóteses para tentativa de solução. E a sua forma é descrita como estudo de caso, que significa que a pesquisa é sobre determinado indivíduo, família, grupo ou comunidade que seja representativo de seu universo, para examinar aspectos variados de sua vida (CERVO *et al*, 2011). A pesquisa descritiva tem em sua característica a coleta de dados, e para realizar essa importante tarefa da pesquisa são utilizados alguns meios e os principais são a observação, a entrevista, o questionário e o formulário (CERVO *et al*, 2011). Além de ser quali-quantitativa, pois tem o intuito de entender e interpretar o método aplicado, aprofundando o conhecimento já estudado, mensurando dados, buscando medidas precisas e confiáveis para sua análise. A empresa foi escolhida em virtude de ter problemas para estruturar o seu processo decisório em função da quantidade de novos projetos de softwares livre que recebia nos últimos anos.

4.2 Procedimentos de Coleta de Dados

Foram utilizados os softwares *Microsoft Excel* ® 2013 para a tabulação e operação dos dados colhidos, *Microsoft Word* ® 2013 para a confecção do roteiro e *Microsoft Visio* ® 2013 para a construção de fluxogramas. Além de trabalhos acadêmicos que abordam os assuntos relacionados à pesquisa, a fim de adquirir embasamento teórico. O universo e a amostra são de característica determinística, ou seja, foram escolhidos sem cálculos estatísticos para determinar o seu tamanho.

4.3 Procedimentos de Análise de Dados

Esta pesquisa foi feita em algumas etapas, como mostra a Figura 1. Primeiramente foi elaborado o roteiro para entrevista com o decisor, estruturando as informações necessárias para que o mesmo tenha entendimento de cada quesito pedido. Em seguida foi aplicada a entrevista na qual o decisor construiu a matriz de decisão especificando os projetos avaliados e os critérios que foram levados em conta para essa avaliação. Além disso, ele atribuiu os pesos de cada critério e definiu quais critérios teriam a característica de maximização e de minimização. Após essa etapa foi feita a análise dos dados, preparando todas as informações obtidas para a

aplicação do método, que foi realizada logo em seguida, com auxílio de equações referentes ao método ELECTRE I permitindo, com isso, encontrar uma solução final.

Com isso, os resultados foram analisados e discutidos, destacando os melhores e piores resultados, como também particularidades que estiveram presentes. Depois disso foi realizada uma análise de sensibilidade, para estabelecer um intervalo de limiares em que o resultado não muda. E por fim um plano de ação foi feito, para o decisor de acordo com a pesquisa realizada, propondo sugestões em que ele pudesse ter uma base matemática para o apoio em decisões futuras.

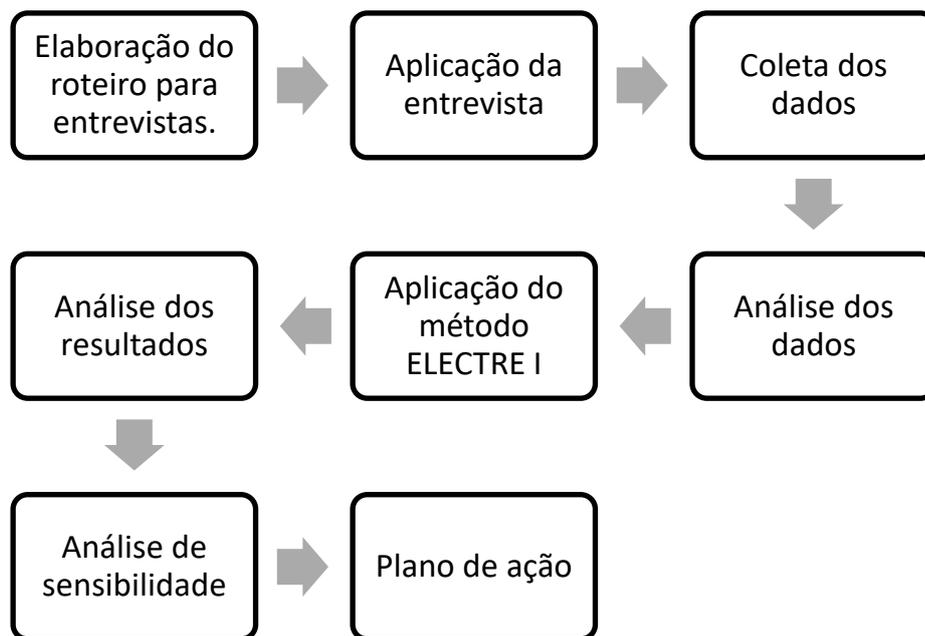


Figura 1 – Fluxograma das etapas da pesquisa

Fonte: Os autores (2015)

4.4 A Empresa

A empresa, localizada na cidade de Juazeiro-BA, trabalha com desenvolvimento de software e tem como principais atribuições o desenvolvimento de aplicações web, mobile e soluções para o setor público. As soluções desenvolvidas pela empresa são sob demanda e exclusivas, incluindo o cliente na participação de todas as etapas do negócio, com intuito de garantir uma alta produtividade e fácil utilização. A equipe é composta por 10 funcionários, entre desenvolvedores de sistema, engenheiros de sistema e consultores e atende uma gama de empresas tanto públicas e privadas, como pessoas físicas.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A partir da aplicação do roteiro na entrevista, foi modelada a matriz de decisão da empresa juntamente com o decisor, onde foram escolhidos oito projetos, dentro do seu portfólio, e três critérios de avaliação para a seleção desses projetos como mostra a Tabela 3. O Quadro 1 mostra os diferentes objetivos e destinatários que contêm cada projeto para desenvolvimento na empresa.

Tabela 3 – Matriz de Decisão

Projeto/Critério	Receita Líquida (R\$)	Prazo (meses)	Dificuldade
Peso	8	4	5
Preferência	Max.	Min.	Min.
Projeto 1	546,00	1/30	Média
Projeto 2	1260,00	¼	Média
Projeto 3	16800,00	6	Alta
Projeto 4	126000,00	24	Muito Alta
Projeto 5	840,00	1	Baixa
Projeto 6	3780,00	3	Alta
Projeto 7	8500,00	8	Baixa
Projeto 8	54600,00	12	Média

Fonte: Os autores (2015)

Os critérios escolhidos foram Receita Líquida (R\$), Prazo (meses) e Dificuldade. O primeiro critério foi escolhido pela necessidade da empresa, que ainda está em fase de crescimento, para garantir um lucro mínimo que retorne os investimentos realizados, por tal razão o decisor definiu o critério com peso 8 e preferência de maximização pela sua importância. Os dois critérios seguintes estão relacionados diretamente, pois a dificuldade dos projetos acaba afetando a produtividade dos funcionários, podendo influenciar no prazo de entrega deles. Entretanto, essas questões receberam pesos intermediários, 4 e 5 respectivamente e preferência de minimização, pelo fato do decisor ter um controle sobre a escala de projetos de dificuldades altas e baixas mantendo o nível de produtividade satisfatório.

Projeto 1	Desenvolvimento e implementação de funcionalidade em software, serviço contratado por pessoa física.
Projeto 2	Desenvolvimento e implementação de funcionalidade em software, serviço contratado por pessoa jurídica.
Projeto 3	Desenvolvimento de software por encomenda, contratado por pessoa jurídica.
Projeto 4	Implementação de metodologia em parceria com institutos de ensino superior para capacitação de alunos.
Projeto 5	Serviço de instalação, treinamento e manutenção em software instalado pela própria empresa.
Projeto 6	Desenvolvimento de software da própria empresa, para prestação de serviços em instituições de ensino.
Projeto 7	Desenvolvimento de software para prestação de serviço para pessoa física.
Projeto 8	Desenvolvimento de software para venda de licenças para pessoa física.

Quadro 1 – Projetos e seus objetivos

Fonte: Os autores (2015)

É percebida a diversidade contida nos projetos, direcionados tanto para pessoas físicas como jurídicas, além de instituições de ensino. Dessa forma, foram escolhidos os critérios e seus respectivos pesos, com escala de 0 a 10, que serviram como parâmetros para a execução do ELECTRE I. Na etapa seguinte como os valores são expressos em escalas diferentes, é necessário normalizar os índices, tanto dos critérios, como dos pesos como mostra a Tabela 4. A normalização foi realizada dividindo o índice pela soma do critério indicado. No caso dos pesos, a normalização foi feita dividindo o peso, pela soma dos pesos.

Tabela 4 – Matriz de decisão e pesos normalizados

Projeto/Critério	Receita Líquida (R\$)	Prazo (meses)	Dificuldade
Pesos	0,471	0,235	0,294
Projeto 1	0,003	0,001	0,115
Projeto 2	0,006	0,005	0,115
Projeto 3	0,079	0,111	0,154
Projeto 4	0,593	0,442	0,192
Projeto 5	0,004	0,018	0,077
Projeto 6	0,018	0,055	0,154
Projeto 7	0,040	0,147	0,077
Projeto 8	0,257	0,221	0,115

Fonte: Os autores (2015)

A partir da Equação 1 foram calculados os índices de concordância, como mostra a Tabela 5, onde são somados os pesos dos critérios nos quais a alternativa 'a' supera a 'b'.

$$C_{1,2} = 0,471(\text{se } 0,003 \geq 0,006) + 0,235(\text{se } 0,001 \leq 0,005) + 0,294(\text{se } 0,115 \leq 0,115)$$

$$C_{1,2} = 0 + 0,235 + 0,294 = 0,529$$

Tabela 5 – Matriz de Concordância

Matriz de Concordância	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8
P1	-	0,53	0,53	0,53	0,24	0,53	0,24	0,53
P2	0,76	-	0,53	0,53	0,71	0,53	0,24	0,53
P3	0,47	0,47	-	0,53	0,47	0,76	0,71	0,24
P4	0,47	0,47	0,47	-	0,47	0,47	0,47	0,47
P5	0,76	0,29	0,53	0,53	-	0,53	0,53	0,53
P6	0,47	0,47	0,53	0,53	0,47	-	0,24	0,24
P7	0,76	0,76	0,29	0,53	0,76	0,76	-	0,53
P8	0,76	0,76	0,76	0,53	0,47	0,76	0,47	-

Fonte: Os autores (2015)

Em seguida foram feitas as relações de sobreclassificação entre alternativas e com os valores obtidos é possível calcular os índices a partir da Equação 2. Os índices calculados estão contidos na Tabela 6. Na próxima etapa foram calculados os índices de discordância. Porém, primeiramente foi calculada a escala (δ) de cada critério fazendo a diferença do maior valor pelo menor, dos valores contidos na Tabela 4.

$$\delta_1 = 0,593 - 0,003 = 0,590$$

$$\delta_2 = 0,442 - 0,001 = 0,441$$

$$\delta_3 = 0,192 - 0,077 = 0,115$$

Tabela 6 – Matriz de Discordância

Matriz de Discordância	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8
P1	-	0,01	0,13	1,00	0,07	0,03	0,07	0,43
P2	0,01	-	0,12	0,99	0,07	0,02	0,06	0,43
P3	0,19	0,18	-	0,87	0,16	0,09	0,13	0,30
P4	0,75	0,74	0,56	-	0,72	0,65	0,50	0,37
P5	0,03	0,02	0,13	1,00	-	0,02	0,06	0,43
P6	0,09	0,09	0,10	0,97	0,13	-	0,13	0,41

P7	0,25	0,24	0,07	0,94	0,22	0,16	-	0,37
P8	0,43	0,43	0,30	0,57	0,43	0,41	0,37	-

Fonte: Os autores (2015)

$$d_{1,2} = \max[(0,003;-0,004;0)/(0,590;0,441;0,115)]$$

$$d_{1,2} = 0,003/0,590 = 0,01$$

Para a criação da matriz de superação é necessário que sejam escolhidos os limiares de concordância e discordância. Deste modo, o decisor escolheu respectivamente os índices 0,7 e 0,3. Então, de acordo com a Equação 3, os índices que obedeceram à condição de maior igual ao limiar de concordância e de menor igual ao limiar de discordância foram atribuídos o valor 1, e aos que não obedeceram essa regra foi atribuído o valor 0, como mostra a Tabela 7.

$c = 0,7$ e $C_{1,2} = 0,53$, então $C_{1,2} \geq c$, a primeira condição não foi satisfeita.

$d = 0,3$ e $D_{1,2} = 0,01$, então $D_{1,2} \leq d$, a segunda condição foi satisfeita.

Então o índice $V_{1,2}$ da matriz de superação recebe o valor 0.

Tabela 7 – Matriz de Veto

Matriz de Veto	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8
P1	-	0	0	0	0	0	0	0
P2	1	-	0	0	1	0	0	0
P3	0	0	-	0	0	1	1	0
P4	0	0	0	-	0	0	0	0
P5	1	0	0	0	-	0	0	0
P6	0	0	0	0	0	-	0	0
P7	1	1	0	0	1	1	-	0
P8	0	0	1	0	0	0	0	-

Fonte: Os autores (2015)

Analisando a matriz de veto é possível identificar a dominância por linha e coluna de cada projeto, e assim fazer as relações de sobreclassificação para a construção do conjunto *kernel*, sendo uma ferramenta que permite a visualização dos projetos que serão selecionados como mostra a Figura 2.

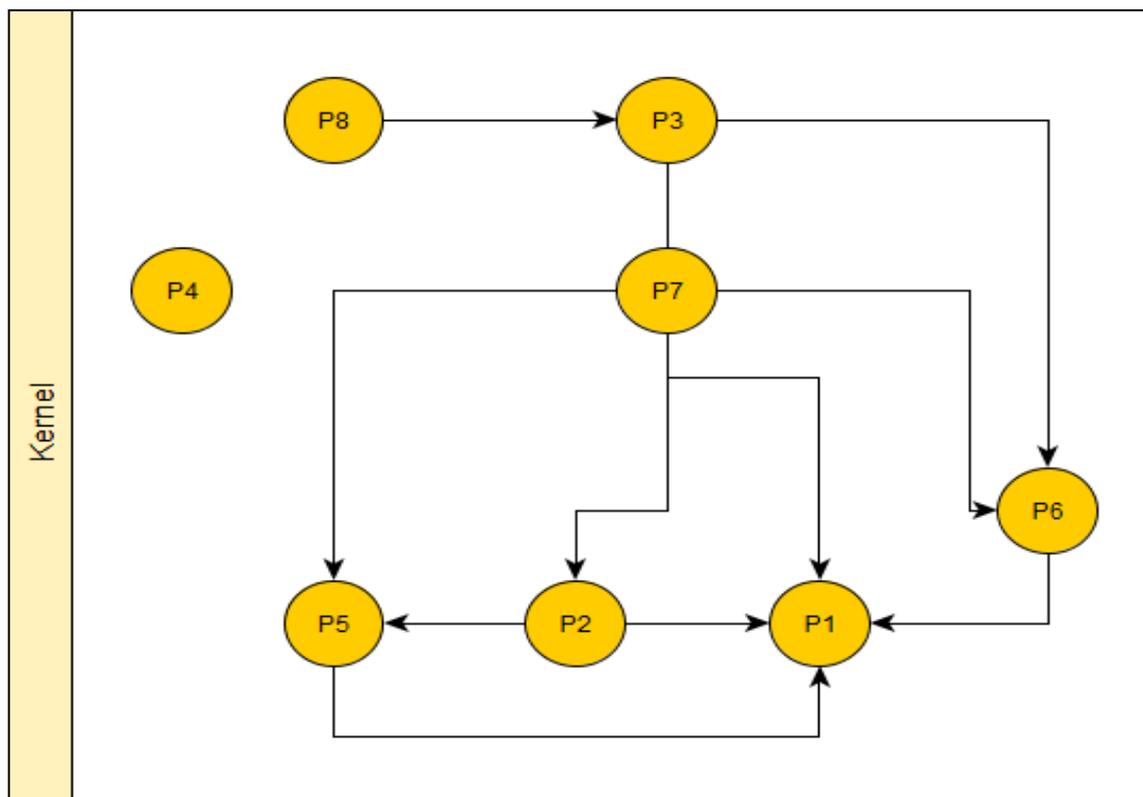


Figura 2 – Relação de sobreclassificação dos projetos

Fonte: Os autores (2015)

De acordo com as condições encontradas na literatura sobre a análise visual do *kernel*, só podem fazer parte do subconjunto final as alternativas que não são sobreclassificadas por nenhuma alternativa, como os projetos {P4, P7, P8} e também as alternativas que não são sobreclassificadas pelas alternativas escolhidas anteriormente, porém todos os projetos remanescentes não satisfazem essa condição, conseqüentemente o subconjunto final é composto por {P4, P7, P8}. Além disso, a avaliação entre P3 e P7 resulta em um empate, implicando indiferença entre os projetos. E a alternativa P4 foi à única que não sobreclassificou ou foi sobreclassificado, caracterizando assim uma incomparabilidade.

Com o intuito de possibilitar uma análise mais específica, foram modificados os limiares de concordância e discordância a fim de obter um intervalo desses limiares, em que o resultado não sofre alterações. Esse teste de sensibilidade é feito pelo alto grau de subjetividade do método ELECTRE, pois a variação dos limiares acaba modificando a relação de sobreclassificação, fazendo com que o resultado final dependa do entendimento do decisor, que reflete na preferência do mesmo na escolha dos índices. Em razão disso, foram obtidos os intervalos, sendo que o índice de concordância ficou com o intervalo de {0,54; 0,71} e o de discordância com o intervalo de {0,3; 0,36}.

O ranking final obtido pelo ELECTRE I pode auxiliar e melhorar a forma tradicional da empresa para tomar decisão sob a priorização de projetos. Dos projetos selecionados, P7 e P8 são aqueles com a menor dificuldade e com uma receita líquida satisfatória. E apesar do projeto P4 conter uma dificuldade muito alta, a sua receita líquida não pode ser descartada, com isso o tomador de decisão poderia traçar estratégias para ajustar o planejamento de acordo com os resultados obtidos, usando a equipe de desenvolvimento para os projetos P7 e P8, e para não desperdiçar a oportunidade do projeto P4 poderiam ser pensadas maneiras alternativas de executar o projeto, como uma terceirização, a fim de manter a lucratividade final.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo teve por objetivo selecionar projetos de uma empresa de desenvolvimento de software livre, através do método ELECTRE I, que tem na sua essência o trabalho com a problemática de seleção, e particularidades como os índices de concordância e discordância, e a representação visual do resultado *kernel*. Sua aplicação possibilitou a comparação entre o método ELECTRE I e a metodologia tradicional utilizada pela empresa.

Durante o desenvolvimento do trabalho foram percebidas algumas limitações que afetaram o andamento e o cronograma do estudo, como a disponibilidade do gestor para entrevistas e construção da matriz de decisão, influenciando diretamente no número menor de critérios. Outra limitação encontrada foi a quantidade pequena de literatura de origem brasileira sobre o método ELECTRE I, por conta de o assunto ser muito atual, dificultando o entendimento do passo a passo de sua aplicação e interpretação de dados

O modelo de decisão atendeu às expectativas propostas e os resultados obtidos mostraram a eficiência do método, tornando o ELECTRE I uma opção de ferramenta com base teórica matemática para trabalhar com a problemática de seleção de projetos. Porém, vale ressaltar que o método depende de um alto grau de subjetividade na escolha dos limiares de concordância e discordância, o que pode influenciar no resultado final de sua aplicação.

O resultado da aplicação do método ELECTRE I, mostrou que a ferramenta não tem como objetivo dar um resultado definitivo para o tomador de decisões, mas sim avaliar uma quantidade de alternativas de acordo com critérios definidos. O ranking final somente apresenta situações e a decisão é definida após uma análise detalhada das mesmas, podendo ser utilizadas outras ferramentas estratégicas para agregar uma tomada de decisão mais embasada. Além disso, vale ressaltar que a robustez da análise vai depender de alguns fatores, como: quanto maior o número de critérios na análise, maior vai ser o nível de detalhe do resultado e também, em uma decisão multicritério em grupo, que considera diferentes óticas do problema de decisão a partir de tomadores de decisão ligados ao processo.

Sugere-se para o decisor e a empresa que possa ser feita uma conciliação da metodologia tradicional utilizada pela empresa na seleção dos projetos e a metodologia ELECTRE I, sendo que com o subconjunto final dado pelo ELECTRE I possa ser selecionado projetos com maiores níveis de complexidades. Também é possível que a empresa crie estratégias de contingência, desenvolvendo planos de ação para o caso de projetos que tenham uma margem de lucro alta, mas uma dificuldade também alta.

Sugere-se para trabalhos futuros que sejam aplicados outros métodos MCDA com problemática de seleção, para a comparação com o método ELECTRE I, analisando os pontos positivos e negativos de cada um, para adequar a escolha do método conforme o tipo de problema. Outra sugestão para trabalhos futuros é a aplicação de métodos MCDA, tanto com a problemática de seleção, ordenação ou classificação em outros setores da empresa, para avaliação de desempenho de funcionários, alocação de funcionários para cada projeto, entre outros.

REFERÊNCIAS

- ACHILLAS, C; VLACHOKOSTAS, C; MOUSSIOPOULOS, N; BANIAS, G. Prioritize strategies to confront environmental deterioration in urban areas: Multicriteria assessment of public opinion and experts' views. **Cities**, 28 (5), 414-423, 2011.
- ALMEIDA, A. **Processo de decisão nas organizações**: Construindo modelos de decisão Multicritério. 1ª ed. Editora Atlas, 2013.
- ALMEIDA, J. **Modelo multicritério para seleção de portfólio de projetos de sistemas de informação**. 2012. 115 p. Tese (Doutorado em Engenharia da Produção) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife.
- ANDRIOSOPOULOS, D; GAGANIS, C; PASIOURAS, F; ZOPOUNIDIS, C. An application of multicriteria decision aid models in the prediction of open market share repurchases. **Omega**, 40 (6), 882-890, 2012.
- ARAÚJO, A; ALMEIDA, A. Apoio à decisão na seleção de investimentos em petróleo e gás: uma aplicação utilizando o método PROMETHEE. **Gest. Prod.**, São Carlos, v. 16, n. 4, p. 543-543, out./dez, 2009.
- BANA E COSTA, C. A; VANSNICK, J. C. MACBETH - An interactive path towards the construction of cardinal value functions. **International Transactions in Operational Research**, v. 1, n. 4, p. 489-500, 1994.
- BEZERRA, F. M; MELO, P; COSTA, J. P. **Visual and Interactive Comparative Analysis of Individual Opinions**: A Group Decision Support Tool. *Group Decision and Negotiation*, 1-25, 2013.
- BOTTI, L; PEYPOCH, N. Multi-criteria ELECTRE method and destination competitiveness. **Tourism Management Perspectives**, 6 (0), 108-113, 2013.
- BRANS, J. P; MARESCHAL, B; VINCKE, P. **Promethee**: a New Family of Outranking Methods in Multicriteria Analysis. Washington: North-Holland, 1984. p. 477-490.
- BRANS, J. P; VINCKE, P; MARESCHAL, B. How to select and how to rank projects: The Promethee method. **European Journal of Operational Research**, v. 24, n. 2, p. 228-238, 1986.
- CABRAL, A; SILVA, D; SOUZA, A. **A problemática do desenvolvimento de software**: crise ou calamidade crônica? Três Lagoas, 2012.
- CAVALCANTI, F. **Gestão de portfólio de projetos**: Fundamentos e Aplicação em Organização de P&D. Congresso Tecnológico InfoBrasil, Fortaleza, 2011.

- CERVO, A; BERVIAN, P; SILVA, R. **Metodologia Científica**. 6. ed. São Paulo: Pearson, 2011.
- CHEN, T. Y; CHANG, C. H; LU, J. R. The extended QUALIFLEX method for multiple criteria decision analysis based on interval type-2 fuzzy sets and applications to medical decision making. **European Journal of Operational Research**, 226 (3), 615-625, 2013.
- CURT, C; TALON, A. Assessment and control of the quality of data used during dam reviews by using expert knowledge and the ELECTRE TRI method. **Journal of Computing in Civil Engineering**, 27 (1), 10-17, 2013.
- DIABY, M; FERRER, H; VALOGNES, F; DEMANGE, A. C. A Comprehensive Decision Approach for Rubber Tree Planting Management in Africa. **Journal of Multi-Criteria Decision Analysis**, 18 (3-4), 187-201, 2011.
- EDWARDS, W. How to use multiattribute utility measurement for social decisionmaking. **IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics**, v. SMC-7, n. 5, p. 326-340, 1977.
- FERNANDEZ, E; OLMEDO, R. **Public Project Portfolio Optimization under a Participatory Paradigm**. Applied Computational Intelligence and Soft Computing, 2013.
- FETTAKA, S; GUPTA, Y. P; THIBAUT, J. Multiobjective optimization of an industrial styrene reactor using the dual population evolutionary algorithm (DPEA). **International Journal of Chemical Reactor Engineering**, 10, 2012.
- FISHBURN, P. C. **Utility theory for decision making**. New York: Wiley, 1970. xiv, 234 p. (Operations Research Society of America Publications in operations research).
- FRAGOSO, R. M. d. S. Planning Marketing Channels: Case of the Olive Oil Agribusiness in Portugal. **Journal of Agricultural & Food Industrial Organization**, 11 (1), 1-17, 2013.
- FREITAS, A; CORDEIRO, A. Priorização de requisitos para o desenvolvimento de software: uma abordagem multicritério utilizando o método AHP. **Produto & Produção**, Porto Alegre, v. 12, n. 2, p. 87-107, jun. 2011.
- GOVINDAN, K; JEPSEN, M. ELECTRE: A comprehensive literature review on methodologies and applications. **European Journal Of Operation Research**, v. 239, 2014.
- GURMERIC, V. E; DOGAN, M; TOKER, O. S; SENYIGIT, E; ERSOZ, N. B. **Application of Different Multi-criteria Decision Techniques to Determine Optimum Flavour of Prebiotic Pudding Based on Sensory Analyses**. Food and Bioprocess Technology, 1-16, 2012.
- HEIN, N; SILVA, T; KROENKE, A. **Método ELECTRE I na avaliação de materiais de (re) construção**. XLII Sobrapo, Bento Gonçalves, 2010.

- HINLOOPEN, E; NIJKAMP, P; RIETVELD, P. The Regime method: a new multicriteria method. Essays and surveys on multiple criteria decision making. **Lecture Notes in Economics and Mathematical Systems**, v. 209, p. 146-155, 1983.
- INGOLD, K. Network Structures within Policy Processes: Coalitions, Power, and Brokerage in Swiss Climate Policy. **Policy Studies Journal**, 39 (3), 435-459, 2011.
- ISHIZAKA, A; NEMERY, P. **Multi-Criteria Decision Analysis: Methods and Softwares**. 1. ed. Wiley, 2013.
- KEENEY, R. L; RAIFFA, H. **Decisions with Multiple Objectives: preferences and value tradeoffs**. New York: John Willey & Sons, 1976. 569 p.
- KOENSGEN, E, BERGER, S; BOUET, C; JEZEQUEL, L; AUBRY, E. Robust design strategy applied to a vehicle suspension system with high camber angle tyres. **International Journal of Vehicle Design**, 62 (1), 42-71, 2013.
- LIMA, M. **Modelo de priorização de projetos de automação em uma empresa de saneamento**. 2011. 62 p. Dissertação (Mestrado em Pesquisa Operacional) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife.
- LING, A. P. A; SALUDIN, M. N; MUKAIDONO, M. Deriving consensus rankings via multicriteria decision making methodology. **Business Strategy Series**, 13 (1), 3-12, 2012.
- LONGARAY, A; ENSSLIN, L. **Uso da MCDA-C na avaliação de desempenho das atividades de trade marketing de uma indústria do setor farmacêutico brasileiro**. IV Encontro de Administração da Informação, Bento Gonçalves, 2013.
- LUO, J; CHEN, Y. Research on mode selection of freight transport based on risk preference theory. **International Journal of Advancements in Computing Technology**, 4 (16), 138-146, 2012.
- MACHADO, T; ENSSLIN, L; ENSSLIN, S. Desenvolvimento de produtos usando a abordagem MCDA-C. **Produção**, São Paulo, 2012.
- MADRUGA, M; SILVA, M. **Software livre como solução computacional para microempresas e órgãos públicos**. IX Congresso de iniciação científica do IFRN – Tecnologia e Inovação para o semiárido, Currais Novos, 2013.
- MARBINI, A. H; TAVANA, M; MORADI, M; KANGI, F. A fuzzy group Electre method for safety and health assessment in hazardous waste recycling facilities. **Safety Science**, 51 (1), 414-426, 2013.
- MENDAS, A; DELALI, A. Integration of MultiCriteria Decision Analysis in GIS to develop land suitability for agriculture: Application to durum wheat cultivation in the region of Mleta in Algeria. **Computers and Electronics in Agriculture**, 83, 117-126, 2012.

MORAES, E; SANTALIESTRA, R. Modelo de decisão com múltiplos critérios para escolha de software de código aberto e software de código fechado. **Organizações em contexto**, Ano 4, n. 7, junho 2008.

MOUSSEAU, V; SLOWINSKI, R; ZIELNIEWICZ, P. A user-oriented implementation of the ELECTRE-TRI method integrating preference elicitation support. **Computers & Operations Research**, v. 27, n. 7, p. 757-777, 2000.

OLIVEIRA, E; ANTUNES, C. H; GOMES, A. A comparative study of different approaches using an outranking relation in a multi-objective evolutionary algorithm. **Computers & Operations Research**, 40 (6), 1602-1615, 2013.

OLIVEIRA, M; MELO, E; MOSER, D; AMARO, R. **Apoio a decisão em sistemas de produção**: um estudo de caso na construção naval. XXXIII ENEGEP – A Gestão dos Processos de Produção e as Parcerias Globais para o Desenvolvimento Sustentável dos Sistemas Produtivos, Salvador, 2013.

PETROVIC, M; BOJKOVIC, N; ANIC, I; PETROVIC, D. Benchmarking the digital divide using a multi-level outranking framework: Evidence from EBRD countries of operation. **Government Information Quarterly**, 29 (4), 597-607, 2012.

PRIKLADNICKI, R. **Problemas, desafios e abordagens do processo de desenvolvimento de software**. 2004. 65 p. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação) – Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

RASOOL, M; FRANCK, T; DENYS, B; HALIDOU, N. Methodology and tools for risk evaluation in construction projects using Risk Breakdown Structure. **European Journal of Environmental and Civil Engineering**, 16 (sup1), 78-98, 2012.

RODRIGUEZ, D; COSTA, H; CARMO, L. Métodos de auxílio multicritério à decisão aplicados a problemas de PCP: Mapeamento da produção em periódicos publicados no Brasil. **Gest. Prod.**, São Carlos, v. 20, n. 1, p. 134-146, 2013.

ROTTER, P. Relevance feedback based on n-tuplewise comparison and the ELECTRE methodology and an application in content-based image retrieval. **Multimedia Tools and Applications**, doi: 10.1007/s11042-013-1384-1, 2013.

ROY, B. **Classement et choix en presence de points de vue multiples (la methode ELECTRE)**. Lausanne Presses Polytechniques et Universitaires Romandes, 1968.

ROY, B; BERTIER, P. M. **La methode ELECTRE II**: Une methode de classement en presence de criteres multiples. Paris: SEMA (Metra International) Paris, 1971. p. 45. PMID:5161467.

ROY, B.; HUGONNARD, J. C. **Classement des prolongements de lignes de stations en**

- banlieu parisienne**. Cahiers du LAMSADE. Paris: Université Dauphine et RATP, 1981.
- ROY, B. M; SKALKA, J. **ELECTRE IS**: Aspéct methodologiques et guide d'utilisation. Cahier du LAMSADE. Paris: Université de Paris-Dauphine, 1985.
- ROY, B. "Decision science or decision-aid science?", **European Journal of Operational Research**, v. 66, pp.184-203, 1993.
- SAATY, T. L. A scaling method for priorities in hierarchical structures. **Journal of Mathematical Psychology**, v. 15, n. 3, p. 234-281, 1977.
- SAATY, T. L. **The Analytic Hierarquic Process**. Pittsburg: RWS Publications, 1980.
- SAATY, T. L. **Decision Making with Dependence and Feedback**: The Analytic Network Process. Pittsburg: RWS, 1996.
- SANTOS, C. Atratividade de projetos de software livre: importância teórica e estratégias para administração. **RAE**, São Paulo, v. 50, n. 4, p. 424-438, out./dez, 2010.
- SILVA, A; NASCIMENTO, L; BELDERRAIN, M. **Método de apoio multicritério à decisão na seleção e priorização de portfólios de projetos**. XIII ENCITA, São José dos Campos, 2007.
- SILVA, V; SCHRAMM, F; CARVALHO, H. O uso do método PROMETHEE para seleção de candidatos à bolsa-formação do Pronatec. **Produção**, São Paulo, 2014. v. 24, n. 3, p. 548-558.
- SIQUEIRA, G.; ALMEIDA, A. **Aplicação do Método Electre I para Seleção de Ideias de Inovação**. XLIII Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional, Ubatuba, 2011.
- SOBRAL, M. F. F; COSTA, A. P. C. S. Negotiation model for group decision with ELECTRE TRI - the ELECTRE TRI-NG. **Journal of Decision Systems**, 21 (2), 121-136, 2012.
- STRATIGEA, A; GRAMMATIKOGIANNIS, E. A multicriteria decision support framework for assessing alternative wind park locations: The case of Tanagra - Boiotia. **Regional Science Inquiry**, 4 (1), 105-120, 2012.
- TOLGA, A. C. A real options approach for software development projects using fuzzy electre. **Journal of Multiple-Valued Logic and Soft Computing**, 18 (5-6), 541-560, 2012.
- VAHDANI, B; MOUSAVI, S. M; MOGHADDAM, R. T; HASHEMI, H. **A new design of the elimination and choice translating reality method for multi-criteria group decision-making in an intuitionistic fuzzy environment**. Applied Mathematical Modelling, 37 (4), 1781-1799, 2013.
- VARGAS, R; **Using the multi-criteria programming (Analytic Hierarchy Process - AHP) to select and prioritize projects in portfolio management**. PMI Global Congress – North America, Washington DC, 2010.

YU, W. **ELECTRE TRI - Aspects Methodologiques et Guide d'Utilisation**. Document du LAMSADE. Paris: Université de Paris-Dauphine, 1992.

ANEXO

ANEXO A

DIRETRIZES PARA OS AUTORES – CONDIÇÕES PARA SUBMISSÃO

Formatação do Artigo para Submissão à GEPROS

a) Condições gerais para edição do artigo

Editor de texto: Microsoft MS Word 97 ou versões mais recentes.

Línguas em que o artigo pode ser apresentado: português, espanhol ou inglês (para artigos redigidos em inglês, haverá apenas abstract e keywords).

Dar-se-á preferência aos artigos redigidos em inglês.

Formato de página: A4.

Margens: superior 3cm, esquerda 3cm, direita 2cm e inferior 2cm.

Número de páginas: de 12 a 18 páginas.

Espaçamento entre linhas: 1,5 linhas. Parágrafo: 1,27 cm.

b) Modelo básico do artigo Título (Times New Roman 13, negrito)

Após o título, o texto deve ser em Times New Roman 12.

Usar negrito e itálico conforme as normas ABNT.

Títulos e subtítulos devem estar em negrito e com um ponto a mais do que o texto corrente.

Autor 1 (Instituição – sigla do Estado/País) - e-mail

Endereço completo para correspondência.

Exemplo: Prof. Dr. José de Souza Rodrigues (UNESP – SP/Brasil) – jsrod@feb.unesp.br

Av. Luis Edmundo Carrijo Coube, 14-01, Bairro Vargem Limpa, 17033-360, Bauru-SP, fone: (55) 14-3103-6122

Autor 2 (Instituição – sigla do Estado/País) - e-mail

Autor 5 (Instituição – sigla do Estado/País) - e-mail

Resumo: até 400 palavras em parágrafo único. Apresentar: o objetivo do artigo, o objeto de estudo, o método de pesquisa utilizado e os principais resultados alcançados e/ou contribuições do artigo.

Palavras-chave: (até 6, separadas por ponto e vírgula).

Abstract: A versão em inglês do resumo.

Keywords:

1. Introdução

Apresentar o tema mais geral e o mais específico da pesquisa. Deixar claro como este tema mais específico tem sido estudado e, a partir daí, apresentar o *gap* da literatura, de forma

a apresentar a originalidade do estudo e destacar a questão de pesquisa e o objetivo do artigo. Evidenciar com clareza a justificativa da pesquisa e qual é a contribuição esperada a partir dos resultados do artigo.

2. Referencial Teórico

Apresentar as principais definições para os temas da pesquisa, identificar e apontar as variáveis da pesquisa e elencar e discutir estudos anteriores similares ao seu, a fim de suportar e alicerçar as discussões dos resultados da sua pesquisa.

3. Procedimentos Metodológicos

3.1 Objeto de Estudo

Definir quem é o objeto de estudo, quais foram os critérios de seleção para selecioná-lo e porque este objeto de estudo é relevante para entender o problema de pesquisa apontado em sua pesquisa.

3.2 Procedimentos de Coleta de Dados

Especificar com detalhes quais foram os procedimentos para obter os dados da pesquisa.

3.3 Procedimentos de Análise de Dados

Explicar como os dados da pesquisa foram organizados e tratados.

4. Resultados

Apresentar de forma textual e visual (figuras, quadros e tabelas) os resultados da pesquisa.

5. Discussões

Fazer uma análise crítica dos resultados da pesquisa. Com base nos estudos anteriores discutidos na seção Referencial Teórico, fazer considerações sobre os seus resultados. Ou seja, os resultados da sua pesquisa confirmam a teoria, complementam a teoria, refutam a teoria, apresentam condições de contorno para entender a teoria, etc.

6. Conclusões

Fazer uma breve síntese do objetivo do artigo e como ele foi alcançado. Destacar os principais resultados atingidos e as contribuições do artigo. Sugerir pesquisas futuras e comentar as limitações do estudo.

Referências

Utilizar referências atuais (ex. os últimos 5 anos) e algumas emblemáticas provenientes de periódicos nacionais qualificados e internacionais indexados a bases de dados como Scopus e Web of Science. (Seguir as normas da ABNT para formatação das referências)

ANEXOS

Anexo Anexo

Redigir o texto segundo as normas ABNT, especialmente as normas NBR 10520, 14724 e 6023 da Associação Brasileira de Normas Técnicas. Usar sempre a mais recente.

c) Análise da forma do artigo é feita em acordo com os seguintes requisitos

1. O artigo deve ter título, lista de autores e filiação com e-mail para contato e endereço completo do primeiro autor, resumo, palavras-chave, abstract e keywords (nesta ordem).
2. Existência de currículo Lattes atualizado dos autores.
3. Todos os autores citados no texto devem estar listados nas referências bibliográficas.
4. Todos os autores listados nas referências devem estar citados no texto. Obs: Manter o mesmo padrão para as referências. Recomenda-se abreviar os demais nomes dos autores nas referências, pois nem sempre todos os documentos publicam o nome completo dos autores.
5. Os nomes dos autores devem estar em minúscula em citações diretas.
 - a. ERRADO → GAITHER (2003) afirma que a função produção é estratégica para a maioria das organizações empresariais.
 - b CORRETO → Gaither (2003) afirma que a função produção é estratégica para a maioria das organizações empresariais.
6. Os nomes dos autores devem estar em maiúscula em citações indiretas.

a. ERRADO → A função produção tem importância crucial para a maioria das organizações empresariais (Gaither, 2003).

b. CORRETO → A função produção tem importância crucial para a maioria das organizações empresariais (GAITHER, 2003).

7. O ano do documento (sistema autor data) deve ser o mesmo que aparece nas referências bibliográficas (coerência de data das obras consultadas).

a. ERRADO → no texto aparece Silva (2004) e nas referências aparece SILVA, J. A. A produção como definidora da estratégica competitiva. São Paulo: Atlas, 2005, 200p.

b. CORRETO → no texto aparece Silva (2004) e nas referências aparece somente SILVA, J. A. A produção como definidora da estratégica competitiva. São Paulo: Atlas, 2004, 200p.

8. Et al. Usa-se et al. quando o documento tem mais de três autores.

Texto: SLACK et al. (1997).

Referências bibliográficas: SLACK et al. Administração da Produção. São Paulo: Atlas, 1997, 726p.

Obs: A norma faculta a citação de todos os autores em casos específicos como projetos de pesquisa científica, indicação de produção científica em relatórios para órgãos de financiamento etc.

Texto: Slack; Chambers; Harland; Harrison; Jhonston (1997).

Referências bibliográficas: SLACK, N.; CHAMBERS, S.; HARLAND, C.; HARRISON, A.; JHONSTON, R. Administração da Produção. São Paulo: Atlas, 1997, 726p.

9. Ordem de citação de autor, obra, edição. Cidade: Editora, ano, nº páginas.

10. As referências bibliográficas devem estar ordenadas alfabeticamente.

11. Sempre que houver citação textual (reprodução de parte da obra consultada, independentemente do tamanho dela) a(s) página(s) devem aparecer na citação da fonte: autor, data, p. xx.

“O controle da produção deve ser tomado como o definidor do posicionamento estratégico da organização” (GAITHER, 2003, p. 34). => forma correta de citar.

12. Todas as citações textuais que ultrapassarem três linhas devem ter um recuo de 4cm à esquerda e a fonte do texto citado deve ser pelo menos um ponto menor que a do texto corrente.

Para Contador et al. (1997, p. 7) a

Engenharia Industrial ocupa-se do projeto, melhoria e instalação de sistemas integrados de homens, máquinas e equipamentos, baseando-se em conhecimentos especializados de ciências matemáticas, físicas e sociais, em conjunto com os princípios e métodos de análise e de projeto peculiares à Engenharia, com o fim de especificar, predizer e avaliar os resultados a serem obtidos daqueles sistemas.

Obs: Não se usa aspas nestes casos.

13. Textos recheados de citações devem ser evitados, pois o artigo não é um resumo.

14. Equações, figuras e tabelas. De acordo com a NBR 14724, os elementos gráficos devem ter sua identificação na parte superior, tendo, em sua parte inferior, obrigatoriamente, a fonte consultada.

Qualquer que seja o tipo de ilustração, sua identificação aparece na parte superior, precedida da palavra designativa (desenho, esquema, fluxograma, fotografia, gráfico, mapa, organograma, planta, quadro, retrato, figura, imagem, entre outros), seguida de seu número de ordem de ocorrência no texto, em algarismos arábicos, travessão e do respectivo título. Após a ilustração, na parte inferior, indicar a fonte consultada (elemento obrigatório, mesmo que seja de produção do próprio autor), legenda, notas e outras informações necessárias à sua compreensão (se houver). A ilustração deve ser citada no texto e inserida o mais próximo possível do trecho a que se refere (NBR 14724, 2011, p. 11).

- têm numeração independente e consecutiva;

As tabelas apresentam informações tratadas estatisticamente, em sua apresentação:

- têm numeração independente e consecutiva;

Sua identificação segue os mesmos padrões adotados para as figuras.

Obs: Figuras, tabelas e equações devem ser referenciadas no texto de forma direta: “a figura 1 demonstra que...” ao invés de “a figura abaixo demonstra que...”, ou “a figura acima demonstra que”...

15. Equações matemáticas devem ser numeradas e em sequência numérica.

Obs: Têm numeração independente e consecutiva, a qual deve ser colocada ao lado direito da mesma.

16. Não usar notas e comentários no artigo. Na dúvida consulte as normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas, especialmente as NBR 10520, 14724 e 6023 atualizadas.

17. Anexos devem ser colocados após as referências bibliográficas.

d) Análise de conteúdo e qualidade do artigo - Sistema de Revisão - *blind review*

O artigo recebido para análise é encaminhado para avaliação a 5 avaliadores ad hoc (todos professores doutores e com expressiva produção científica na área. Ver relação dos professores que integram o comitê científico da Revista), os quais atribuem notas de 1 a 5, juntamente com a sugestão de inclusão ou não do artigo na Revista. Comentários sobre alterações são enviadas aos autores para adequação e então submetidos aos revisores. Esta avaliação é on line. A aprovação nesta etapa é condição para publicação na GEPROS, mas não é garantia de publicação, pois o número de artigos aprovados pode superar a quantidade comportada na Revista.

e) Conflito de interesse

Ao submeter o artigo os autores deverão preencher, assinar, escanear e enviar, como documento suplementar, o termo de conflito de interesse. É condição para que a submissão do artigo possa ser dada como concluída.

f) Direitos de propriedade sobre o artigo

Os autores deverão preencher, assinar, escanear e enviar como documento suplementar o termo de transferência de direitos sobre o artigo para a Revista GEPROS. É condição para que a submissão do artigo possa ser dada como concluída.

A submissão do artigo implica que a eventual publicação foi endossada/autorizada por todos os co-autores, se for o caso; e as autoridades responsáveis da instituição onde o estudo /pesquisa foi realizado (através da assinatura de um termo de direitos de publicação).

Os autores são responsáveis pelo conteúdo do artigo publicado na Revista GEPROS. A revista GEPROS, a UNESP, a Faculdade de Engenharia (Bauru) e o Departamento de Engenharia de Produção (DEP) não assumem qualquer responsabilidade legal ou acadêmica por erros ou omissões nos trabalhos submetidos e publicados, identificados antes ou após a publicação dos artigos.

g) Originalidade

A Revista GEPROS destina-se a publicar artigos inéditos na área de Engenharia de Produção e o(s) autor(es) devem obedecer a esta política de publicação na Revista.

h) Submissão de artigos

Os artigos devem ser encaminhados para análise no site da Revista:

<<http://revista.feb.unesp.br/>>

Etapas do Processo de Submissão

- 1 - Se cadastrado, faz-se *login* no sistema, se não, inicialmente, cadastra-se no sistema;
- 2 – Faz-se uma mensagem ao Editor apresentando o artigo a ser submetido;
- 3 – Anexa-se o arquivo do artigo sem identificação dos autores;
- 4– Preenchem-se campos referentes aos autores e ao artigo;
- 5 – Anexa-se o Copyright devidamente preenchido e assinado;
- 6 – Finaliza-se a submissão.