

APLICAÇÃO DE MULTIMETODOLOGIA AO PROBLEMA DE PRODUÇÃO CIENTÍFICA NO ENSINO SUPERIOR

Rocio Soledad Gutierrez Curo

Instituto Tecnológico de Aeronáutica - ITA

Praça Marechal Eduardo Gomes, 50 – CEP 12.228-900, São José dos Campos – SP
rocio@ita.br

Mischel Carmen Neyra Belderrain

Instituto Tecnológico de Aeronáutica - ITA

Praça Marechal Eduardo Gomes, 50 – CEP 12.228-900, São José dos Campos – SP
carmen@ita.br

RESUMO

A produção científica é cada vez mais importante para a difusão e o compartilhamento do conhecimento. Esta questão foi recentemente analisada no artigo de Curo e Belderrain (2010), no qual foi utilizado um método de estruturação de problemas, o *Soft Systems Methodology* (SSM). O resultado daquela metodologia foi a definição de um projeto com uma lista de atividades a realizar. No presente artigo utiliza-se uma multimetodologia que combina um método de estruturação de problemas, *Soft Systems Methodology* (PO Soft), com o método ELECTRE IV (PO hard). A escolha do método multicritério de apoio à decisão ELECTRE IV, para ordenar (ranking) as atividades, deveu-se ao fato de não necessitar ponderações nos critérios. O presente estudo permite concluir que o resultado da ordenação é viável e pode ser implantado na realidade.

PALAVRAS CHAVE. Metodologia de Sistemas Flexíveis, Análise de Decisão Multicritério, ELECTRE IV

Área principal. Apóio à Decisão Multicritério

ABSTRACT

Scientific production is increasingly important for the dissemination and sharing of knowledge. That issue was recently approached in a paper by Curo and Belderrain (2010), where a problem structuring method, the *Soft Systems Methodology* (SSM), was used. The result of that methodology was the definition of a project with a set of activities. In the present work, a multimethodology combining both the SSM (OR Soft) and the ELECTRE IV method (OR Hard) is used. The multicriteria method ELECTRE IV was chosen to rank the activities since it does not need to assign weights to the criteria. It is shown that the result of the ranking is suitable for the purpose and can be implemented in a real-life scenario.

KEYWORDS. *Soft Systems Methodology*, Multicriteria Decision Analysis, ELECTRE IV

Main area. Multicriteria Decision Aid

1. INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, a produção de conhecimento tornou-se um fator muito importante para o desenvolvimento profissional, além de ser útil para as empresas que pretendem otimizar algum processo, por meio do uso das aplicações desenvolvidas naquela produção de conhecimento.

No entanto, a produção de conhecimento no ambiente acadêmico, torna-se difícil em situações complexas em que os alunos e professores não estão preparados para iniciar esta atividade acadêmica. Por tanto, considerando a importância de analisar esta complexidade, optou-se por usar o problema da produção de conhecimento em alunos de graduação de Pesquisa Operacional da Universidad Nacional Mayor de San Marcos (UNMSM) em Lima-Peru. Este problema foi estruturado por Curo e Belderrain (2010), usando a Metodologia de Sistemas Flexíveis ou *Soft Systems Methodology* (SSM), onde se obteve como resultado uma lista de atividades a se efetuar para o projeto de incentivo à pesquisa nos alunos de graduação.

O presente trabalho tem como objetivo aplicar uma multimetodologia combinando uma aplicação do SSM (PO *Soft*) e do ELECTRE IV (PO *Hard*). Desta forma se estabelece um ordenamento dessas atividades de acordo ao seu grau de importância, utilizando o método multicritério ELECTRE IV.

O artigo está estruturado em seis seções. A Seção 2 descreve brevemente os métodos de estruturação de problemas, introduzindo a metodologia *Soft Systems Methodology*. A Seção 3 mostra alguns métodos multicritérios de apoio à decisão e na Seção 4 é apresentada a fundamentação teórica do método ELECTRE IV. A Seção 5 mostra o caso aplicativo do método ELECTRE IV para o ordenamento das atividades, desenvolvendo passo a passo o método; e finalmente a Seção 6 apresenta as conclusões do trabalho.

2. MÉTODOS DE ESTRUTURAÇÃO DE PROBLEMAS

Os métodos de estruturação de problemas - *Problem Structuring Methods* (PSMs) - são abordagens destinadas a lidar com níveis irreduzíveis de incerteza, complexidade, conflitos e com a implicância dos riscos de tais variáveis. A prática essencial dos PSMs é estruturada para permitir a exploração de espaços de solução, a fim de ajudar aos agentes elaborar planos igualmente estruturados para uma ação futura (Rosenhead, 1996).

Georgiou (2011) explica que os PSMs não começam pela busca da definição do problema, mas sim para facilitar a emergência da definição do problema. Esta definição será realizada por meio de atividades que incluem a coleta de informação e o desenvolvimento do modelo sobre a situação que é estimada como problemática, sem necessariamente forçar à identificação inicial de algum problema específico. Poder-se-ia dizer que os PSMs constroem um mapa de situações problemáticas e, com a ajuda deste mapa, são identificados os problemas individuais e suas inter-relações.

Dentro do desenvolvimento do modelo sobre a situação problemática, pode-se considerar um método específico ou uma combinação de métodos PSMs denominado Multimetodologia. Segundo Mingers e Rosenhead (2004), os PSMs mais utilizados são: *Strategic Options Development and Analysis* (SODA), *Strategic Choice Approach* (SCA) e *Soft Systems Methodology* (SSM). Entretanto existem outros métodos como: *Análise de Robustez*, *Drama Theory e Viable Systems Model* (VSM).

Soft Systems Methodology (SSM) é uma metodologia desenvolvida, em 1969, por Peter Checkland. SSM está conformada por atividades humanas que compartilha as características de um problema complexo não estruturado, sendo os fins, metas e propósitos, problemáticos entre

sim. SSM tem a finalidade de aprendizado e ação sobre um sistema de aprendizagem da situação humana complexa e problemática, contribuindo à melhoria de processos que conduz à tomada de decisões adequadas na situação. (CHECKLAND, 1981 *apud* FREITAS *et al.*, 2008). Ademais, SSM permite analisar os sistemas complexos para planejar e gerenciar as mudanças nos mesmos.

Ferreira (2008) disse que SSM tem como principal objetivo identificar e estruturar situações problemáticas e com dificuldades de definição, visando de forma encadeada, relacionar o mundo real e o mundo do pensamento sistêmico, para se chegar às ações que promovam a solução de um problema com o propósito de alcançar um sistema desejável.

A estrutura de SSM consiste em:

- No primeiro passo identifica-se uma situação problemática.
- No segundo passo será estruturá-la relacionando estrutura e processo para montar quadros ou situações (desenhos ricos), com o cuidado de não empregar padrões pré-estabelecidos, considera-se o assunto de preocupação nas pessoas, os papéis que elas desempenham, os tipos e a hierarquia de poder.
- Posteriormente, utiliza-se uma abordagem sistêmica na busca de definições essenciais e enfatizam-se elementos como clientes, atores, transformação desejada, visão de mundo organizacional, proprietários e restrições ambientais.
- No quarto passo formam-se os modelos conceituais que são as realizações ideais que deveriam ser feitas para cada definição essencial.
- No quinto passo abandona-se o mundo sistêmico e volta ao mundo real onde há a comparação do segundo e quarto passo para elencar as mudanças que realmente se mostraram ajustadas.
- No sexto estágio através do conhecimento cultural da empresa, são aplicados testes para comprovar se elas são ou não factíveis. Em sua última parte a SSM propõe as ações a serem implementadas.

Esses estágios permitem seguir uma seqüência para a estruturação e definição do problema. A explicação detalhada desses estágios e sua aplicação podem ser consultadas no artigo de Curo e Belderrain (2010).

Georgiou (2011) considera uma seqüência de cinco passos para definir um problema: a coleta de informações, o desenvolvimento do modelo, a verificação do modelo, a definição do problema e finalmente, decisões para a ação; mostrados na Figura 1.



Figura 1: O processo de PSM
Fonte: Traduzido de Georgiou (2011)

Uma vez definido o problema decidir-se-á o método a ser utilizado para resolvê-lo. Este método pode ser um dos métodos *Hard* ou um dos métodos *Soft* ou uma combinação de ambos os métodos *Hard* e *Soft* denominada Multimetodologia.

Para o caso em estudo foi usado uma Multimetodologia combinando o método SSM para a estruturação do problema e a definição das atividades, e o método de apoio multicritério à decisão ELECTRE IV para a ordenação dessas atividades.

3. APÓIO MULTICRITÉRIO À DECISÃO

Segundo Gomes *et al.* (2004), o Apóio Multicritério à Decisão (AMD) pode ser definido como a atividade do analista que, baseado em modelos claramente apresentados mas não necessariamente formalizados, ajuda na obtenção de elementos de resposta às questões de um decisor no decorrer de um processo, onde estes elementos esclarecem, sugerem ou favorecem cada decisão.

O AMD prioriza o fator humano na análise de problemas complexos, pois considera que o processo da tomada de decisões é uma tarefa difícil para grupos e indivíduos isolados, em um ambiente onde a decisão deverá atender objetivos e critérios conflitantes, algumas alternativas e/ou objetivos estão interligados e as conseqüências das decisões nem sempre são facilmente identificáveis. Dessa maneira, a não aceitação da subjetividade pode tornar-se uma dificuldade para a solução do problema.

Segundo Roy (1996) *apud* Mota e Almeida (2007), os métodos multicritérios podem ser divididos em três grandes abordagens:

- Abordagem do critério único de síntese: consiste em agregar diferentes pontos de vista dentro de uma única função de síntese, analisando-se as condições de agregação da função e de construção do modelo. Por exemplo: Teoria da Utilidade Multiatributo, *Analytic Hierarchy Process* (AHP), *Analytic Network Process* (ANP), *Measuring Attractiveness by a Category Based Evaluation Technique* (MACBETH).
- Abordagem da Sobreclassificação (ou subordinação – termo em inglês: *outranking*): O primeiro passo é a construção de uma relação de sobreclassificação que representa as preferências estabelecidas pelo decisor. O segundo passo consiste em explorar a relação de Sobreclassificação de tal forma que ajude o decisor a resolver o seu problema. Por exemplo os métodos da família ELECTRE.
- Abordagem do julgamento Interativo: são métodos que utilizam a abordagem de tentativas e erros e estruturas de programação matemática multiobjetivo.

Para nosso foco de estudo, foi analisado com mais detalhe a família ELECTRE.

Métodos de Sobreclassificação – Família ELECTRE:

Segundo Mota e Almeida (2007), estes métodos se fundamentam na construção de uma relação de subclassificação que incorpora as preferências estabelecidas pelo decisor diante dos problemas e das alternativas disponíveis. Os métodos que se destacam desta família são os mostrados na Tabela 1.

Tabela 1: Versões dos Métodos da Família ELECTRE

Versão	Autor	Ano	Tipo de problema	Tipo de critério	Utiliza pesos
I	Roy	1968	Seleção	Simple	Sim
II	Roy e Bertier	1973	Ordenação	Simple	Sim
III	Roy	1978	Ordenação	Pseudo	Sim
IV	Roy e Hugonnard	1982	Ordenação	Pseudo	Não
IS	Roy e Shalka	1985	Seleção	Pseudo	Sim
TRI	Yu Wei	1992	Classificação	Pseudo	Sim

Fonte: Gomes *et al* (2004)

4. MÉTODO ELECTRE IV

O objetivo do ELECTRE IV é ordenar as atividades sem introduzir qualquer ponderação nos critérios, ou seja, admite-se que não haja informação suficiente ou perfeita a respeito das importâncias relativas entre os critérios (VINCKE, 1992 *apud* MIRANDA E ALMEIDA, 2004).

De acordo com Moreira (2007), o ELECTRE IV usa conceitos como superação e pseudocritério para resolver problemas onde o decisor não deseja determinar pesos para os critérios. De esta forma, obtém-se a solução por meio de uma seqüência de relações de superação agrupadas.

O conceito de superação implica as relações de preferência definidas pelo decisor. Por exemplo, seja A o conjunto de possíveis alternativas e $g(a)$ a avaliação de qualquer delas, segundo um critério i ($i= 1, 2, 3, \dots, n$), uma alternativa a supera a alternativa b (aSb) se, a for pelo menos tão boa quanto b , buscando-se se existe ou não uma relação de dominância entre duas alternativas.

O conceito de pseudocritério estabelece para cada critério i um limite de preferência estrito (p) e um limite de indiferença (q). Dessa forma, para cada critério i será calculada a diferença alcançada para classificar as alternativas em uma das relações fundamentais (Indiferença, Preferência Estrita, Preferência Fraca e Incomparabilidade).

Moreira (2007) explica que devem de seguir-se oito passos para a aplicação do método ELECTRE IV, que vai se desenvolver junto com o estudo de caso, na seção 5.

5. CASO APLICATIVO DO ELECTRE IV

Existe uma preocupação latente frente a uma falta de produção de conhecimento por parte do pessoal docente e discente, dentro do curso de Graduação de Pesquisa Operacional da UNMSM, (Lima – Peru). Este fato motivou a aplicação da metodologia SSM desenvolvida no trabalho de Curo e Belderrain (2010) com o propósito de propor câmbios factíveis e praticáveis que contribuam ao desenvolvimento da produção científica, mediante o pensamento sistêmico de acordo às visões do pessoal docente, discente e administrativo. Como resultado obteve-se uma lista de atividades a se realizar para o projeto que atingirá esta problemática.

O método ELECTRE IV foi escolhido por se considerar aos critérios igualmente importantes no caso real (neste método não se consideram ponderações nos critérios), identificando assim quais das atividades identificadas são as mais relevantes para o projeto segundo o seu grau de importância. A utilização do ELECTRE IV baseou-se em oito passos a seguir:

Passo 1: Levantamento das alternativas.

Para nosso caso aplicativo, as alternativas consideradas são as atividades resultantes da aplicação do método SSM no artigo de Curo e Belderrain (2010):

- A1:** Treinamento dos docentes interessados no desenvolvimento de pesquisa.
- A2:** Treinamento dos alunos interessados no desenvolvimento de pesquisa.
- A3:** Difundir e enfatizar a importância da pesquisa e desenvolvimento de artigos.
- A4:** Implementar uma mudança cultural nos docentes e alunos para facilitar a comunicação efetiva e bom desenvolvimento de pesquisa.
- A5:** Disponibilizar para cada docente e aluno pesquisador dos recursos necessários para um bom desenvolvimento de pesquisa.
- A6:** Sugerir aos alunos, dentro de cada disciplina, referências não só de livros senão também de artigos, revistas e outros materiais científicos.
- A7:** Implementar disciplinas obrigatórias com conteúdo metodológico conceitual e aplicativo, para o desenvolvimento da pesquisa e a produção científica.

Passo 2: Definição dos critérios (i)

Os critérios quantitativos e qualitativos identificados, a sua descrição e escalas são mostrados na Tabela 2.

Tabela 2: Aspectos críticos do projeto

Crítérios	Código	Descrição	Escala
Grau de disponibilidade de recursos financeiros	C1	Avaliar a disponibilidade de recursos financeiros para cada atividade do projeto. Quanto maior a disponibilidade, maior atenção requer a atividade.	Qualitativa crescente (1;3;5;7;9)
Grau de impacto universitário	C2	Avaliar o grau de impacto do projeto no nível universitário. Quanto maior o valor, maior o impacto dentro da Universidade.	Qualitativa crescente (1;3;5;7;9)
Grau de impacto nacional	C3	Avaliar o grau de impacto nacional do projeto. Quanto maior o valor, maior o impacto nacional.	Qualitativa crescente (1;3;5;7;9)
Grau de risco de insucesso	C4	Avaliar o risco do projeto não ter sucesso, apesar do esforço de investimento de recursos. Quanto maior o risco, maior atenção requer a atividade.	Qualitativa crescente (1;3;5;7;9)

Passo 3: Calcular a pontuação obtida para cada alternativa em cada critério

A Tabela 3 apresenta a representação das pontuações definidas pelo decisor. Por exemplo, $g_i(a)$ implica a pontuação da alternativa a sobre o critério i .

Tabela 3: Pontuações das alternativas para cada critério

Alternativas	Crítérios				
	1	2	3	4	5
A	$g_1(a)$	$g_2(a)$	$g_3(a)$	$g_4(a)$	$g_5(a)$
B	$g_1(b)$	$g_2(b)$	$g_3(b)$	$g_4(b)$	$g_5(b)$
C	$g_1(c)$	$g_2(c)$	$g_3(c)$	$g_4(c)$	$g_5(c)$

Fonte: Moreira (2007)

Para o caso em estudo, os valores obtidos pelo decisor considerando a escala de cada critério, são mostrados na Tabela 4.

Tabela 4: Avaliação das atividades para cada critério

Atividade	C1	C2	C3	C4
A1	9	7	9	7
A2	9	9	7	7
A3	3	7	5	9
A4	5	7	3	7
A5	9	7	7	9
A6	1	5	7	3
A7	1	5	5	5

Passo 4: Definir os limites de preferência (p) e indiferença (q) para cada critério

Os limites mostrados na Tabela 5 podem-se representar da forma seguinte:

Limite de preferência (p_i): $a P_i b \leftrightarrow g_i(a) - g_i(b) > +p_i$

Limite de indiferença (q_i): $a I_i b \leftrightarrow -q_i \leq g_i(a) - g_i(b) \leq q_i$

Limite de preferência fraca: $a Q_i b \leftrightarrow -q_i < g_i(a) - g_i(b) \leq p_i$

Tabela 5: Limites de preferência e indiferença para cada critério

Critério	Limites			
	$-p$	$-q$	$+q$	$+p$
1	$-p_1$	$-q_1$	$+q_1$	$+p_1$
2	$-p_2$	$-q_2$	$+q_2$	$+p_2$
3	$-p_3$	$-q_3$	$+q_3$	$+p_3$
4	$-p_4$	$-q_4$	$+q_4$	$+p_4$
5	$-p_5$	$-q_5$	$+q_5$	$+p_5$

Fonte: Moreira (2007)

Ou também, para representar os limites de preferência, pode-se considerar a Figura 2.

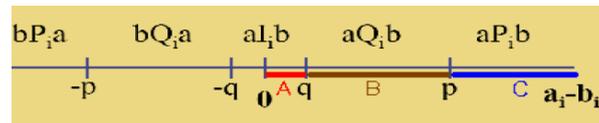


Figura 2: Limites e zonas de preferência e indiferença

Fonte: Oliveira (2007)

Onde, se a diferença entre a alternativa a e b em um determinado critério estiver na:

Zona A: O decisor será indiferente a essa variação.

Zona B: O decisor tem uma fraca preferência pela melhor alternativa.

Zona C: O decisor tem preferência estrita pela alternativa mais favorável.

Para nosso caso, com o propósito de simplificar a aplicação, optou-se por considerar valores fixos para os limites de preferência e indiferença dos critérios. Considerou-se também a relação da Figura 2, onde os valores de p e q são mostrados na Tabela 6.

Tabela 6: Limites de Preferência e Indiferença dos Critérios

Critérios	$-p$	$-q$	0	$+q$	$+p$
1 Grau de disponibilidade de recursos financeiros	-5	-3	0	3	5
2 Grau de impacto universitário	-5	-3	0	3	5
3 Grau de impacto nacional	-5	-3	0	3	5
4 Grau de risco de insucesso	-5	-3	0	3	5

Passo 5: Elaborar a Tabela de Comparação entre as alternativas em cada critério

A Tabela 7 mostra a comparação par a par entre as alternativas.

Tabela 7: Tabela de comparação par a par de alternativas

A	Critérios				
	1	2	3	4	5
a-a	$g_1(a) - g_1(a)$	$g_2(a) - g_2(a)$	$g_3(a) - g_3(a)$	$g_4(a) - g_4(a)$	$g_5(a) - g_5(a)$
a-b	$g_1(a) - g_1(b)$	$g_2(a) - g_2(b)$	$g_3(a) - g_3(b)$	$g_4(a) - g_4(b)$	$g_5(a) - g_5(b)$
a-c	$g_1(a) - g_1(c)$	$g_2(a) - g_2(c)$	$g_3(a) - g_3(c)$	$g_4(a) - g_4(c)$	$g_5(a) - g_5(c)$

Fonte: Moreira (2007)

No estudo de caso, como se pode observar da Tabela 7, faz-se para cada par de atividades uma diferença simples. Por exemplo, para a comparação das alternativas A1 e A2, a diferença simples é: 0, -2, 2, 0; para os critérios C1, C2, C3 e C4 respectivamente. A tabela de comparação entre todas as alternativas pode-se observar no Anexo 1.

Passo 6: Definir as regras de dominância e sua pontuação

Segundo Moreira (2007), as regras de dominância a considerar-se, para o estudo de caso, são:

- Quase-dominância (1,0 ponto) entre o par (b,a) se e só se:
 - b for preferida ou indiferente a a em todos os critérios;
 - O número de critérios para os quais o desempenho de a é melhor que o de b , for estritamente inferior ao número de critérios para os quais o desempenho de b é melhor que o de a .
- Dominância Canônica (0,8 pontos) entre o par (b,a) se e só se:
 - Em nenhum critério, a for estritamente preferida a b ;
 - O número de critérios para os quais a tem uma preferência fraca relativamente a b , for inferior ou igual, ao número de critérios para os quais b é estritamente preferido a a ;
 - O número de critérios para os quais o desempenho de a for melhor que o de b é estritamente inferior ao número de critérios para os quais o desempenho de b for melhor que o de a .
- Pseudo-dominância (0, 6 pontos) entre o par (b,a) se e só se:
 - a não for preferido a b em nenhum critério;
 - O número de critérios para os quais a tem uma preferência fraca relativamente a b , é inferior ou igual ao número de critérios para os quais b seja estritamente preferido ou tenha uma preferência fraca relativamente a a .
- Sub-dominância (0, 4 pontos) entre o par (b,a) se e só se:
 - Nenhum critério a for estritamente preferida a b ;
- Veto-dominância (0, 2 pontos), se e só se:
 - a não for estritamente preferida a b em nenhum critério;
 - Se a for estritamente preferida a b , em apenas um critério, mas este critério não vete a melhor classificação de b relativamente a a e ainda, que b seja estritamente preferida a a em pelo menos metade dos critérios.

Passo 7: Cálculo da matriz de credibilidade das alternativas.

No estudo de caso, para saber as noções de preferência, considerou-se a Figura 2 para obter os intervalos de preferência e indiferença em um intervalo (a_i, b_i) :

$$0 \leq A \leq q = 3, a_i \text{ é indiferente a } b_i$$

$$q = 3 \leq B \leq p = 5, a_i \text{ tem preferência fraca a } b_i$$

$$p = 5 \leq C, a_i \text{ tem preferência estrita a } b_i$$

Assim, as regras de dominância que foram já definidas, se aplicaram a todas as atividades para a definição da pontuação alcançada em cada comparação. A Tabela 8 mostra o tipo de dominância que existe entre cada par de alternativas.

Por exemplo, se pode extrair do Anexo 1 que para a atividade A1 em relação com a atividade A2 se cumpre que existe a Sub-dominância pois em nenhum critério A2 é estritamente preferida a A1, considerando-se a preferência estrita quando os valores são maiores ou iguais a 5.

Tabela 8: Matriz de credibilidade das atividades

	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7
A1	-	Sub - dominância	Dominância canônica	Quase-dominância	Sub - dominância	Quase-dominância	Quase-dominância
A2	Sub - dominância	-	Dominância canônica	Quase-dominância	Sub - dominância	Quase-dominância	Quase-dominância
A3	0	0	-	Dominância canônica	Pseudo - dominância	Dominância canônica	Quase-dominância
A4	Sub - dominância	Sub - dominância	Sub - dominância	-	Sub - dominância	Pseudo - dominância	Dominância canônica
A5	Sub - dominância	Sub - dominância	Quase-dominância	Quase-dominância	-	Quase-dominância	Quase-dominância
A6	0	0	0	Sub - dominância	0	-	Sub - dominância
A7	0	0	Sub - dominância	Sub - dominância	0	Sub - dominância	-

Passo 8: Calcular a pontuação da matriz de Credibilidade das alternativas, considerando as regras de dominância.

Na Tabela 9 atribuem-se os valores correspondentes as dominâncias obtidas no passo 7. Os dados mostrados na Tabela 10 são resultados da comparação par a par de cada valor com relação ao valor 0,4 escolhido por conveniência. Mostra-se também na Tabela 10, a contagem em fila de cada sinal maior, menor e igual. A Tabela 11 mostra a ordenação destas comparações de acordo com a maior quantidade de sinais maiores e iguais que tenha.

Tabela 9: Matriz de credibilidade das atividades calculada

	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7
A1	0	0,4	0,8	1,0	0,4	1,0	1,0
A2	0,4	0	0,8	1,0	0,4	1,0	1,0
A3	0	0	0	0,8	0,6	0,8	1,0
A4	0,4	0,4	0,4	0	0,4	0,6	0,8
A5	0,4	0,4	1,0	1,0	0	1,0	1,0
A6	0	0	0	0,4	0	0	0,4
A7	0	0	0,4	0,4	0	0,4	0

Tabela 10: Matriz de superação das atividades

	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	>	=	<
A1		=	>	>	=	>	>	4	2	0
A2	=		>	>	=	>	>	4	2	0

A3	<	<		>	>	>	>	4	0	2
A4	=	=	=		=	>	>	2	4	0
A5	=	=	>	>		>	>	4	2	0
A6	<	<	<	=	<		=	0	2	4
A7	<	<	=	=	<	=		0	3	3

Tabela 11: Ordenação final das atividades

	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	>	=	<
A5	=	=	>	>		>	>	4	2	0
A1		=	>	>	=	>	>	4	2	0
A2	=		>	>	=	>	>	4	2	0
A3	<	<		>	>	>	>	4	0	2
A4	=	=	=		=	>	>	2	4	0
A7	<	<	=	=	<	=		0	3	3
A6	<	<	<	=	<		=	0	2	4

Com estes resultados, pode-se observar na Tabela 12, que existe uma maior importância na realização das atividades A5, A1 e A2 para o bom desenvolvimento do projeto.

Então, a ordem das atividades a seguir é:

$$A5 \leftrightarrow A1 \leftrightarrow A2 \rightarrow A3 \rightarrow A4 \rightarrow A7 \rightarrow A6$$

Tabela 12: Ordenação das atividades por grau de importância, de acordo aos quatro critérios

Posição	Código	Nome da atividade
1º	A5	Disponibilizar para cada docente e aluno pesquisador dos recursos necessários para um bom desenvolvimento de pesquisa.
1º	A1	Treinamento dos docentes interessados no desenvolvimento de pesquisa.
1º	A2	Treinamento dos alunos interessados no desenvolvimento de pesquisa.
2º	A3	Difundir e enfatizar a importância da pesquisa e desenvolvimento de artigos.
3º	A4	Implementar uma mudança cultural nos docentes e alunos para facilitar a comunicação efetiva e bom desenvolvimento de pesquisa.
4º	A7	Implementar disciplinas obrigatórias com conteúdo metodológico conceitual e aplicativo, para o desenvolvimento da pesquisa e a produção científica.
5º	A6	Sugerir aos alunos, dentro de cada disciplina, referências não só de livros senão também de artigos, revistas e outros materiais científicos.

As atividades A5, A1 e A2 resultaram-se importantes de se desenvolver primeiro na situação real, pois facilitar a disponibilidade de recursos necessários para a pesquisa oferece uma maior chance de poder treinar melhor aos docentes e alunos.

Assim, a ordenação das atividades, para o problema da produção de conhecimento nos alunos do curso de PO na UNMSM, com o uso do método ELECTRE IV, mostrou-se coerente com os resultados e observou-se que atingiu bem o objetivo do trabalho.

6. CONCLUSÕES

O problema analisado baseou-se na priorização das atividades no projeto da produção de conhecimento no curso de Pesquisa Operacional na Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

Neste trabalho, mostrou-se que é possível uma interação entre o método de estruturação de problemas: *Soft Systems Methodology*, e um método multicritério de apoio a decisão: ELECTRE IV, gerando uma Multimetodologia e mostrando-se eficiente com resultados aceitáveis.

O método ELECTRE IV, mostrou-se adequado para a aplicação, por tratar-se de um caso em que não se podem definir os pesos dos critérios nem uma ordenação entre eles, por ser considerar a todos igualmente importantes na situação real.

Finalmente, conclui-se que a ordenação estabelecida no resultado, oferece uma maior informação ao decisor para o desenvolvimento do projeto. No entanto, cabe ao decisor uma análise rigorosa dos pesos para cada alternativa, além de que as atividades mostradas devem ser gerenciadas com muita atenção, mediante a definição crítica dos limites das atividades.

Como futuro trabalho sugere-se a realização da análise de sensibilidade nas variações na escala de preferência e indiferença dos limites, comparando os resultados, pois deve considerar-se que durante a análise das atividades, os juízos de valor podem gerar insegurança no avaliador.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a CAPES que é responsável pelo subsídio da pesquisa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CURO, R. S. G; BELDERRAIN, M. C. N. Uma aplicação da Soft Systems Methodology para estruturar o problema da produção científica de um curso de ensino superior. Anais do XVII Simpósio de Engenharia de Produção, Bauru, 2010

FERREIRA, D. D. M.; SILVA, A. R.; REBELLO, T. C. S.; SANTOS, N. Soft Systems Methodology (SSM) no contexto da educação tecnológica: contribuições aos processos de Gestão do Conhecimento (GC). In: IV Congresso Nacional de Excelência em Gestão, Niterói, 2008

FREITAS, J. S.; COTA, M. B. G. J.; CHENG, L. C. O. Soft Systems Thinking e a Soft Systems Methodology. In: 4º Congresso Brasileiro de Sistemas, A - Teorias, conceitos e metodologias sistêmicas. Franca. Anais do 4º Congresso Brasileiro de Sistemas, Franca – São Paulo, 2008.

GOMES, L. F. A; ARAYA, M. C. G; CARIGNANO, C. (2004), Tomada de decisões em cenários complexos: introdução aos métodos discretos do apoio multicritério a decisão. São Paulo: Pioneira Thompson Learning, 2004.

GEORGIU, I. Introducing Soft Systems Methodology: A didactic Configuration. Working paper, FGV/SP, 2011

MINGERS, J.; ROSENHEAD, J. Problem structuring methods in action. European Journal for Operational Research, v. 152, 2004

MIRANDA, C. M. G; ALMEIDA, A. T. Visão multicritério da avaliação de programas de pós-graduação pela CAPES: o caso da área engenharia III baseado no ELECTRE II e MAUT. *Gestão e Produção*, vol.11 No.1 São Carlos Jan./Abril 2004

MOREIRA, R. A. Análise Multicritério dos Projetos do Sebrae/RJ através de ELECTRE IV. 73 f. Dissertação (Mestrado Profissional em administração) – Ibmec, Rio de Janeiro, 2007

MOTA, C. M. M; ALMEIDA, A. T. Método multicritério ELECTRE IV-H para priorização de atividades em projetos. *Pesquisa Operacional*, v. 27, n.2, 2007

OLIVEIRA, C. Projeto de Linhas Média Tensão, Baixa Tensão, Postos de Transformação, Iluminação Pública e Exploração de Postos de Transformação e Redes de Baixa Tensão. 108 f. Projeto, Seminário ou Trabalho Final de Curso– Universidade do Porto, Guimarães, 2007

ROSENHEAD, J. What's the problem? An introduction to problem structuring methods. *Interfaces* v.26, 1996

ANEXO 1: Tabela de comparação entre as alternativas em cada critério

Atividade	C1	C2	C3	C4	Atividade	C1	C2	C3	C4
A1 - A1	0	0	0	0	A4 -A4	0	0	0	0
A1 - A2	0	-2	2	0	A4 -A5	-4	0	-4	-2
A1 - A3	6	0	4	-2	A4 -A6	4	2	-4	4
A1 - A4	4	0	6	0	A4 -A7	4	2	-2	2
A1 - A5	0	0	2	-2	A5 -A1	0	0	-2	2
A1 - A6	8	2	2	4	A5 -A2	0	-2	0	2
A1 - A7	8	2	4	2	A5 -A3	6	0	2	0
A2 -A1	0	2	-2	0	A5 -A4	4	0	4	2
A2 -A2	0	0	0	0	A5 -A5	0	0	0	0
A2 -A3	6	2	2	-2	A5 -A6	8	2	0	6
A2 -A4	4	2	4	0	A5 -A7	8	2	2	4
A2 -A5	0	2	0	-2	A6 -A1	-8	-2	-2	-4
A2 -A6	8	4	0	4	A6 -A2	-8	-4	0	-4
A2 -A7	8	4	2	2	A6 -A3	-2	-2	2	-6
A3 -A1	-6	0	-4	2	A6 -A4	-4	-2	4	-4
A3 -A2	-6	-2	-2	2	A6 -A5	-8	-2	0	-6
A3 -A3	0	0	0	0	A6 -A6	0	0	0	0
A3 -A4	-2	0	2	2	A6 -A7	0	0	2	-2
A3 -A5	-6	0	-2	0	A7 -A1	-8	-2	-4	-2
A3 -A6	2	2	-2	6	A7 -A2	-8	-4	-2	-2
A3 -A7	2	2	0	4	A7 -A3	-2	-2	0	-4
A4 -A1	-4	0	-6	0	A7 -A4	-4	-2	2	-2
A4 -A2	-4	-2	-4	0	A7 -A5	-8	-2	-2	-4
A4 -A3	2	0	-2	-2	A7 -A6	0	0	-2	2
					A7 -A7	0	0	0	0