



SPOLM 2008

ISSN 2175-6295

Rio de Janeiro- Brasil, 05 e 06 de agosto de 2008.

# **O MÉTODO DE MINIMIZAÇÃO HEURÍSTICA DA INTERDEPENDÊNCIA ENTRE CRITÉRIOS NO AUXÍLIO À TOMADA DE DECISÃO APLICADO À SELEÇÃO DE ESCOLAS**

**Aderson Campos Passos**

Instituto Militar de Engenharia, Departamento de Engenharia de Computação, Praça General Tibúrcio 80, Praia Vermelha, CEP: 22290-270, Rio de Janeiro – RJ

[aderson@ime.eb.br](mailto:aderson@ime.eb.br)

**Felipe Silva Plácido dos Santos**

Instituto Militar de Engenharia, Departamento de Engenharia de Computação, Praça General Tibúrcio 80, Praia Vermelha, CEP: 22290-270, Rio de Janeiro – RJ

[aderson@ime.eb.br](mailto:aderson@ime.eb.br)

**Fábio Pinhão Mello**

Instituto Militar de Engenharia, Departamento de Engenharia de Computação, Praça General Tibúrcio 80, Praia Vermelha, CEP: 22290-270, Rio de Janeiro – RJ

[aderson@ime.eb.br](mailto:aderson@ime.eb.br)

## **RESUMO**

Esse trabalho mostra um processo que auxiliará o analista de decisão na escolha de critérios independentes entre si, para serem usados em um processo decisório multicritério. O objetivo é mostrar como o chamado Método de Minimização Heurística da Interdependência entre Critérios, pode ser incorporado à fase de seleção de critérios comum aos métodos multicritério discretos. Para ilustrar a utilização desse processo será utilizado como exemplo um problema de análise de decisão simples: seleção de escolas de ensino médio.

## **PALAVRAS-CHAVE:**

Minimização Heurística, Multicritério, Seleção de Escolas

## **ABSTRACT**

This paper shows a method, that will help the decision analyst in the selection of an independent criteria set, to be used in discrete multicriteria problems. The objective is expose how to incorporate the so called Heuristic Minimization of Independence Method to the criteria selection phase. To illustrate this method will be used, as an example, a simple decision analysis problem: the selection of high schools.

## **KEY-WORDS:**

Heuristic Minimization , Multicriteria, High Schools Selection

## 1 - INTRODUÇÃO

O processo de seleção de critérios é uma das primeiras fases a serem cumpridas quando se decide trabalhar com análise de decisão multicritério. Para que o conjunto de critérios, em um processo decisório, seja considerado adequado é desejável que ele seja *completo*, (abordando tudo que é considerado relevante para a decisão), *operacional* (critérios específicos e claros o suficiente para que sejam usados no processo decisório), *decomponível* (capacidade de avaliar uma alternativa sob a óptica de determinado critério sem precisar levar em conta a avaliação em outro critério), *não redundante* (os critérios sejam independentes de maneira que não sejam contabilizados mais de uma vez), *mínimo* (o conjunto tenha a menor quantidade possível de critérios) (Keeney e Raiffa, 1993; Gomes, 2007). Segundo Gomes et al (1992) é muito difícil excluir toda e qualquer interdependência existente entre critérios.

Esse texto pretende descrever um processo heurístico, que auxilia o decisor na eliminação das redundâncias comuns na configuração de problemas multicritério. A técnica é bastante simples e consiste na análise dos critérios levantados inicialmente dois a dois, conforme será exposto. Para ilustrar a utilização da técnica foi utilizado um problema comum para pessoas que tem filhos, que é a *seleção de escolas*. Inicialmente são levantados diversos critérios. Posteriormente, haverá uma primeira seleção retirando redundâncias grosseiras, critérios que não sejam fortemente relevantes e a agregação de critérios correlatos. Depois disso, será feita a análise utilizando o método proposto. O resultado final é um conjunto de critérios prontos para serem usados no processo decisório.

O processo decisório pode ser dividido didaticamente em fases (Gomes, 2007, opus cit.). Conforme será observado, o que se propõe é que o método proposto neste texto seja incorporado à fase de *Definição de Critérios Relevantes ao Problema*, que faz parte de todo processo de análise de decisão multicritério.

## 2 - O MÉTODO DA MINIMIZAÇÃO HEURÍSTICA DE INTERDEPENDÊNCIAS (MMHI)

Conforme já mencionado, na fase de seleção de critérios, inicialmente, são levantados diversos deles associados ao problema em questão. As grandes motivações para a utilização da técnica proposta são a facilidade de sua aplicação e a qualidade da “filtragem” de redundâncias que ela proporciona. Naturalmente, seu valor somente poderá ser percebido se ela for utilizada. O leitor desatento poderá ignorá-la indevidamente, por achá-la simples.

A utilização do método pode ser didaticamente dividida em 6 fases:

1. Seleção inicial dos critérios relevantes;
2. Filtragem (eliminação e agregação) dos critérios do conjunto anterior;
3. Agrupamento de critérios correlatos oriundo do conjunto filtrado;
4. Análise dos critérios agrupados. Nessa análise será montada uma matriz quadrada (Figura 1) onde os critérios serão comparados dois a dois, determinando o nível de interdependência entre critérios em três níveis: muito interdependentes, interdependentes e independentes. O preenchimento será feito acima da diagonal da matriz. Para  $n$  critérios serão feitos  $\frac{n^2 - n}{2}$  julgamentos.
5. Depois disso, o analista vai decidir se irá excluir ou agregar critérios interdependentes.
6. Os critérios correlatos resultantes, já em menor número, poderão ser agrupados em um conjunto único para que o processo seja repetido a partir da fase 4.

O resultado é um conjunto de critérios com baixíssimo grau de interdependência.

<b>Crítérios</b>	Crítério 1	Crítério 2	....	Crítério n
Crítério 1		MINT	IND	IND
Crítério 2			IND	INT
....				IND
Crítério n				

Figura 1: Matriz de análise dos critérios. No preenchimento da matriz, MINT = muito interdependentes, INT = interdependentes e IND = independentes.

Uma observação importante é que para problemas complexos, com muitos critérios, será cansativo cumprir a fase 6.

Para explicar sua utilização será utilizado um problema comum que é a *seleção de escolas*, como já mencionado.

### 3 - ESCOLHA DE CRITÉRIOS PARA O PROBLEMA DE *SELEÇÃO DE ESCOLAS*

Seguindo os passos sugeridos na seção anterior, foram inicialmente selecionados para esse problema os seguintes critérios agrupados:

#### A. Critérios de Ensino

1. Qualidade dos professores;
2. Sistema de ensino;
3. Nível de ensino;
4. Aprovação nos vestibulares;
5. Resultado do ENEM;
6. Ensino de idiomas;
7. Filosofia do colégio;
8. Carga horária mensal;
9. Nível dos alunos;
10. Currículo amplo e humanístico;

#### B. Atividades Extracurriculares

1. Tipos de atividades extracurriculares;
2. Monitoria para alunos com dificuldades;
3. Atividades esportivas;

A seguir a descrição dos critérios para o agrupamento *Crítérios de Ensino*:

- **Qualidade dos professores:** avaliação do corpo de professores, ou seja, se são qualificados a dar uma aula de qualidade e seu nível de experiência no que se refere a lidar com o público mais jovem.
- **Sistema de ensino:** técnicas pedagógicas utilizadas, materiais didáticos e outras técnicas utilizadas para promover o aprendizado.

- **Nível de ensino:** se o padrão de abordagem do currículo é de bom nível e adequado à preparação para a realização de concursos.
- **Aprovação nos vestibulares:** se os alunos ao concluir o ensino médio conseguem ingressar para os cursos universitários do seu interesse.
- **Resultado do ENEM:** resultado geral obtido pela escola no Exame Nacional do Ensino Médio realizado pelo Ministério da Educação brasileiro.
- **Ensino de idiomas:** se o padrão de ensino de idiomas estrangeiros permitirá ao aluno utilizá-los com fluência quando precisar.
- **Filosofia do colégio:** conjunto de valores e paradigmas que o colégio se fundamenta e se compromete a passar para seus alunos. De que forma o conhecimento e passado para o aluno, se professor interage com os alunos, se os alunos que tem mais dificuldade têm algum tipo de atenção especial.
- **Carga horária mensal:** Avalia se a carga horária proposta é adequada para os cursos.
- **Nível dos alunos:** avalia como os alunos da escola são selecionados e se seu nível permitirá o bom nível de ensino.
- **Currículo amplo e humanístico:** A importância que o colégio dá às matérias de Filosofia, História e Geografia, no que remete a qualidade das aulas dessas matérias e sua carga horária.

A seguir a descrição dos critérios para o agrupamento *Atividades Extracurriculares*:

- **Tipos de atividades extracurriculares:** leva em consideração se a escola possui em sua estrutura, ou disponibiliza para o aluno, algum curso técnico, curso de línguas, curso de música, incentivo ao xadrez, prática de esportes e outras atividades que incentivem a diversificação dos conhecimentos, diversificação de habilidades e saúde.
- **Monitoria:** existência de serviço de monitoria para alunos que tenham dificuldades ou queiram tirar dúvidas gerais.
- **Atividades esportivas:** nível de incentivo à prática de esportes. Se existem horários especiais para a prática e uma infra-estrutura apropriada.

A segunda etapa é a análise preliminar dos critérios dentro dos agrupamentos. Seguindo o princípio que cada decisor definirá os critérios que mais lhe convierem e que o conjunto de critérios deve ser *completo e mínimo*, como já citado, foi definido que dentro do primeiro agrupamento os critérios **Filosofia do colégio**, **Sistema de ensino**, **Carga horária mensal** e **Currículo amplo e humanístico** deverão ser excluídos do conjunto de critérios por serem considerados pouco relevantes. Os critérios **Aprovação nos vestibulares** e **Resultado no ENEM** serão considerados conjuntamente em um novo critério qualitativo denominado **Índices de Aprovação**, que indicará a qualidade dos resultados que os alunos obtêm em avaliações externas à escola. O critério **Qualidade dos professores** será excluído por estar incluído dentro do nível de ensino. Os outros critérios serão mantidos.

Para o segundo agrupamento de critérios os critérios **Tipos de atividades extracurriculares** e **Atividades esportivas** foram considerados pouco importantes e por isso foram excluídos do conjunto de critérios. O único critério mantido foi **Monitoria**.

A próxima etapa é a montagem de uma tabela de comparações dois a dois que permita uma análise das interdependências conforme ilustrado na Figura 1. Como o segundo agrupamento somente possui um critério relevante (**Monitoria**), ele foi incluído nessa tabela.

<b>Critérios</b>	Nível de ensino	Índices de aprovação	Idiomas	Nível dos alunos	Monitoria
Nível de ensino		MINT	IND	IND	IND
Índices de aprovação			INT	MINT	IND
Idiomas				IND	IND
Nível dos alunos					IND
Monitoria					

Figura 2: Matriz de análise dos critérios para o problema de seleção de escolas. No preenchimento da matriz, MINT = muito interdependentes, INT = interdependentes e IND = independentes.

Após montar a matriz descrita na Figura 2 o analista percebe que existirá muita interdependência entre os critérios **Nível de ensino** e **Índices de aprovação**, assim como entre **Índices de aprovação** e **Nível dos alunos**. Isso sugere que sejam feitas eliminações ou agregações de critérios redundantes. Duas eliminações são possíveis para extrair as interdependências fortes: ou são eliminados os critérios **Nível dos alunos** e **Nível de ensino** ou somente o critério **Índices de aprovação**. Como se busca o mínimo de critérios é feita a primeira opção. O resultado disso é um conjunto de critérios bastante reduzido conforme indicado na Figura 3.

Ao olhar os critérios finais é possível perceber que o decisor quer uma escola voltada para a aprovação em vestibulares. Ao eliminar os critérios **Nível dos alunos** e **Nível de ensino**, esse decisor entende que se a escola possuir bons índices de aprovação ela terá naturalmente bom nível de ensino e bons alunos estudando com seu(s) filho(s). Caso ele duvide dos índices que são fornecidos pelas escolas ele pode optar por excluir o critério **Índices de aprovação** e manter **Nível de ensino** e **Nível dos alunos**.

120

<b>Critérios</b>	Índices de aprovação	Idiomas	Monitoria
Índices de aprovação		INT	IND
Idiomas			IND
Monitoria			

Figura 3: Tabela de comparação dois a dois entre os critérios, com os critérios finais escolhidos.

#### 4 – CONCLUSÃO

Ao selecionar critérios para um processo decisório, a preocupação com a seleção de critérios não redundantes deve existir sempre. O que o MMHI faz é obrigar que seja feita a análise do grupo de critérios considerado adequado para o problema. Fazendo a busca das redundâncias

entre os critérios dois a dois, é comum que existam surpresas indicando a possibilidade de mais simplificações.

Fazendo referência ao exemplo da seção anterior, é natural pensar que boas escolas terão bons índices de aprovação, bom nível de ensino e alunos de bom nível e, portanto, esses devam ser critérios integrantes do processo multicritério de avaliação. A obtenção de bons índices de aprovação está associada a bons alunos e alto nível de ensino mas não necessariamente. Por isso, talvez se pense em não eliminar tais critérios. O valor do MMHI está em forçar o decisor a efetuar comparações que ele talvez não fizesse.

## **5 – REFERÊNCIAS**

KEENEY, R.L.; RAIFFA, H., 1993. “Decisions with Multiple Objectives: Preferences and Value Tradeoffs”. Cambridge University Press, Cambridge.

GOMES, L.F.A.M.; DAMÁZIO, H.N.; ARAÚJO, G.M. “Minimização Heurística da Interdependência entre Critérios no Auxílio Multicritério à Decisão – uma Aplicação à Decisão sobre Seguro Ambiental para Transporte Rodoviário de Produtos Perigosos”. Relatório Técnico. Departamento de Engenharia Industrial, PUC/RJ, 1992.

GOMES, L.F.A.M. “Teoria da Decisão”. Coleção Debates em Administração, Editora Thompson Learning. São Paulo, 1997.