

## **Julgamento de eqüinos da raça Mangalarga Marchador: uma análise multicritério**

**José Augusto Brunoro Costa (UENF, CEFET-Campos) [jbrunoro@cefetcampos.br](mailto:jbrunoro@cefetcampos.br)**

**José Renato Costa Caiado (UENF, ABCCMM) [jrccaiado@hotmail.com.br](mailto:jrccaiado@hotmail.com.br)**

**Helder Gomes Costa (UFF, UENF) [hgc@vm.uff.br](mailto:hgc@vm.uff.br)**

### **Resumo**

*O objetivo deste trabalho é investigar a aplicação da análise multicritério ao problema de classificação de cavalos da raça Mangalarga Marchador. O método proposto foi ELECTRE II que permite classificar os animais de acordo com os critérios estabelecidos pela Associação Brasileira de Criadores de Cavalos Mangalarga Marchador – ABCCMM.*

*Palavras-chave: Cavalo Mangalarga Marchador, Electre, Análise Multicritério.*

### **1. Introdução**

A tomada de decisão em um ambiente complexo envolve normalmente a aplicação de múltiplos critérios. A solução do problema depende de um conjunto de pessoas, cada uma das quais tem seu próprio ponto de vista, muitas vezes conflitante com os demais.

Segundo Costa (2002), uma das principais e das mais atraentes características das metodologias de auxílio multicritério à decisão - AMD, é que as mesmas reconhecem a subjetividade como inerente aos problemas de decisão e utilizam julgamento de valor como forma de tratá-las cientificamente.

O julgamento de cavalos Mangalarga Marchador é um exemplo de tomada de decisão que envolve critérios subjetivos tornando-se motivo principal do desenvolvimento deste trabalho.

A evolução zootécnica do cavalo Mangalarga Marchador pode ser observada nas exposições especializadas da raça onde os animais são avaliados por árbitros credenciados pela Associação Brasileira de Criadores de Cavalos Mangalarga Marchador – ABCCMM (NAVES, 2002). Os campeonatos promovidos nas exposições são de extrema importância para o aprimoramento da raça, pois é através deles que um animal campeão se distingue dos demais, transformando-se em parâmetro zootécnico.

### **2. Avaliação de cavalos Mangalarga Marchador: Metodologia da ABCCMM**

Os julgamentos são realizados em exposições especializadas nas quais os árbitros atuam de forma isolada, avaliando de forma independente, a morfologia ou a marcha do animal de acordo com a sua indicação.

Antes do julgamento propriamente dito, os animais são pré-analisados, podendo ser vetada a sua participação no concurso caso sejam reprovados em um dos seguintes 14 pontos de desclassificação: expressão e caracterização; despigmentação; temperamento; orelhas; perfil da frente; perfil do chanfro; lábios; assimetria da arcada dentária; pescoço; linha dorso-lombar; garupa; membros; aparelho genital; andamento (marcha).

Para o julgamento do quesito marcha são avaliados cinco critérios: gesto, estilo, rendimento regularidade e comodidade. Ao final da prova, o árbitro apresenta e justifica para o público a classificação dos animais, ordenados do pior ao melhor animal.

Para o julgamento do quesito morfologia (enfocado no presente trabalho) são avaliadas as principais características de cada um dos oito critérios estabelecidos pela ABCCMM. Estes critérios são apresentados na Tabela 1, juntamente com os pesos atribuídos a cada destes critérios.

Nº	Critério	Critérios	Pontos
1	Aparência geral	1	4
2	Cabeça	2	5
3	Expressão e caracterização racial	3	10
4	Pescoço	4	4
5	Tronco	5	23
6	Membros anteriores	6	24
7	Membros posteriores	7	20
8	Ação	8	10

Fonte: ABCCMM.

Tabela 1 – Características avaliadas segundo os critérios de julgamento do quesito morfologia.

Embora exista uma tabela de pontos para as diferentes partes do corpo do animal, na análise usualmente praticada o resultado da pontuação por itens (nota em cada quesito) é feito apenas na memória do avaliador, sendo baseado na sua intuição e experiência. O avaliador apresenta ao público presente a análise formal de seu julgamento, justificando para o público suas decisões. Neste contexto, a subjetividade presente na justificativa de sua decisão gera discordâncias. Em algumas situações estas discordâncias são amplificadas, principalmente quando dois espécimes são avaliados em concursos diferentes e ocorre uma inversão de ordem na classificação. Por exemplo: em um concurso X um espécime A é classificado em 1º lugar e, neste mesmo concurso um espécime B é classificado em 3º lugar. Posteriormente estes mesmos espécimes participam de um outro concurso, que apresenta como resultado o espécime A em 4º lugar e o espécime B em 1º lugar. Principalmente nestes casos os avaliadores necessitam de instrumental científico desenvolvido para tratar de avaliações subjetivas.

### 3. Ordenação pelo ELECTRE II: Abordagem do presente trabalho

A Análise Multicritério vem sendo desenvolvida para o tratamento de problemas que envolvam múltiplos critérios e avaliações subjetivas. No presente trabalho propõe-se a aplicação do Método ELECTRE II, que é um método de superação (ou subordinação) desenvolvido no âmbito da análise multicritério para o tratamento de problemas de ordenação, para a resolução deste problema.

Os métodos de superação são baseados em relações de superação binária. No âmbito dos métodos ELECTRE, para se considerar que uma alternativa A supere uma outra alternativa B ( $A_S B$ ), duas condições devem ser satisfeitas:

- Condição de concordância: devem existir argumentos suficientes para se concordar com a afirmação de que  $A_S B$ ; e,
- Condição de discordância: não devem existir argumentos suficientes para se discordar da afirmação de que  $A_S B$ , vetando-se A.

Estes princípios de concordância e discordância estão presentes em todas as versões dos Métodos ELECTRE, sendo que nos métodos II, IV e TRI, eles são combinados, compondo o conceito de credibilidade – ver ROY (1978), VINCKE (1992) ou MARK et al (1999) para maiores detalhes. Em todos os ELECTRE's calculam-se matrizes de concordância (C) e de discordância (D). Um elemento genérico  $C(A,B)$  da matriz de concordância indica (dentro de um intervalo da  $[0;1]$ ) a intensidade com que se concorda com a afirmação ASB. Este elemento é denotado índice de discordância. Para os ELECTRE's I e II,  $C(A,B)$  pode ser calculado pela expressão abaixo:

$$C(A,B) = \frac{\sum_{j=1}^m (k_j \cdot c_j(A,B))}{\sum_{j=1}^m K_j}$$

Onde:

- $k_j$  representa o peso associado a cada critério  $j$ ; e ,
- $c_j(A,B) = 1$  (se o desempenho de A no critério  $j$  for melhor ou igual ao desempenho de b neste mesmo critério); ou, 0 (caso contrário).

Um elemento genérico  $D(A,B)$  da matriz de discordância indica (dentro de um intervalo da  $[0;1]$ ) a intensidade com que se discorda da afirmação ASB. Este elemento é denotado índice de discordância. Para os ELECTRE's I e II,  $D(A,B)$  pode ser calculado pela expressão abaixo:

$$D(A,B) = \max_j \left( \frac{g_j(B) - g_j(A)}{\delta_j} \right)$$

onde:

- $g_j(A)$  corresponde ao desempenho atribuído a alternativa A, à luz do critério  $j$ .
- $g_j(B)$  corresponde ao desempenho atribuído a alternativa B, à luz do critério  $j$ .
- $\delta_j$  é a diferença entre o melhor desempenho e o pior desempenho no critério  $j$ , considerando todas as alternativas.

O método Electre II compara os desempenhos de alternativas aos pares, obtendo duas matrizes: Matriz de Concordância e de Discordância. A Matriz de Concordância armazena o quanto se concorda que uma alternativa é pelo menos tão boa (ou supera) quanto uma outra. Já a Matriz de Discordância armazena o quanto se discorda (ou rejeita) com a afirmação de que uma alternativa supera outra.

O método Electre-II foi elaborado de forma a permitir a ordenação ou “ranqueamento” de alternativas. Neste método estabelecem-se duas ordenações: a ordenação descendente que ordena da melhor para a pior alternativa e ascendente que ordena as alternativas da pior para a melhor.

Para a comparação das alternativas diz-se que uma alternativa A domina uma B quando satisfazem às condições de concordância e discordância, as quais dependem do decisor e revelam o grau de rigor em admitir uma subordinação de uma alternativa sobre outra. Para tanto, definem-se os coeficientes de concordância (forte e fraca) e discordância que são os parâmetros através dos quais o decisor explicitará o seu grau de intransigência em relação às condições de dominância. Depois de estabelecidas as relações de dominância de uma

alternativa sobre a outra, pode-se enfim ordená-las. O procedimento de ordenação é formado por dois estágios: Classificação Progressiva e Classificação Regressiva. A classificação final das alternativas é obtida através da média das classificações alcançadas em cada estágio.

#### 4. Avaliação de cavalos Mangalarga Marchador: abordagem baseada no ELECTRE II

A aplicação desta metodologia teve como princípio interferir o mínimo possível no processo de julgamento, focando a sua principal ação o processo de ordenação em si. A seguir apresentam-se os passos seguidos na adoção desta abordagem.

- Definição do conjunto de critérios e seus respectivos pesos. Foi considerado o mesmo conjunto de critérios e de pesos reportados na Tabela 1.
- Avaliação dos animais. Nesta etapa utilizou-se os julgamentos emitidos por um avaliador, membro da ABCCMM, para avaliação de dez animais. Estes julgamentos estão apresentados na Tabela 2.

Ai	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8
A1	7.0	8.0	6.0	8.0	9.0	8.0	7.0	8.5
A2	7.5	7.0	6.5	6.0	6.0	8.0	9.5	9.0
A3	6.5	6.0	8.0	10.0	6.0	6.0	7.5	9.0
A4	7.0	8.5	6.0	8.0	7.0	6.0	8.0	7.5
A5	5.5	6.5	7.0	8.0	7.0	7.0	6.5	6.0
A6	8.5	9.5	9.0	8.5	8.0	8.0	8.0	9.0
A7	7.5	8.5	8.5	8.5	10.0	10.0	7.0	7.0
A8	5.0	8.0	7.0	6.5	7.0	8.0	7.0	10.0
A9	6.0	8.0	7.0	8.5	8.0	7.0	9.0	8.0
A10	7.5	8.5	9.0	5.5	6.0	8.0	7.0	9.0

Tabela 2 – Desempenhos dos animais segundo os critérios estabelecidos pela ABCCMM.

- Matrizes de concordância e discordância: Com auxílio de software específico (Plataforma Multicritério\_S), determinou-se as matrizes de concordância e de discordância, que estão ilustradas nas tabelas 3 e 4, respectivamente.

Ai	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10
A1	-	0,56	0,56	0,75	0,90	0,47	0,30	0,80	0,66	0,71
A2	0,68	-	0,86	0,68	0,63	0,54	0,34	0,48	0,58	0,85
A3	0,44	0,47	-	0,48	0,48	0,14	0,34	0,38	0,28	0,57
A4	0,43	0,32	0,76	-	0,66	0,20	0,35	0,56	0,09	0,52
A5	0,14	0,37	0,52	0,61	-	0,00	0,00	0,41	0,34	0,27
A6	0,77	0,80	0,96	1,00	1,00	-	0,53	0,90	0,80	1,00
A7	0,90	0,70	0,66	0,70	1,00	0,51	-	0,90	0,70	0,80
A8	0,69	0,76	0,62	0,67	0,92	0,34	0,30	-	0,49	0,81
A9	0,39	0,42	0,72	0,91	1,00	0,47	0,34	0,66	-	0,47
A10	0,73	0,76	0,76	0,53	0,73	0,44	0,49	0,63	0,53	-

Tabela 3: Matriz de Concordância

Ai	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10
A1	-	0,50	0,40	0,20	0,20	0,60	0,50	0,30	0,40	0,60
A2	0,60	-	0,80	0,40	0,40	0,50	0,80	0,20	0,50	0,50
A3	0,60	0,40	-	0,50	0,20	0,70	0,80	0,40	0,40	0,50
A4	0,40	0,40	0,40	-	0,20	0,60	0,80	0,50	0,20	0,60
A5	0,50	0,60	0,60	0,40	-	0,60	0,60	0,80	0,50	0,60
A6	0,20	0,30	0,30	0,00	0,00	-	0,40	0,20	0,20	0,00
A7	0,30	0,50	0,40	0,20	0,00	0,40	-	0,60	0,40	0,40
A8	0,40	0,50	0,70	0,40	0,30	0,70	0,60	-	0,40	0,50
A9	0,20	0,30	0,30	0,20	0,00	0,50	0,60	0,40	-	0,40
A10	0,60	0,50	0,90	0,50	0,50	0,60	0,80	0,20	0,60	-

Tabela 4: Matriz de Discordância.

- Ordenação pelo ELECTRE II: Os animais foram ordenados, utilizando-se o algoritmo de ordenação do ELECTRE II, com os seguintes parâmetros:  $c^+ = 0,9$ ,  $c^0 = 0,7$ ,  $c^- = 0,5$ ,  $d1 = 0,20$  e  $d2 = 0,10$ . Testes de sensibilidade realizados, mostraram a estabilidade dos resultados obtidos pelo uso destes parâmetros. A Figura 1 ilustra os resultados obtidos pelo emprego do método ELECTRE II.

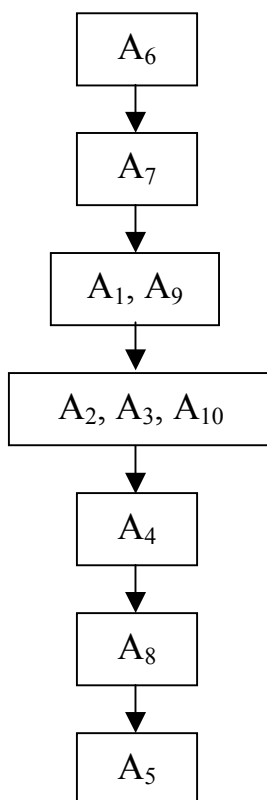


Figura 1: Ordenação obtida pelo ELECTRE II

## 5 – Comparação com a média ponderada

A Tabela 5 apresenta a ordenação final obtida caso se aplicasse a média ponderada, considerando os mesmos pesos dos critérios e os mesmos desempenhos dos animais. Esta Tabela também apresenta classificação obtida pelos animais ao se usar o Método ELECTRE II.

Ao se comparar os resultados obtidos, observa-se que ocorreram algumas inversões nas ordenações. A principal delas ocorre exatamente no ponto mais importante: a disputa do 1º lugar. Utilizando a média ponderada, o animal A7 seria o melhor classificado (1º lugar) e o animal A6 ficaria em 2º lugar. No entanto, ao se utilizar método ELECTRE II, o animal A6 fica classificado em 1º lugar, trocando de posição com o animal A7, que passa para o 2º lugar.

Este resultado indica que em algum(ns) dos critérios a diferença de desempenho entre o animal A7 e o A6 foi suficiente para conduzi-lo ao primeiro lugar (visão da média ponderada). No entanto, a alternativa A6 apresentou melhor desempenho na “maioria” dos critérios consideradas (cisão do Método ELECTRE II).

Neste ponto vale inserir uma observação elaborada por Costa (2000) a respeito das diferenças filosóficas entre os métodos baseados na utilidade aditiva (por exemplo: a média ponderada) e os métodos de superação ou subordinação (por exemplo: os métodos ELECTRE).

*“A diferença central entre o emprego da média ponderada e dos métodos de superação, pode ser melhor entendida ao se estabelecer uma analogia com o que acontece em uma partida de voleibol no confronto entre dois times: A e B. Se no primeiro “set” B ganha de A por 25 a 0; porém, nos demais três ‘sets’ A ganha de B por 25 a 20. Podemos ter duas análises:*

- Usar a média ponderada para obter o resultado final: Neste caso B seria o vencedor da partida por 85 a 75.
- Usar o número de 'sets' para definir o vencedor: Neste caso A seria o vencedor por 3 a 1. O princípio fundamental dos métodos de superação pode ser considerado semelhante a esta 2ª abordagem, se considerarmos que cada 'set' equivale a um dos critérios da análise multicritério.

Esta análise permite, inclusive, concluir que a escala de avaliação de desempenho em cada critério tem uma influência muito maior nos métodos de utilidade aditiva, como por exemplo, a média ponderada (COSTA, 2002).

Animal	Média ponderada	Ordenação	
		Média Ponderada	ELECTRE II
A1	7,68	3º	3º
A2	7,52	5º	4º
A3	6,78	9º	4º
A4	6,87	8º	5º
A5	6,60	10º	7º
A6	8,15	2º	1º
A7	8,55	1º	2º
A8	7,36	6º	6º
A9	7,63	4º	3º
A10	7,34	7º	4º

Tabela 5 – Classificação dos animais, considerando a média ponderada.

## 6 - Conclusões

Os métodos de análise multicritério no auxílio à tomada de decisão podem ser aplicados para julgamentos de animais uma vez que as avaliações são feitas por variáveis qualitativas. O método ELECTRE II permite a classificação dos animais de forma mais objetiva e transparente do que o sistema atual, apesar de possibilitar casos de empate. Nesses casos, a entidade deverá estabelecer novos critérios para desempate. Como sugestão, o critério de desempate poderia ser o valor do desempenho dos critérios mais importantes para a apuração da raça, a saber, o tronco e os membros anteriores. Uma outra possibilidade seria a aplicação das notas recebidas na avaliação do quesito marcha.

Como sugestões para trabalhos futuros, sugere-se o aprofundamento deste trabalho e a intercomparação dos resultados com aqueles obtidos por outros métodos de Análise Multicritério e, também, investigar a modelagem deste problema por outras técnicas de classificação e tratamento de incertezas – como redes neurais e lógica nebulosa.

## 7- Referências Bibliográficas

COSTA, H. G. **Introdução ao método de análise hierárquica**: análise multicritério no auxílio à decisão. Niterói, 104p. 2002.

FREITAS, A. L. P. **Emprego de Uma Abordagem Multicritério na Avaliação e Classificação da Qualidade de Serviços**. Dissertação de Mestrado, LEPROD/Engenharia de Produção/Universidade Estadual do Norte Fluminense, 1997.

**Escolha da raça.** <http://www.mundoequino.com.br/escolha.html>. Em: 25/05/2002.

GOMES, L. F. A. M.; MOREIRA, A. M. M. **Da informação à tomada de decisão:** agregando valor através dos métodos multicritério. RECITEC, Recife, v.2, n.2, p.117-139, 1998. Disponível em <http://www.fundaj.gov.br>. Em 10/06/2002.

LUCENA, L. de F. L. **A análise multicriterial na avaliação de impactos ambientais**. Disponível em: <http://www.race.ie.ufrj.br/eco/trabalhos/mesa3/7.doc>. Em 05/04/2002.

NAVES, R. C. **Julgamentos mais dinâmicos e objetivos**. Opinião. <http://www.abccmm.org.br/>. Em 22/04/2002.

SOUZA, M. A. A. de. Metodologia de analisis de decisiones para seleccionar alternativas de tratamiento y uso de aguas residuales. **Universidade de Brasília. Dpto de Ingeniería Civil. Brasília, 1997. Disponível em:**

**<http://www.cepis.ops-oms.org/eswww/proyecto/repidisc/publica/hdt/hdt068.html>. Em 21/06/2002.**

**Tabela de pontos.** <http://www.abccmm.org.br/regulamentos.asp>. Em 22/04/2002.