

MÉTODO MACBETH PARA RANQUEAMENTO DOS ESPORTES OLÍMPICOS: UMA ANÁLISE COMPLEMENTAR À ANÁLISE DE EFICIÊNCIA DEA

Juliana Benicio ^{a*}, João Carlos Soares de Mello ^a, Lívia Bragança ^a,
Vícius Guimarães ^a

^a *Universidade Federal Fluminense (UFF), Rio de Janeiro – RJ, Brasil*

Resumo

O objetivo deste trabalho foi realizar um ranking do desempenho das diferentes modalidades olímpicas em que o Brasil teve participação nos Jogos Olímpicos de Pequim, de forma a fornecer insumos para investidores direcionarem seus incentivos em esportes. Para isso, foi aplicado o método MACBETH como complementação a um estudo de análise de eficiência em DEA, de forma a avaliar se os métodos convergem para um mesmo resultado, o que resultaria em uma possível indiscriminalidade no uso dos dois métodos. Após aplicação e análise dos resultados gerados pelos métodos, foi possível concluir que apesar de não existir convergência entre os resultados dos dois métodos, existe uma complementaridade nos resultados; o que torna a análise de ambos pertinentes no sentido de agregar valor às decisões de investimento nos esportes olímpicos.

Palavras-chave: Jogos Olímpicos, DEA, MACBETH, ranking.

Abstract

The main objective of this article is to propose a ranking of Brazilian performance in different Olympic modalities that Brazil participated in Beijing 2008 Olympic Games. We investigate the way each sport earns medals in view of the numbers of athletes in the team and the investment done. That analysis is justified because investors need to focus their incentives in most efficient sports, but the efficiency analysis made with DEA is not adequate for rankings. For this reason is proposed, in that study, the use of MACBETH method to realize the ranking as a complementary analysis to DEA efficiency results. This article analyses if both methods converge their results, if it does, the methods could be used indiscriminately. After application and analyses of results generated to both methods, it possible conclude that, for this specific case, there isn't convergence between MACHBETH and DEA. Despite this, the methods can be considered complementary in the sense of adding value to possible investments decisions in Olympic sports.

Keywords: Olympic Games, DEA, MACBETH, ranking.

*Autor para correspondência: e-mail: juliana.benicio@hotmail.com

1. Introdução

Políticas públicas de apoio ao esporte são importantes ferramentas para o auxílio ao desenvolvimento de um país. Segundo o Ministério dos Esportes (2011) o esporte como forma educacional tem o poder de desenvolver integralmente o homem como ser autônomo, democrático e participante. Além disso, o esporte é importante ferramenta de lazer e de reafirmação da identidade nacional. O esporte tem de ser inserido para os alunos em sua iniciação, para que os mesmos tenham o incentivo de adorar o esporte, tendo esse que ser desenvolvido de forma ampla, envolvendo práticas de higienização educação e a parte cultural (Betti, 1998).

Visto isso, as políticas públicas não podem negligenciar seu potencial de atuação para auxiliar o desenvolvimento do esporte nacional, mas ao mesmo tempo, necessita de parâmetros que o conduzam à melhor ação a ser implementada, visto que os recursos são escassos e devem ser alocados eficientemente.

Os resultados em competição apresentados por um determinado esporte é um importante indicador de como a política esportiva está sendo conduzida nacionalmente. Nesse caso, sabe-se que quanto melhor os resultados obtidos em competições, maiores são as externalidades positivas advindas desta prática, em vista que esportes vitoriosos podem elevar a autoestima nacional e ampliar o número de futuros praticantes do esporte.

Dentre as competições esportivas, aquela que engloba o maior número de modalidades esportivas e que tem maior visibilidade em todo mundo é a Olimpíada. Por este motivo, o resultado advindo desta competição deve ganhar destaque entre os estudos na área. Como exemplo, pode-se citar autores como Li, Liang, Chen e Morita (2008) e Lins, Gomes, Soares de Mello *et al.* (2003) que têm se interessado pela investigação dos resultados dos Jogos Olímpicos em suas análises com enfoque matemático e econômico do setor.

A verificação dos esportes com melhores resultados, dada certa quantidade de recursos alocados inicialmente, pode ser feita por meio de uma análise dos resultados obtidos por meio da aplicação do modelo DEA (Data Envelopment Analysis). Tal análise foi feita no estudo de Lima e Bragança (2011). Os resultados obtidos neste estudo proporcionaram a análise de como os esportes olímpicos “produziram” medalhas em função da quantidade de investimento financeiro e de atletas participando da competição nos Jogos Olímpicos de Pequim, sendo seus resultados apresentados ao longo deste artigo. Tais resultados são válidos, tendo em vista a importância de se incentivar o esporte bem sucedido nas Olimpíadas, mas que também utiliza poucos recursos para a produção de medalhas.

Contudo, a eficiência de um esporte em gerar vencedores não deve ser apenas o único viés de análise para a tomada de decisão para o gestor público. O ranqueamento das equipes também é importante ferramenta de decisão para gestores públicos identificarem quais esportes devem receber incentivos. Como ressaltado por Talluri (2000), a DEA não é uma modelo indicado para o ranqueamento, dado que a eficiência obtida pode estar envolvida com um padrão de pesos irracional. Desta forma, o avanço da investigação dar-se-á no sentido de propor o uso do Método de Apoio Multicritério à Decisão MACBETH, visando produzir um ranqueamento baseado na avaliação de critérios ponderados segundo um especialista. Sendo assim, espera-se que os resultados encontrados com o MACBETH venham agregar valor aos resultados encontrados pelo DEA.

2. Objetivos e Metodologia do Estudo

O objetivo principal é realizar um *ranking* do desempenho das diferentes modalidades olímpicas em que o Brasil teve participação nos Jogos Olímpicos de Pequim em 2008, de forma a fornecer insumos para investidores direcionarem seus investimentos, público ou privados, em esportes.

Para tal, o presente artigo utiliza o Método Multicritério de Apoio à Decisão MACBETH para fornecer um ranqueamento, sob o ponto de vista do desempenho, das diferentes modalidades olímpicas, e realiza uma análise complementar aos resultados obtidos pelo cálculo das eficiências relativas proposto pela modelagem DEA. Para ambos os modelos, as mesmas variáveis foram utilizadas.

A conjugação dos 2 (dois) modelos permitirá a avaliação da convergência ou divergência entre eles, a partir da comparação dos resultados obtidos, fornecendo para os tomadores de decisão informações mais consistentes os desempenho alcançado pelos esportes. Tal estudo comparativo tem como objetivo identificar se esses métodos podem ser substitutos ou complementares na análise comparativa entre os resultados apresentados pelos esportes olímpicos.

3. Revisão Bibliográfica

3.1. Método Multicritério de Decisão – MACBETH

Apesar da diversidade de abordagens, métodos e técnicas de Apoio Multicritério à Decisão, os elementos básicos relacionam-se à maneira que as pessoas tomam uma decisão, levando em consideração múltiplos critérios, as correspondentes necessidades de avaliação e a coerente estruturação de situações complexas (Pinheiro, Souza Castro, 2008).

O método MACBETH (Measuring Attractiveness by a Categorical Based Evaluation Technique) foi utilizado com o objetivo de construir uma função de valor intracritério, atendendo ao julgamento do decisor, que atribuiu os pesos aos critérios analisados. Por meio da determinação dos pesos, essa função intracritério permitiu agregar diversos critérios de avaliação em um critério único.

Segundo Bana e Costa & Vansnick (1995) o método MACBETH determina uma escala de valor cardinal (Tabela 1), onde cada escala representa julgamentos de valor do

decisor e evitando eventuais inconsistências Essa escala é obtida a partir da comparação das alternativas, par a par, de forma a avaliar a diferença de atratividade entre os pares. Ou seja, dadas 2 alternativas, o decisor deve avaliar qual é a mais atrativa e qual é o grau dessa atratividade. O grau da atratividade é dado em uma escala semântica que possui uma correspondência com uma escala ordinal, sendo $C_k = 1, 2, 3, 4, 5, 6$. A escala obtida é normalizada e gera os valores dos pesos para as alternativas em avaliação.

Tabela 1: Graus de atratividade entre alternativas

Grau de Atratividade	Diferença de Atratividade	Escala Semântica
C_1	Muito Fraca	$C_1=[s_1,s_2]$ e $s_1=0$
C_2	Fraca	$C_2=]s_2,s_3]$
C_3	Moderada	$C_3=]s_3,s_4]$
C_4	Forte	$C_4=]s_4,s_5]$
C_5	Muito Forte	$C_5=]s_5,s_6]$
C_6	Extrema	$C_6=] s_6, +[$

O MACBETH é constituído por Problemas de Programação Linear (PPLs) sequenciais. O programa (Macbeth, 2013) implementa o método computacional faz a análise de consistência ordinal e a geração de uma escala cardinal, apontando possíveis inconsistências e formas alternativas de resolvê-la. O PPL sugere uma escala cardinal de valores para as alternativas e um intervalo de valores em que esta escala pode variar, sem tornar os PPLs sem solução.

Como a escala pode variar dentro de um intervalo definido pelos PPLs, é possível que o decisor ajuste graficamente os valores da escala sugerida de forma a representar mais acuradamente seus valores. Conforme Bana e Costa & Vansnick (1997), somente após estes ajustes do decisor é que a escala cardinal de valores é definida.

Sendo assim, MACBETH apresenta-se como uma abordagem interativa que requer apenas julgamentos qualitativos sobre as diferenças para ajudar um tomador de decisão ou de um grupo de decisão aconselhando quantificar a atratividade relativa de opções,

conforme visto em Madeira Junior e Belderrain, 2011 e Bortoluzzi, Ensslin e Ensslin (2013).. Ele emprega uma inicial, procedimento interativo questionamento que compara dois elementos de cada vez, pedindo apenas um juízo de preferência qualitativa. Como julgamentos são inseridos no software, ele automaticamente verifica a sua consistência. A escala numérica é gerada e é inteiramente coerente com todo o poder de decisão do julgamento. Através de um processo semelhante pesos são gerados por critérios.

3.2. *Data Envelopment Analysis – DEA*

O objetivo da modelagem DEA é avaliar a eficiência relativa de diferentes unidades produtivas tomadoras de decisão, chamadas DMU (*Decision Making Unit*). Segundo Angulo Meza et al (2005), a eficiência é um conceito relativo que compara, através da determinação de uma fronteira de produção, a produtividade de determinada DMU em relação à produtividade máxima que esta DMU poderia alcançar, sendo produtividade o quociente entre os produtos gerados (*outputs*) e os recursos alocados (*inputs*).

A avaliação da eficiência considerando múltiplos *inputs* e *outputs* é uma das principais vantagens da modelagem DEA. Outra característica relevante de DEA é a flexibilidade quanto à orientação de modelo para avaliar a eficiência de cada DMU. De acordo com o problema a ser resolvido, a modelagem pode ter 2 (duas) orientações possíveis: orientação a *input*, que busca a eficiência da DMU a partir da minimização dos seus *inputs* para gerar os mesmos *outputs*; ou a orientação *output*, que busca maximizar os *outputs*, com a aplicação dos mesmos *inputs*, usada neste estudo.

Para a determinação da fronteira de produção existem 2 (dois) modelos multidimensionais clássicos: CCR (ou CRS), apresentado originalmente por Charnes et al. (1978), e o modelo BCC (VRS), proposto por Banker et al. (1984). O modelo CCR é caracterizado por definir uma fronteira de produção linear por partes e por considerar

retornos constantes de escala. O modelo BCC, utilizado no presente artigo, não considera a proporcionalidade entre *inputs* e *outputs*, considerando os retornos variáveis de escala.

Para os modelos CCR e BCC, as eficiências das DMUs podem ser calculadas por meio de 2 (dois) métodos distintos: (1) Método dos Multiplicadores, que permite o cálculo das eficiências relativas e dos pesos ótimos para as variáveis; e (2) Método do Envelope, dual do Método dos Multiplicadores, que permite o cálculo das eficiências relativas, DMUs *benchmarking*, folgas e metas a serem alcançadas pelas DMUs.

Segundo Soares de Mello, Angulo Meza, Gomes e Neto et all (2005), a modelagem DEA tem a vantagem de definir ordenações sem a opinião dos decisores, diferente dos métodos de Multicritério de Apoio a Decisão, porém sua avaliação é extremamente benevolente, uma vez que o modelo permite que cada DMU escolha os pesos de cada variável (*inputs* e *outputs*) de forma a maximizar a sua eficiência.

Como mencionado anteriormente, o presente artigo usa, para o cálculo das eficiências, o modelo CCR (Método do Envelope) com orientação a *output*. Logo, o seguinte PPL (Problema de Programação Linear) é resolvido:

Max h_0

Sujeito a

$$\begin{aligned} x_{io} - \sum x_{ik}\lambda_k &\geq 0, i \\ -h_0y_{jo} + \sum y_{jk}\lambda_k &\geq 0, j \\ \sum \lambda_k &= 1 \\ \lambda_k &\geq 0, k \end{aligned} \tag{1}$$

Onde:

- 0 = DMU que está sendo observada
- h_0 = valor inverso da eficiência ($Eff = 1/h_0$)
- x_{io} = valor do *input* i da DMU observada

x_{ik} = valores dos *inputs* i da DMU k , sendo $i = 1, \dots, r$

y_{jk} = *outputs* j da DMU k , sendo $j = 1, \dots, s$

λ_k = representa a contribuição da DMU $_k$ para a projeção da DMU $_0$ na fronteira

4. Modelagem

4.1. Aplicação de DEA

Os resultados de DEA apresentados no presente artigo foram baseados na modelagem inicialmente proposta por Lima e Bragança (2011) em “Avaliação pela Metodologia DEA dos resultados do Brasil nas Olimpíadas de Pequim, 2008”. O objetivo deste estudo foi avaliar a eficiência de cada esporte olímpico e a conversão dos investimentos feitos em resultados, considerando cada uma das 23 (vinte e três) modalidades olímpicas em que o Brasil teve participação como uma DMU. Deste universo de 23 (vinte e três) modalidades olímpicas, os autores consideraram para o cálculo das eficiências somente 11 (onze) modalidades, pois as demais não chegaram a disputar medalhas.

A modelagem usada foi o BCC para o Método do Envelope, uma vez que a relação entre investimentos *versus* resultados obtidos não é linear. A orientação usada foi *output*, uma vez que o objetivo de um país nos Jogos Olímpicos é maximizar seus ganhos. As variáveis utilizadas foram:

Inputs

- N° de atletas/equipes por esporte
- Investimento público do Brasil por esporte, nos 02 anos que antecedem os Jogos de 2008
- N° de medalhas disponíveis por esporte

Outputs

- N° de medalhas de ouro
- N° de medalhas de prata
- N° de medalhas de bronze
- N° de disputas por medalha por esporte

No entanto, a partir da proposta de Lima e Bragança (2011), o presente artigo adapta o modelo original, tendo em vista a necessidade de realizar uma análise comparativa dos resultados dos métodos DEA e MACBETH diante de parâmetros mais afins.

Primeiramente, a variável de *input* “Nº de medalhas disponíveis por esporte” não foi considerada na modelagem DEA, uma vez que não seria aplicável como variável para o método MACBETH, por não ser uma variável de decisão para análise de preferências e sim um fator intrínseco à competição.

Em segundo lugar, utiliza-se a modelagem CCR ao invés da modelagem BCC proposta pelo artigo original. Essa escolha deu-se pelo fato que a modelagem CCR é mais discricionária, facilitando a identificação das fontes de eficiência (ou ineficiência). Para viabilizar o uso do CCR ao invés do BCC, as variáveis do *input* foram normalizadas. Essa normalização teve como objetivo reduzir a influência da escala de operação das unidades na medida de eficiência. Além disso, incluiu-se restrições aos pesos, tais que:

- Medalha de ouro é de igual importância ou maior que medalha de prata, onde $v_o \geq v_p$; $v_o - v_p \geq 0$.
- Medalha de prata é de igual importância ou maior que medalha de bronze, onde $v_p \geq v_b$; $v_p - v_b \geq 0$.
- Medalha de bronze é de igual importância ou maior que disputar uma partida que valha medalha, onde $v_b \geq v_d$; $v_b - v_d \geq 0$.
- A diferença entre ouro e prata é maior que entre prata e bronze que, por sua vez, é maior que a diferença entre bronze e disputa por medalha, onde $v_o - 2v_p + 2v_b - v_d \geq 0$.

Os dados para as variáveis de *inputs* e *outputs* para cada DMU são apresentados na tabela 2.

Tabela 2: Dados das Olimpíadas de Pequim (2008) para as variáveis

DMU (Modalidade Olímpica)	INPUT		OUTPUT			
	Nº de Atletas ou Equipe	Investimentos em R\$ MI (*10 ⁶)	Nº de disputas por medalha	Nº de medalhas de Ouro	Nº de medalhas de Prata	Nº de medalhas de Bronze
Atletismo	45	4,17	16	1	0	0
Handebol*	2	4,32	0	0	0	0
Desportos aquáticos	32	4,64	9	1	0	1
Vôlei	6	5,61	5	1	2	1
Hipismo	13	3,54	7	0	0	0
Judô	13	3,78	4	0	0	3
Basquete*	1	4,69	0	0	0	0
Vela	12	6,16	7	0	1	1
Ginástica	8	4,13	6	0	0	0
Remo*	4	3,57	0	0	0	0
Boxe*	6	2,20	0	0	0	0
Ciclismo	5	2,64	5	0	0	0
Tênis*	3	2,49	0	0	0	0
Tênis de mesa*	4	2,90	0	0	0	0
Taekwondo	3	1,37	2	0	0	1
Triatlo	3	2,10	3	0	0	0
Tiro esportivo*	2	2,74	0	0	0	0
Canoagem*	2	2,75	0	0	0	0
Esgrima*	2	1,22	0	0	0	0
Tiro com arco*	1	1,30	0	0	0	0
Levantamento de peso*	1	1,19	0	0	0	0
Lutas*	1	1,14	0	0	0	0
Pentatlo Moderno	1	1,29	1	0	0	0

*Esportes que não entraram no cálculo das eficiências

4.2. Modelagem do problema - Aplicação do MACBETH

Os critérios com o MACBETH foram os mesmos inputs e outputs considerados no modelo DEA, com algumas ressalvas destacadas a seguir. Os modelos usam os axiomas de Roy (Roy et Bouyssou, 1993) como critério básico de escolha dos critérios, a saber: exaustão, não redundância e coesão.

O input do modelo DEA “número de medalha disponíveis” não será considerado um critério, contudo seus dados serão utilizados como denominador dos índices representativos

dos critérios: número de disputas, número de medalhas de ouro, prata e bronze. Ou seja, os quatro critérios citados representarão uma razão entre seu valor bruto e o número de medalhas.

O investimento público não será considerado um critério. Esses dados considerados em uma avaliação custo x benefício, a ser realizado na última etapa da análise, na qual dividiremos o resultado encontrado pelo método Macbeth pelo valor do investimento correspondente de cada esporte. Desta forma, o resultado final a ser comparado com DEA será o índice custo-benefício gerado pela razão entre o resultado Macbeth e o investimento público total em 2 anos.

Feitas as considerações, os critérios a serem avaliados são:

- N0 de disputas por medalha/ Número de medalhas disponíveis – DM.
- N° de medalhas de ouro/ Número de medalhas disponíveis – MO.
- N° de medalhas de prata/ Número de medalhas disponíveis – MP.
- N° de medalhas de bronze/ Número de medalhas disponíveis – MB.

Desta forma, o país que conquistar medalha de ouro em futebol receberá o valor 1 no critério, tendo em vista que 1 medalha de ouro foi conquistada e 1 estava disponível. Por último, vale ressaltar que o estudo feito em DEA considerou como inputs o número de atletas/equipe por esporte e números de medalhas por esporte. Tais inputs não serão considerados como critérios neste estudo. O primeiro não será utilizado, pois pouco contribuiria em uma análise multicritério. O segundo acabou sendo utilizado indiretamente nos índices de medalhas conquistadas.

A matriz de julgamentos que expressa a relação de preferência par a par pelo decisor, que considerou o status quo como valor nulo para que a escala construída seja cardinal ou de razões (Bana e Costa, Ângulo Meza e Oliveira, 2013), pode ser verificada na tabela 3.

Tabela 3: Matriz de julgamentos de diferença de atratividade para os critérios

	MO	MP	MB	DM
MO		Forte	Muito forte	Muito forte
MP			Moderada	Forte
MB				Moderada
DP				

A matriz acima foi considerada consistente pelo método e o decisor racional. Os resultados encontrados pela aplicação do método estão na Tabela 3:

Tabela 4: Pesos gerados pela aplicação do MACBETH

Critérios	Medalhas de ouro	Medalhas de prata	Medalhas de bronze	Disputas por medalha
Peso	33.33	26.98	22.22	17.46

Como pode se observar tal estrutura de pesos privilegia a conquista de medalhas em detrimento da disputa por medalhas. Ou seja, valoriza as conquistas, apesar de considerar certa importância à disputa.

5. Resultados Obtidos

Com a aplicação dos pesos do MACBETH sendo aplicados aos dados da tabela 2 e gerando um índice final gerado pela média ponderada obtêm-se os resultados da Tabela 4. Destaca-se que os valores referência da tabela 2 foram trabalhados de forma que os critérios avaliados foram todos divididos pelo número de medalhas disponíveis. É possível observar a existência de uma correlação negativa entre os resultados da aplicação dos (2) dois métodos, conforme pode-se observar a partir da ordenação gerada por cada um destes. A título de exemplo, 5 das 6 modalidades melhor ranqueadas com a metodologia DEA: Vela, Hipismo, Judô, Atletismo e Desportos Aquáticos, foram as piores na relação Macbeth / Investimento.

PESQUISA OPERACIONAL PARA O DESENVOLVIMENTO

Tabela 5: Comparação entre os resultados gerados pelo MACBETH e DEA

Modalidade Olímpica	Resultado Macbeth	Macbeth / Investimento	Resultado DEA	Ordenação Macbeth / Investimento	Ordenação DEA
<i>Taekwondo</i>	0,190	0,139	1,000	<i>1</i>	<i>1</i>
<i>Pentatlo Moderno</i>	0,175	0,135	1,000	<i>2</i>	<i>1</i>
<i>Triatlo</i>	0,175	0,083	0,486	<i>3</i>	<i>2</i>
<i>Ciclismo</i>	0,175	0,066	0,337	<i>4</i>	<i>3</i>
<i>Vôlei</i>	0,328	0,058	1,000	<i>5</i>	<i>1</i>
<i>Ginástica</i>	0,150	0,036	0,182	<i>6</i>	<i>8</i>
<i>Vela</i>	0,214	0,035	0,275	<i>7</i>	<i>4</i>
<i>Hipismo</i>	0,122	0,035	0,163	<i>8</i>	<i>9</i>
<i>Judô</i>	0,105	0,028	0,251	<i>9</i>	<i>5</i>
<i>Atletismo</i>	0,080	0,019	0,219	<i>10</i>	<i>7</i>
<i>Desportos aquáticos</i>	0,066	0,014	0,224	<i>11</i>	<i>6</i>
<i>Basquete*</i>	0,000	0,000	NA	12	NA
<i>Handebol*</i>	0,000	0,000	NA	12	NA
<i>Remo*</i>	0,000	0,000	NA	12	NA
<i>Tênis de mesa*</i>	0,000	0,000	NA	12	NA
<i>Canoagem*</i>	0,000	0,000	NA	12	NA
<i>Tiro esportivo*</i>	0,000	0,000	NA	12	NA
<i>Tênis*</i>	0,000	0,000	NA	12	NA
<i>Boxe*</i>	0,000	0,000	NA	12	NA
<i>Tiro com arco*</i>	0,000	0,000	NA	12	NA
<i>Esgrima*</i>	0,000	0,000	NA	12	NA
<i>Levantamento de peso*</i>	0,000	0,000	NA	12	NA
<i>Lutas*</i>	0,000	0,000	NA	12	NA

Os gráficos das Figuras 1 e 2 refletem os valores apresentados na tabela 4 e confirma que não há convergência entre os métodos para a aplicação no presente estudo.

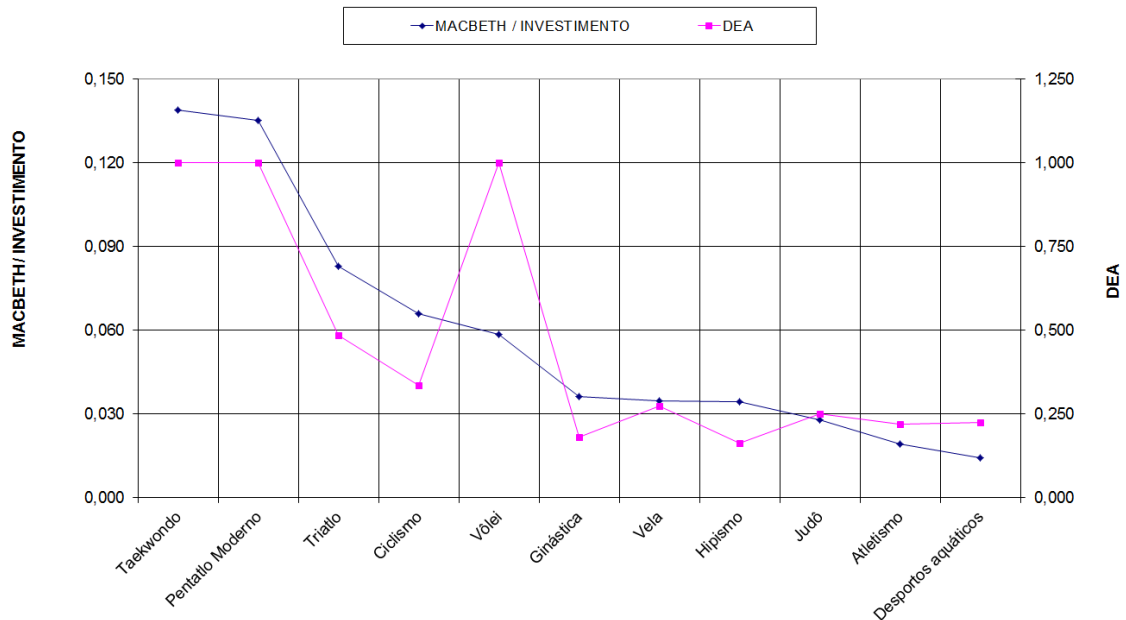


Figura 1: Comparação entre os resultados gerados pelo MACBETH e DEA (ordenados pela eficiência DEA)

A Figura 1, exibe uma tendência de resultados confluentes entre os 2 métodos utilizados. Percebe-se que as áreas que distanciam os resultados têm poucas variações, salvo pelo resultado de vôlei; esporte que mais distanciamento de resultado foi apresentado.

Vale ressaltar que o objetivo da Figura 1 não é relacionar as eficiências encontradas em DEA com os valores da função aditiva de MACBETH. A finalidade deste é mostrar a divergência dos resultados encontrados.

A Figura 2 apresenta a diferença entre as ordenações geradas pelos 2 métodos. A linha vermelha indica os pontos onde os 2 métodos apresentariam o mesmo resultado na ordenação.

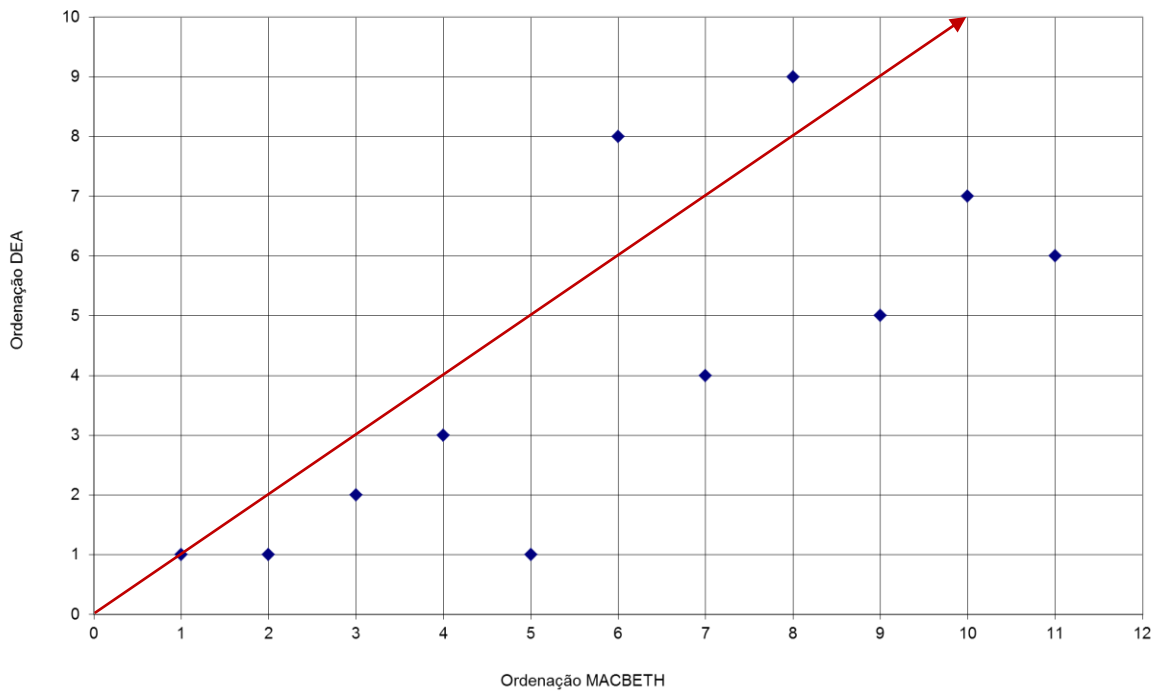


Figura 2 Comparação entre a ordenação gerados pelo MACBETH e DEA

Na Figura 2, observa-se que, de forma geral, os resultados se aproximam da seta vermelha, o que indica uma proximidade nos resultados apresentados.

6. Conclusões

A partir dos resultados apresentados, foi possível verificar a existência de uma correlação de resultados entre os métodos DEA e MACBETH para avaliação do desempenho dos esportes em jogos olímpicos. Isso se explica pelo fato que quando os especialistas ponderam critérios relevantes para se analisar os resultados dos jogos olímpicos dos diversos esportes olímpicos no Brasil, eles geram um ranking entre os esportes que se assemelha ao resultado de eficiência gerado por DEA. Ou seja, a valoração de cada critério feita no Método MACBETH gera resultados, que ponderados pelo volume investido; vai de encontro à capacidade das DMUs serem eficientes na produção de medalhas, dado o volume de investimento e o número de atletas disponibilizados para a disputa.

A racionalidade do decisor, que produziu um ranking para os esportes olímpicos que foram suportados pela análise de eficiência feita por DEA, é ponto positivo a ser agregado à possíveis aplicações do método MACBETH, visto que o ranking produzido por ele é mais assertivo na ordenação que DEA.

Desta forma, o objetivo central do artigo foi alcançado, uma vez que propunha avaliar o relacionamento entre os resultados objetivos com a aplicação dos 2 (dois) métodos.

Como futuro estudo propõe-se a verificação se a convergência de resultados dar-se-á quando a mesma metodologia é aplicada a outros países ou a resultados de outros anos.

Referências

- Angulo-Meza, L.; Biondi Neto, L.; Soares de Mello, J. C. C. B. and Gomes, E. G. (2005), “ISYDS - Integrated System for Decision Support (SIAD Sistema Integrado de Apoio a Decisão): A Software Package for Data Envelopment Analysis Model”, *Pesquisa Operacional*, Vol. 25, No. 3, pp. 493-503.
- Bana e Costa, C.A., Ângulo-Meza, L., Oliveira, M. (2013). O método Macbeth e Aplicação no Brasil. *Engevista*, Vol.15, No.1, pp.3-27.
- Bana e Costa, C.A. & Vansnick, J.C. (1995). Uma nova abordagem ao problema da construção de uma função de valor cardinal: MACBETH. *Investigação Operacional*, 15, 15-35.
- Bana e Costa, C.A. & Vansnick, J.C. (1997). Thoughts on a theoretical framework for measuring attractiveness by categorical based evaluation technique (MACBETH). In: *Multicriteria Analysis* [edited by Clímaco, J.], Springer-Verlag.
- Betti, M. A janela de vidro: Esporte, televisão e educação física. Campinas, SP: Papirus, 1998 (Coleção Fazer / lazer).
- Bortoluzzi, S. C. ; Ensslin, S. R.; Ensslin, L. Modelo multicritério para apoiar decisões relacionadas ao desempenho da área de mercado de uma empresa de informática. *Produção Online*, v. 13, n. 1, 2013.
- Li, Y.; Liang, L.; Chen, Y.; Morita, H. (2008). Models for measuring and benchmarking Olympics achievements. *Omega – International Journal of Management Science*. 36 (6), 933-940.
- Lima, A.; Bragança, L. (2011). Avaliação pela metodologia DEA dos resultados do Brasil nas Olimpíadas de Pequim, 2008. Relatório de pesquisa do grupo de apoio à decisão da UFF.
- Lins, M. P.; Gomes, E.; Soares de Mello, J. C.; Soares de Mello, A. J. (2003). Olympic ranking based on a zero sum gains DEA model. *European Journal of Operational Research*. 148 (2), 312-322.

MacBeth. Disponível em <<http://www.m-macbeth.com/en/m-home.html>>. Acesso em 19 de março de 2013.

Madeira Junior, A. G. ; Gonçalves, T. J. M. ; Belderrain, M. C. N. MACBETH Aplicado ao Cálculo da Pena Base do Direito Penal Militar. INGEPRO: Inovação, Gestão e Produção, v. 3, p. 56-66, 2011.

Ministério dos Esportes. Disponível em <<http://www.esporte.gov.br/>>. Acesso em 12 de julho de 2011.

Pinheiro, P.; Souza, G.; Castro, A.K. (2008). Estruturação do problema multicritério para produção de jornal. Pesquisa Operacional, vol.28, no.2, Maio/Agosto. Rio de Janeiro.

Roy, B. (1985). Méthodologie multicritère d'aide à la décision. Economica, Paris.

Saaty, T. (1980). Decision making with the analytic hierarchy process. International Journal Services Sciences, Vol. 1, No. 1.

Silva Filho, S.; Tejerina, L.; Malheiros, N. (2009). Metodologia de ranqueamento de tecnologias desenvolvidas em laboratórios científicos: Segundo sua viabilidade de transferência do meio acadêmico ao mercado através de spin-offs. XIX Seminário Nacional de Parques Tecnológicos e Incubadoras de Empresas, Florianópolis (SC).

Soares de Mello, J. C.; Lins, M. P.; Gomes, E. (2001). O Uso de Análise Envoltória dos Dados e Auxílio Multicritério à decisão na análise dos resultados das Olimpíadas de 2000. Disponível em http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2001_TR62_0711.pdf. Acesso em 13 de julho de 2011.

Soares de Mello, J.C.; Gomes, E.; Mangabeira, J.A. (2008). Índice Multicritério de Bem Estar Social Rural em um Município da Região Amazônica. Pesquisa Operacional, vol. 28, no.1, pg. 141-160.

Talluri, Srinivas (2000). Data Envelopment Analysis: Models and Extensions. Production Operational Manangement, Decision Line, pg 8-11.