

ANÁLISE DE UMA EFICIÊNCIA DAS CIDADES-SEDE DOS JOGOS OLÍMPICOS NO PERÍODO DE 1992-2016: UMA APLICAÇÃO DO MODELO DE ANÁLISE ENVOLTÓRIA DE DADOS (DEA)

Paula Guimarães

Universidade Federal Fluminense
Rua Passo da Pátria, 156, sala 447 Bloco E, São Domingos, Niterói – RJ CEP 24.210-240
paulasguima@yahoo.com.br

Níssia Carvalho Rosa Bergiante

Universidade Federal Fluminense
Rua Passo da Pátria, 156, sala 447 Bloco E, São Domingos, Niterói – RJ CEP 24.210-240
nissiabergiante@id.uff.br

Ana Luiza Andrade Novo

Universidade Federal Fluminense
Rua Passo da Pátria, 156, sala 447 Bloco E, São Domingos, Niterói – RJ CEP 24.210-240
analuiza.anovo@gmail.com

RESUMO

A idéia principal dos Jogos Olímpicos é criar uma atmosfera de solidariedade global. No entanto, por trás disto existe um plano financeiro aplicado para as cidades-sede com o intuito de suportar impactos gerados pelos Jogos. Como resultado, espera-se um incremento no número de visitantes proporcionando um retorno financeiro de serviços relacionados ao turismo, além da receita gerada pelos próprios Jogos. Neste contexto, este estudo busca avaliar a eficiência de cidades-sede utilizando DEA. Como *input* foi escolhido o investimento total, e como *outputs*, foram incluídos os visitantes (modo aéreo), capacidade de hotéis, e as receitas do jogo.

PALAVRAS CHAVE. Jogos Olímpicos, DEA, Investimentos.

Área principal (DEA – Análise Envoltória de Dados)

ABSTRACT

The main idea of the Olympic Games is to create an atmosphere of global solidarity. However, behind it there is a financial plan applied to the host cities to support generated impacts. As a result is expected an increment in the number of visitors providing a financial return from services related to tourism, in addition to the revenue generated by the games themselves. In this context, this study aims to evaluate the efficiency of the last five host cities using DEA. As input we chose the total investments and for outputs we included visitors (by plane), hotels capacity, and Game's revenue.

KEYWORDS. Olympic Games. DEA. Investments.

Main area (DEA – Data Envelopment Analysis)

1. Introdução

Desde o seu ressurgimento na Era Moderna, com o passar dos anos, os Jogos Olímpicos deixaram de ser um evento meramente esportivo e cultural e começaram a ganhar visibilidade e importância econômica, social e política. A cada ano em que a Comissão Julgadora elege uma cidade para organizar as próximas Olimpíadas, a competição entre as cidades competidoras é mais acirrada, pois ser sede do evento se tornou uma estratégia para a cidade e o governo de cada nação para valorizar a sua imagem. Rivenburgh (2004).

Rivenburgh (2004) também afirma que a complexidade logística em organizar um evento de grande porte como as Olimpíadas mostra o grau de modernidade da cidade-sede. Como mostram estudos realizados pelo COI, os Jogos Olímpicos são vistos internacionalmente como o maior evento esportivo mundial associado a altos padrões de excelência, cooperação internacional, paz e orgulho nacional. COI (1998) A melhoria na infraestrutura local para o preparatório para os Jogos são usados para atrair financiamentos domésticos e estrangeiros além de incrementar o turismo da cidade. Através dessa condição, o prestígio e a reputação da cidade também sobem, aumentando a receita gerada pelo evento.

No entanto, Deutsch et al. (1965) explicam que as chances de sucesso ao organizar os Jogos equiparam-se à probabilidade da cidade arcar com prejuízos. Um elemento desse risco é a dependência que a cidade-sede tem de estar alinhada aos caprichos da rede de mídia global para poder projetar a imagem que deseja apresentar para o mundo. Outro problema é que com o passar dos anos se torna cada vez mais custoso planejar e sediar o evento, sendo maior o desafio de gerar lucro para a cidade.

Nesse contexto, a proposta do presente estudo é fazer uma análise comparativa das eficiências alcançadas na realização das Olimpíadas em suas respectivas cidades-sede, desde os Jogos de 1992, de modo a identificar qual cidade foi parâmetro em eficiência na organização e quais foram as razões para isso, além de entender os motivos levaram as outras cidades a não alcançarem o nível da cidade *benchmark*.

Para atingir este objetivo, primeiramente foram buscadas todas as informações necessárias referentes às cidades que sediaram o evento nas últimas cinco Olimpíadas [Pequim (2008), Atenas (2004), Sidney (2000), Atlanta (1996)], além dos dados previstos sobre os Jogos de Londres, que serão realizados em 2012, e sobre o Rio de Janeiro, gerando uma base consistente para análise e obtenção de resultados confiáveis.

Os dados levantados foram referentes às seguintes variáveis: investimentos aplicados na organização dos Jogos, receita gerada por cada edição do evento, demanda incremental para a cidade no ano da Olimpíada e capacidade hoteleira, definida aqui como número de quartos disponíveis na cidade.

Dessa forma, a metodologia escolhida para ser aplicada nesse estudo foi a Análise Envoltória de Dados (DEA), que é utilizada para comparar um grupo de unidades tomadoras de decisão (DMU) e eleger a DMU mais eficiente.

2. Olimpíadas

As Olimpíadas surgiram na Grécia Antiga, através de deuses e outros personagens que incorporam sua rica mitologia. As referências concretas, arqueológicas e históricas, que explicam a origem dos Jogos começaram a aparecer por volta do século VII a.C., devido ao encontro que ocorreu entre Cleóstenes de Pisa, Ífito de Elis e Licurgo de Esparta, as cidades-estados mais importantes da Grécia, no vale Olímpia. Essas cidades, que estavam em guerra, encontraram-se para selar um tratado de trégua que foi celebrada pela realização dos Jogos entre as três cidades, estendendo-se para todo o país ao longo dos anos. Colli (2004)

Colli (2004) também afirma que a primeira edição dos Jogos Olímpicos da era moderna ocorreu em 1896, em Atenas, através da formação do Comitê Olímpico Internacional (COI). O COI foi criado por Pierrri de Fredi, ou como ficou conhecido, Barão de Coubertin, o principal responsável pela restauração dos Jogos, que desde então começaram a ocorrer de quatro em quatro anos até os dias de hoje.

Segundo Proni (2008), as Olimpíadas modernas cresceram de tamanho e importância, fato comprovado pelo aumento para concebidas como um evento singular no calendário esportivo mundial. Tal crescimento é atribuído a diversos fatores, como o aumento do número de países participantes na seleção, as novas modalidades que foram surgindo – e as mais ultrapassadas sendo excluídas do evento – além do preparo e competição mais acirrada que existe entre os mais diversos atletas que surgem pelo mundo em busca da medalha.

3. Análise envoltória de dados (DEA)

De acordo com Caillaux *et al.* (2005) o DEA busca calcular uma fronteira de eficiência a partir da otimização de cada observação individual. Andrade *et al.* (2009) relata que o método consiste na relação comparada de entradas (*inputs*) e saídas (*outputs*) das diferentes DMU e que a eficiência relativa é calculada a partir da razão entre a soma ponderada de seus produtos pela soma ponderada de seus insumos. Tais pesos são calculados de modo a maximizar a eficiência de cada DMU com relação ao conjunto de DMU em análise por meio da programação linear.

De acordo com Ray (2004) DEA é um método não paramétrico de medir a eficiência de uma DMU inicialmente introduzido na literatura de pesquisa operacional por Charnes, Cooper, and Rhodes (CCR). O modelo original de CCR era aplicável apenas a tecnologias caracterizadas por retornos constantes de escala global. Um grande passo dado por Banker, Charnes, and Cooper (BCC) foi o alargamento do modelo CCR para comportar tecnologias que exibissem retornos de escala variáveis. Um grande número de pesquisadores constituiu grande volume de estudos em torno dos modelos CCR-BCC nos anos seguintes, e fez com que o DEA emergisse como uma alternativa válida para a análise de regressão para a medição da eficiência.

De acordo com Coelli (1998), a Análise por Envoltória de Dados pode apresentar duas orientações, sendo uma orientada para maximização de produtos (*outputs*) e outra orientada para minimização de insumos (*inputs*). Vilela (2004)

O modelo dos multiplicadores do BCC com orientação a *input* é apresentado na equação a seguir:

$$\text{Max } h_0 = \sum_{j=1}^s u_j y_{j0} + u^*$$

Sujeito a

$$\sum_{i=1}^m v_i x_{i0} = 1$$

$$\sum_{i=1}^m v_i x_{ik} - \sum_{r=1}^s u_r y_{rk} + u^* \leq 0, \forall k$$

$$u_j, v_i \geq 0, \forall j, i$$

$$u^* \in R$$

Equação 1: Modelos dos Multiplicadores com orientação a *input* - BCC

Fonte: Gomes *et al.* (2005)

Já o modelo BCC envelope é apresentado na equação a seguir:

$$\text{Min } h_0$$

Sujeito a

$$h_0 x_i^0 - \sum_{k=1}^n x_{ik} \lambda_k \geq 0, \forall i$$

$$-y_{jo}y_j^0 + \sum_{k=1}^n y_{jk} \lambda_k \geq 0, \forall i$$

$$\sum_{k=1}^n \lambda_k = 1$$

$$\lambda_k \geq 0, \forall k$$

Equação 2: Modelo do Envelope com orientação a input - BCC
Fonte: Gomes et al. (2005)

Em ambas as formulações h_o é a eficiência da DMU o em análise; x_{io} e y_{jo} são os *inputs* e *outputs* da DMU o . v_i e u_j são os pesos calculados pelo modelo para *inputs* e *outputs*, respectivamente; u^* é interpretado como fator de escala e λ representa a contribuição da DMU k na formação do alvo da DMU o . Gomes et al. (2005)

A fronteira invertida, método de discriminação em DEA, realiza a inversão entre *inputs* e *outputs* formando uma fronteira de ineficiência. Este método serve para identificar as DMU que apresentam alta eficiência pela fronteira de eficiência, porém apresentam alta ineficiência na fronteira invertida. As DMU consideradas ineficientes por este método são aquelas que se apresentam resultados ruins para as variáveis em que são pouco eficientes. Maia et al. (2003)

O uso dessa fronteira invertida e da sua ineficiência é explicado pela construção de um índice chamado de eficiência composta que relaciona a eficiência da fronteira padrão com a fronteira invertida. Isto através de uma média aritmética entre a eficiência padrão e a ineficiência da fronteira invertida, ou seja, $1 - \text{ineficiência da fronteira invertida}$, resultando na eficiência composta. A eficiência composta também pode ser normalizada através da divisão de todas as eficiências compostas pela maior delas. Angulo-Meza et al (2007)

4. Modelagem

Como foi mencionado previamente, foi necessária a obtenção dos dados de valores de investimentos aplicados e receitas geradas em cada cidade que sediou a Olimpíada além dos estimados para os próximos dois eventos. Como as fontes de consulta a esses valores eram de diversos estudos de diferentes países, os valores foram encontrados em moedas divergentes. Além disso, os números encontrados são os divulgados na época da realização de cada Olimpíada, o que significa que estão desatualizados, o investimento de anos atrás não é equivalente ao que ele valeria hoje devido à inflação.

Com isso, foi realizada uma correção monetária, na qual foi utilizado o índice de inflação do país para buscar seu valor no futuro. Simonsen (1990) Como a maioria dos investimentos foi apresentada em dólar, será utilizado o índice de inflação dos Estados Unidos – o Consumer Price Index (CPI) - para fazer a correção monetária. O investimento de Atenas será convertido para o dólar vigente da época em que se realizou a Olimpíada (1996) para que todos os valores sejam corrigidos usando o índice de inflação de um mesmo país.

Para a realização da correção monetária, adotou-se a calculadora de correção pelo CPI disponibilizada pelo site americano Bureau Labor Statistics (BLS) (http://www.bls.gov/data/inflation_calculator.htm), responsável pela divulgação dos índices de inflação periódicos dos Estados Unidos.

A calculadora em questão utiliza-se de uma série histórica de índices de preços, emitidos desde 1980 até o mês atual. A fórmula que rege o seu funcionamento é a seguinte:

$$\text{Preço}_{\text{atual}} = \frac{\text{CPI}_{\text{atual}}}{\text{CPI}_i} \times \text{Preço}_i$$

Equação 3: Correção de valores
Fonte: US Inflation Calculator

Sendo Preço_{atual} o valor corrigido para a data atual, Preço_i o valor do ano i a ser corrigido, CPI_{atual} a média dos índices de preços mensais do ano atual, e CPI_i a média dos índices de preços mensais do ano i.

Através da correção, foi possível encontrar os seguintes valores corrigidos para os investimentos:

Cidade	Ano	Investimento	Valor Corrigido	Valor Convertido
Barcelona	1992	\$ 9.376.219.000,00	\$ 15.162.943.000,35	R\$ 26.862.669.819,42
Atlanta	1996	\$ 2.000.000.000,00	\$ 2.886.182.280,00	R\$ 5.113.160.527,25
Sidney	2000	\$ 8.000.000.000,00	\$ 10.518.977.930,00	R\$ 18.635.421.300,79
Atenas	2004	\$ 10.043.000.000,00	\$ 12.037.830.100,00	R\$ 21.326.219.805,16
Pequim	2008	\$ 42.000.000.000,00	\$ 44.168.831.800,00	R\$ 78.249.502.416,88

Tabela 1: Investimentos corrigidos

Fontes: Brunet (2005), Malfas et al., (2004), Uvinha (2009), China Today (2011), Uvinha (2009), BBC Sport (2005), Controladoria Geral da União (2011)
(última atualização: 20/11/2011)

Nota: A correção dos investimentos deveria se dar na época em que cada investimento foi aplicado. No entanto, por inviabilidade de trazer todas as informações dos períodos em que ocorreu cada uma das aplicações, a correção monetária se limita ao ano em que ocorreu de fato a Olimpíada.

Já as receitas corrigidas foram as seguintes:

Cidade	Ano	Receita	Valor Corrigido	Valor Convertido
Barcelona	1992	\$ 1.273.990.000,00	\$ 2.056.009.190,00	R\$ 3.642.425.881,00
Atlanta	1996	\$ 1.829.150.000,00	\$ 2.639.630.160,00	R\$ 4.676.368.791,46
Sidney	2000	\$ 1.886.000.000,00	\$ 2.479.849.050,00	R\$ 4.393.300.576,98
Atenas	2004	\$ 1.875.700.000,00	\$ 2.248.268.240,00	R\$ 3.983.032.013,98
Pequim	2008	\$ 2.000.000.000,00	\$ 2.103.277.710,00	R\$ 3.726.166.791,04

Tabela 2: Receitas corrigidas
(última atualização: 20/11/2011)

Fontes: Rodrigues et al. (2008), Xinhua (2011), Blake (2005), Baker & McKenzie (2009)

Por este ser um estudo referente principalmente à eficiência de investimentos da cidade do Rio de Janeiro, tomou-se como parâmetro a utilização do Real como moeda padrão dos valores para a aplicação do modelo.

Dessa forma, utilizando as taxas de câmbio disponibilizadas pelo Banco Central, pôde-se converter os valores corrigidos, assim os valores estimados para Londres e Rio para o real atual:

Cidade	Ano	Investimento	Receita
Barcelona	1992	R\$ 26.862.669.819,42	R\$ 3.642.425.881,00
Atlanta	1996	R\$ 5.113.160.527,25	R\$ 4.676.368.791,46
Sidney	2000	R\$ 18.635.421.300,79	R\$ 4.393.300.576,98
Atenas	2004	R\$ 21.326.219.805,16	R\$ 3.983.032.013,98
Pequim	2008	R\$ 78.249.502.416,88	R\$ 3.726.166.791,04
Londres	2012	R\$ 35.432.000.000,00	R\$ 3.834.250.711,20

Rio de Janeiro 2016 R\$ 12.518.000.000,00 R\$ 2.171.981.600,00

Tabela 3: Valores de receita e investimento finais

Fontes: Brunet (2005), Malfas et al., (2004), Uvinha (2009), China Today (2011), Uvinha (2009), BBC Sport (2005), Controladoria Geral da União (2011), Rodrigues et al. (2008), Xinhua (2011), Blake (2005), Baker & McKenzie (2009)

Com relação às outras variáveis utilizadas na modelagem, encontram-se estas a seguir.

A capacidade hoteleira foi uma variável escolhida com a finalidade de representar o desenvolvimento da infraestrutura das cidades-sede devido à ocorrência dos Jogos.

Essa variável é tratada como um *output* do modelo e seu *driver* de cálculo consiste no número de quartos disponibilizados para o atendimento da demanda de visitantes na época dos jogos, sendo considerados quartos de hotéis, albergues, transatlânticos e vilas olímpicas.

Segue a tabela com o número de quartos disponíveis para cada uma das cidades-sede analisadas:

	Variável	Capacidade Hoteleira
DMU	Barcelona (1992)	13.352
	Atlanta (1996)	60.000
	Sidney (2000)	27.865
	Atenas (2004)	30.000
	Pequim (2008)	290.000
	Londres (2012)	135.000
	Rio (2016)	49.570

Tabela 4: Capacidade hoteleira das cidades-sede

Fonte: Duran (2002), The New Georgia Encyclopedia (2006), Trewin (2001), Hellenic Republic Embassy of Greece (2004), Department of Way Network (2011), BBC Sport (2005), Revista EXAME (2009)

A variável Número de Visitantes representa o incremento de turistas que chegaram às cidades-sede por modo aéreo no ano de vigência dos Jogos.

Ela será utilizada como *output* do modelo e seu *driver* de cálculo consiste na diferença entre a movimentação de passageiros em aeroportos internacionais das cidades-sede no ano vigente das Olimpíadas e a movimentação de passageiros em aeroportos no ano anterior às Olimpíadas.

Este *driver* foi calculado em função dos aeroportos devido à alta confiabilidade apresentada pelas fontes desses dados até o período das Olimpíadas de Pequim em 2008. Os dados para Londres (2012) e Rio (2016) foram calculados baseados em projeções encontradas ao longo da pesquisa.

Para Londres foram utilizadas as projeções realizadas para o Reino Unido, uma vez que o aeroporto de Heathrow Londres é quarto aeroporto mais movimentado do mundo e o mais movimentado do Reino Unido de acordo com International Business Times (2011) e, além disso, os outros países do Reino Unido se encontram aos arredores de Londres, e, no caso do Brasil, foi aplicada uma taxa de crescimento de 6% do ano de 2014 para o ano de 2016. Giambiagi et al. (2010)

Segue a tabela com o número de visitantes de cada cidade-sede:

	Variável	Número de Visitantes
DMU	Barcelona (1992)	974.669
	Atlanta (1996)	2.699.608

Sidney (2000)	1.800.000
Atenas (2004)	1.400.000
Pequim (2008)	2.353.625
Londres (2012)	9.780.000
Rio (2016)	1.364.000

Tabela 5: Número de visitantes em cada cidade-sede

Fontes: Duran (2002), DeCosta (2000), Sidney Airport (2011), Odoni (2007), Airports Council International (2011), Travel Daily News (2011), Núcleo de Estudos Tecnologia Gestão e Logística (2011)

Foi realizada a normalização de todas as variáveis para utilização na etapa de seleção de variáveis e na execução do modelo DEA.

A tabela normalizada encontra-se a seguir:

	Variável	Capacidade Hoteleira	Número de Visitantes	Investimentos Olímpicos	Receitas
DMU	Barcelona (1992)	0,046041379	0,099659407	0,343295088	0,778900477
	Atlanta (1996)	0,206896552	0,276033538	0,06534432	1
	Sidney (2000)	0,096086207	0,18404908	0,238153863	0,939468372
	Atenas (2004)	0,103448276	0,143149284	0,272541283	0,851736078
	Pequim (2008)	1	0,240656953	1	0,796807728
	Londres (2012)	0,465517241	1	0,452807991	0,819920516
	Rio (2016)	0,170931034	0,139468303	0,159975458	0,464459006

Tabela 6: Tabela com dados normalizados

A partir destes dados obtidos, para realizar a análise proposta, foi utilizado o software Sistema Integrado de Apoio a Decisão (SIAD), Angulo-Meza et al. (2005), que apresenta as eficiências das DMU e indica aquelas que são *benchmark*.

Para o presente estudo o modelo BCC porque o aumento ou a redução de um *input* não gera necessariamente um aumento ou redução proporcional nos *outputs*. Ou seja, um aumento no investimento realizado na cidade sede não gera um aumento proporcional no número de visitantes, na capacidade hoteleira ou nas receitas.

Quanto à orientação, foi escolhida a orientação à minimização de *inputs*, pois o modelo do estudo busca responder qual redução pode ocorrer nos *inputs* mantendo o nível dos *outputs* constante.

5. Resultados

A partir do modelo BCC orientado a *input* foi gerada a seguinte tabela como resultado:

DMU	Eficiência Clássica	Classificação
Barcelona	0,190344	7°
Atlanta	1	1°
Sidney	0,274379	5°

Atenas	0,239759	6°
Pequim	1	1°
Londres	1	1°
Rio	0,408465	4°

Tabela 7: Resultado do modelo - Eficiência Clássica

É possível identificar que as DMU que apresentaram as maiores eficiências foram Atlanta, Londres e Pequim, que estão dispostas na fronteira de eficiência, ou seja, apresentam 100% de eficiência, e não apresentam nenhuma ineficiência no uso de qualquer *input* ou *output*.

Através do SIAD também foram verificadas as DMU que são *benchmark* para as demais, sendo estas Atlanta e Pequim. A relação dessas DMU *benchmark* com as demais DMU encontra-se na tabela a seguir:

DMU	Benchmark
Barcelona	Atlanta
Atlanta	Atlanta
Sidney	Atlanta
Atenas	Atlanta
Pequim	Pequim
Londres	Londres
Rio	Atlanta

Tabela 8: Identificação de *benchmarks*

Pela óptica da fronteira invertida, que se baseia na inversão de *inputs* e *outputs* e se busca atribuir maiores pesos para as variáveis menos eficientes de cada DMU, foi calculada no SIAD a eficiência invertida, isto com o intuito de encontrar o índice de ineficiência de cada DMU. Essa fronteira invertida tem como objetivo identificar as DMU que apresentam uma falsa eficiência. Temos os seguintes resultados:

DMU	Fronteira Invertida
Barcelona	1
Atlanta	0,143921
Sidney	0,63046
Atenas	0,711942
Pequim	1
Londres	0,716398
Rio	0,372669

Tabela 9: Resultados da Fronteira Invertida

A partir desses resultados pode-se concluir que apesar de Pequim apresentar um dos maiores índices de eficiência, esta DMU também apresenta elevado índice de ineficiência, ou seja, apresenta um desempenho ruim nas variáveis em que ela não é eficiente, quando deveria apresentar um desempenho no mínimo razoável, sendo considerada, assim, uma DMU falsamente eficiente.

A partir da eficiência clássica e da fronteira invertida é possível gerar um índice agregado, chamado de eficiência composta que calcula a média aritmética entre a eficiência clássica e a ineficiência em relação à fronteira invertida. Os resultados encontrados estão apresentados abaixo:

DMU	Composta	Composta Normalizada
Barcelona	0,095172	0,102552
Atlanta	0,928039	1
Sidney	0,321959	0,346924
Atenas	0,263909	0,284372
Pequim	0,5	0,53877
Londres	0,641801	0,691567
Rio	0,517898	0,558056

Tabela 10: Resultados da Eficiência Composta

Com isso, considerando a eficiência clássica e a fronteira invertida, a DMU que apresenta a maior eficiência composta é Atlanta, o que pode ser explicado por apresentar variáveis com um bom resultado de eficiência e não apresentar resultados muito ruins para suas variáveis pouco eficientes. Em seguida, Londres apresenta a segunda maior eficiência composta, seguida pelo Rio.

6. Análise dos resultados

Também foi realizada uma análise qualitativa das cidades que apresentaram resultados mais impactantes no estudo.

Iniciando a análise em ordem cronológica da sede dos eventos, a primeira DMU a ser avaliada é a cidade de Barcelona. A DMU ficou classificada em última posição em eficiência na organização das Olimpíadas. O motivo para que o modelo tenha apresentado esse resultado para a cidade se deve ao fato de esta apresentar, dentre a amostra de cidades selecionadas, os menores valores das variáveis *outputs* que foram levadas em consideração. Ou seja, desde 1992, as Olimpíadas de Barcelona foram as que obtiveram as mais baixas receitas e a menor capacidade em hotéis para atender à demanda incremental. Brunet (1995) afirma que efetivamente o número de visitantes não foi um dos grandes efeitos de Barcelona '92. Ela complementa explicando que havia uma grande expectativa em relação ao número de visitantes, porém ele foi bastante limitado devido à capacidade hoteleira, que foi baixa para atender a essa demanda incremental. Foram essas as razões pelas quais Barcelona foi considerada a cidade mais ineficiente na preparação dos Jogos Olímpicos.

No entanto, é válido comentar sobre o legado deixado para Barcelona provocado pelos Jogos. A sua organização contou com um considerável volume de investimentos, o que diminuiu o seu peso no modelo, mas em compensação foi o mais significativo evento mega esportivo em termos de desenvolvimento econômico e urbano desde 1992 até agora. Altos investimentos foram aplicados em novos sistemas de transporte e na revitalização de 5,2 km da paisagem da costa, com novas estruturas e atrações, além das praias, o que possibilitou um aumento da demanda turística na cidade no período pós-Jogos. Além disso, reconstruiu o seu espaço urbano, melhorando as condições de vida para a população local. Malfas et al. (2004) A cidade emergiu com uma imagem positiva na mídia global através da sua cultura e identidade nacional. Rivenburgh (2004)

Conforme apresentado nos resultados, uma das cidades que apresentou o maior índice de eficiência, tomando-se todas as variáveis escolhidas como referência, foi Atlanta, na organização das Olimpíadas de 1996.

Analisando os valores das variáveis, dessa DMU, pode-se afirmar que o DEA a tomou como parâmetro no quesito eficiência devido ao fato desta ter apresentado o menor valor de *input* dentre todas as outras, ou seja, para sediar um evento de tal porte, os investimentos aplicados foram os mais baixos, cerca de R\$ 5,1 bi. E além disso, o *output* relativo à receita gerada foi o maior dentre todas as cidades pertencentes ao horizonte de tempo adotado.

Autores como Preuss (2002) afirmam que, diferentemente das organizações das outras cidades-sede que tinham a concepção de que os altos custos no orçamento eram relativamente baixos se fossem para buscar benefícios ao longo tempo, cidades como Atlanta e Los Angeles realizaram o mínimo de obras, enquanto que expandiram as já existentes. Para Atlanta, o melhor era evitar qualquer déficit no orçamento mesmo que fossem gerados apenas benefícios de curto prazo.

Foi reportado que mais de 2 milhões de pessoas visitaram Atlanta e que 3,5 bilhões de expectadores em cerca de 214 países e territórios assistiram a transmissão dos Jogos pela televisão. Como resultado a indústria do turismo registrou um aumento dramático na região, o que contribuiu consideravelmente no aumento da receita gerada. Malfas et al. (2003)

Enfim, classificado em quarto lugar, a última cidade a ser analisada foi o Rio de Janeiro, que consiste na primeira cidade da América Latina a sediar os Jogos. O tempo decorrido entre o anúncio oficial das Olimpíadas 2016 no Rio e o início oficial do comitê organizacional do Rio 2016 foi recorde de toda a história das Olimpíadas. Wagar (2009)

É importante ressaltar que como os valores utilizados no modelo foram os estimados em 2011, há grandes chances do cenário dos Jogos de 2016 sofrerem drásticas alterações. No entanto, Wagar (2009) afirma que já é previsto que os pós-jogos serão responsáveis pela reconstrução de pelo menos 60% do local para a formação de um novo distrito urbano, parte da expansão urbana da Barra da Tijuca. Esse legado de revitalização urbana está sendo cotada para ser um futuro *benchmark* dentre as reconstruções urbanas que já ocorreram na história das Olimpíadas.

Para se provar efetivamente como parâmetro em eficiência, a organização dos Jogos do Rio 2016 necessita conquistar alguns desafios: o Parque Olímpico deve otimizar sua eficiência operacional em relação aos investimentos aplicados, maximizando a revitalização da área da cidade; a organização dos Jogos devem ser *benchmark* no quesito sustentabilidade e por último, as construções e obras voltadas para atender ao evento devem ser um forte legado para as atividades esportivas na cidade, contando com a ajuda do Centro Olímpico de Treinamento (COT) para elevar o status esportivo internacional do Brasil. Este último desafio se adequa perfeitamente no cenário adotado pelo DEA, já que o COT também tem o papel de atrair visitantes, aumentando a receita esperada, além de acelerar o processo de desenvolvimento urbano (Concurso Internacional para o Plano Geral Urbanístico do Parque Olímpico e Paraolímpico Rio 2016, 2011).

O que irá diminuir os riscos de perdas e prejuízos para o Rio 2016 será a sua aderência ao conceito de sustentabilidade e investimentos na infraestrutura local unidos a parcerias públicas. Através disso, o Rio tem todo o potencial para sediar uma das mais eficientes Olimpíadas da história. Wagar (2009)

7. Considerações finais

O estudo apresentado teve como objetivo geral propor um modelo quantitativo para realizar a devida comparação entre as eficiências das cidades-sede das Olimpíadas e verificar como se enquadra o cenário previsto para o Rio de Janeiro.

Como resultado do estudo, foi possível identificar que Atlanta se destacou como referência ao sediar os Jogos Olímpicos, tanto na análise da eficiência clássica quanto na análise da eficiência composta, e que o Rio de Janeiro alcançou o terceiro lugar pela ótica da eficiência composta, apresentando bom resultado.

A partir da análise realizada pelo estudo, foi possível obter uma ilustração de como a preparação para os Jogos Olímpicos podem impactar na estrutura da cidade-sede. Os impactos imediatos foram geralmente o aumento da demanda turística, através da expansão e realização de obras que atendam a essa demanda, principalmente relativa aos meios de transporte, estádios e ao setor hoteleiro.

Em uma visão geral nos legados em todas as cidades, foi visível a melhoria das condições da infraestrutura urbana, na cadeia de transporte, na realização de novas construções e na modernização do espaço. Também houve um aumento geral do prestígio da cidade, que acabou recebendo mais visitantes no lastro que se formou, compreendendo o período pós-Jogos.

Referências Bibliográficas

- Airports Council International.** Disponível em: <www.airports.org>. Acesso em: 2 de Outubro de 2011.
- Andrade, F.V.S., Brandão, L.C., Soares de Mello, J.C.C.B.** (2009), Avaliação de um curso de matemática à distância com modelos DEA e seleção de variáveis. Relatórios de Pesquisa em Engenharia de Produção da UFF, v. 9, p. 10.
- Angulo-Meza, L.A., Biondi Neto, L., Soares de Mello, J. C. C. B.** (2005), ISYDS - Integrated System for Decision Support (SIAD - Sistema Integrado de Apoio à Decisão): a software package for data envelopment analysis model. Pesquisa Operacional, v.25, n.3, p.493-503.
- Angulo-Meza, L., Soares de Mello, J. C. C. B., Gomes, E., Fernandes, A.** (2007), "Seleção de variáveis em DEA aplicada a uma análise do mercado de energia elétrica," Investigação Operacional, vol. 27.
- Baker & Mckenzie.** (2009), 2016 Olympic Games in Rio: Opportunities Ahead.
- BBC Sport.** London Plan at a Glance. Disponível em: <http://news.bbc.co.uk/sport2/hi/olympics/london_2012/4025027.stm>. Acesso em: 12 de Setembro.
- Blake, A.** (2005), The Economic Impact of the London 2012 Olympics.
- Brunet, F.** (2005), The economic impact of the Barcelona Olympic Games, 1986–2004: Barcelona: the legacy of the Games, 1992–2002, Centre d'Estudis Olímpics UAB, Barcelona.
- Caillaux, M. A., Sant'Anna, A. P., Meza, L. A., Soares de Mello, J. C. C. B.** (2005), Seleção de rota marítima de contêineres utilizando análise envoltória de dados: um estudo de caso. Universidade Federal Fluminense
- China Today.** 2008 Beijing Olympiad: Profit or Loss? Disponível em: <<http://www.chinatoday.com.cn/English/e2004/e200411/p1002.htm>>. Acesso em: 22 de Setembro de 2011.
- Coelli, T., Prasada Rao, D.S., Battese, G.E.** (1998), An introduction to efficiency and productivity analysis. Massachusetts: Kluwer Academic Publishers.
- COI - International Olympic Committee.** (1998), Olympic marketing fact file 1998. Lausanne : IOC.
- Colli, Eduardo.** (2004), Universo Olímpico: Uma Enciclopédia das Olimpíadas, ed. Códex.
- Controladoria Geral da União.** Jogos Rio 2016 transparência em 1º lugar. Disponível em: <<http://www.portaltransparencia.gov.br/rio2016/matriz/>>. Acesso em: 19 de Agosto de 2011.
- Decosta, B.** (2000), Hartsfield Atlanta International Airport. Competition Plan.
- Department of way network.** Beijing has enough hotel rooms for olympics. Disponível em: <<http://www.4uocode.com/Study/Topic/945546>>. Acesso em: 20 de novembro de 2011.
- Deutsch, K. W., Merrit, R. L.** (1965), "Effects of events on national and international images", in H.C. Kelman (ed.): International behavior: a social-psychological analysis. New York , Holt, Rinehart & Winston, p. 130-187.
- Duran, P.** (2002), The impact of the Olympic games on tourism. In M. Moragas & M. Botella (Eds.), Barcelona: The legacy of the Games 1992–2002.
- Gomes, E.G.; Mangabeira, J.A.C; Soares de Mello, J.C.C.B.** (2005), Análise de envoltória de dados para avaliação de eficiência e caracterização de tipologias em agricultura: um estudo de caso. Revista de Economia e Sociologia Rural, v.43, n.4, p.607-631.
- Hellenic Republic Embassy of Greece.** Athens 2004 Olympics: General Fact Sheet. Disponível em: <<http://www.greekembassy.org/Embassy/content/en/Article.aspx?office=3&folder=95&article=12033>>. Acesso em: 20 novembro de 2011.
- International Business Time.** Os 10 aeroportos mais movimentados do mundo. Disponível em: <<http://br.ibtimes.com/articles/22039/20110510/10-aeroportos-mais-movimentados-corridos-ocupados-do-mundo.htm>>. Acesso em: 01 de Dezembro de 2011.
- Maia, C., Fonseca, A., Soares de Mello, J. C. C. B., Nunes, M.** (2003), Localização de ERBs com uso de Análise Envoltória de Dados, p. 1-9, Rio de Janeiro.

- Malfas, M., Theodoraki, E., Houlihan, B.** (2004), Impacts of the Olympic Games as mega-events Municipal Engineer 157 (ME3): 209–220.
- Núcleo de Estudos Tecnologia Gestão e Logística – COPPE UFRJ.** (2011), A Infraestrutura Aeroportuária no Brasil. Análise e Perspectivas.
- Preuss, H.** (2002), Economic dimension of the Olympic Games: Hosting the games 1972-2000. Sydney: Walla Walla Press.
- Proni, M. W.** (2008), A reinvenção dos Jogos Olímpicos: um projeto de marketing. Revista Esporte e Sociedade, ano 3, n. 9.
- Ray, S. C.** (2004), Data Envelopment Analysis: Theory and Techniques for Economics and Operations Research. New York: Cambridge University Press.
- Revista EXAME.** Aeroporto de Londres adota solução futurista para Olimpíadas 2012. Disponível em: <<http://exame.abril.com.br/economia/meio-ambiente-e-energia/album-de-fotos/londres-adota-solucao-futurista-em-aeroporto-dos-jogos-olimpicos-de-2012>>. Acesso em: 25 de Outubro de 2011.
- Rivenburgh, N.** (2004), The Olympic Games, Media and the Challenges of Global Image Making: University Lecture on the Olympics. Barcelona: Centre d'Estudis Olímpics (UAB). International Chair in Olympism (IOC-UAB).
- Rodrigues, R., Pinto, L., Terra, R., Dacosta, L.** (2008), Legados de Megaeventos Esportivos. Brasília: Ministério do Esporte.
- Sydney Airport.** Disponível em: <<http://www.sydneyairport.com.au/>>. Acesso em: 13 de Setembro de 2011.
- Simonsen, M., Ewald, L. C.** (1990), Matemática Financeira Aplicada. Ed. Simposium Consultoria e Serviços, RJ
- The New Georgia Encyclopedia.** Olympic Games in 1996. Disponível em: <<http://www.georgiaencyclopedia.org/nge/Article.jsp?id=h-2042>>. Acesso em: 20 de novembro de 2011.
- Travel Daily News.** BMI forecasts 35.08m. tourist arrivals in 2012 in the UK. Disponível em: <http://www.traveldailynews.com/pages/show_page/45348-BMI-forecasts-3508m-tourist-arrivals-in-2012-in-the-UK>. Acesso em: 26 de Setembro de 2011.
- Trewin, D.** (2001), Tourism Indicators. Australia.
- Uvinha, R. R.** (2009), Os megaeventos esportivos e seus impactos: o caso das Olimpíadas da China. Motrivivência Ano XXI, Nº 32/33, P. 104-125.
- Vilela, D.L.** (2004), Utilização do método Análise Envoltório de Dados Para Avaliação do Desempenho Econômico de Cooperativas de Crédito. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção), Escola de Engenharia de São Carlos - Universidade de São Paulo.
- Wagar, B. M.** (2009), Marginal Benefit of Hosting the Summer Olympics: Focusing on BRIC Nation Brazil (Rio 2016). Global Studies Student Papers. Providence College.
- Xinhua.** China Daily. Beijing Olympics to generate \$2b in direct revenue. Disponível em: <http://www.chinadaily.com.cn/business/2008-07/30/content_6889957.htm>. Acesso em: 3 de Setembro de 2011.