

## UM ESTUDO MULTICRITÉRIO PARA A ESCOLHA DAS CIDADES-SEDES PARA A COPA DO MUNDO FIFA 2014

**Leandro Sader Lacerda**

Universidade Federal Fluminense - UFF

[leandroslacerda@gmail.com](mailto:leandroslacerda@gmail.com)

**João Carlos Correia Baptista Soares de Mello**

Universidade Federal Fluminense - UFF

[jcsmello@pesquisador.cnpq.br](mailto:jcsmello@pesquisador.cnpq.br)

**Silvio Figueiredo Gomes Júnior**

Centro Universitário Estadual da Zona Oeste - UEZO

[silviofgj@gmail.com](mailto:silviofgj@gmail.com)

### Resumo

O Brasil sediará em 2014 a Copa do Mundo de Futebol. Para a realização dos jogos, dezoito cidades candidataram-se, porém somente doze foram escolhidas pela FIFA. A proposta deste trabalho é utilizar metodologias de Apoio Multicritério à Decisão para analisar, entre as cidades candidatas, as doze mais aptas a sediar o evento e a sua comparação com as cidades escolhidas oficialmente como cidades sede. O uso conjugado das metodologias MACBETH e VIP Analysis fornece ao decisor uma ferramenta para quantificar suas preferências, facilitando a condução do processo de decisão. Na falta de um decisor real, construíram-se funções de valor usando várias declarações sobre o que seria julgado, e o método VIP Analysis permitiu lidar com o desconhecimento dos pesos atribuídos a cada critério.

**Palavras-Chaves:** Copa do Mundo FIFA, Macbeth, Multicritério, VIP Analysis

### Abstract

Brazil will host in 2014 the FIFA World Cup. To host the games, eighteen cities have applied, but only twelve were chosen. This work makes use of methods for Multicriteria Decision Support for review of the twelve cities most suitable candidate to host the event. Through the combined use of methodologies MACBETH and VIP Analysis, the decision maker has a better basis for quantifying their preferences, facilitating the conduct of the decision. Through the integration of methods, the paper aims at understanding the list released by FIFA. In the absence of a real decision maker, built in value functions using various statements about what would be judged, and the VIP Analysis allowed to deal with the lack of weights for each criterion.

**Keywords:** FIFA World Cup, Macbeth, Multicriteria, VIP Analysis

### 1. Introdução

De quatro em quatro anos, seleções de futebol de diversos países do mundo disputam um dos principais eventos do cenário esportivo mundial organizado pela FIFA (Federation International Football Association), a Copa do Mundo de Futebol. A competição, criada pelo francês Jules Rimet em 1928, conta atualmente com a participação de seleções de trinta e dois países.

Para a Copa de 2014, que será realizada no Brasil, dezoito capitais brasileiras candidataram-se para sediar as partidas do Mundial, porém apenas doze poderiam ser escolhidas. As cidades selecionadas pela FIFA para sediar os jogos no Brasil foram: Rio de Janeiro, São Paulo, Belo Horizonte, Porto Alegre, Curitiba, Brasília, Cuiabá, Manaus, Fortaleza, Salvador, Recife e Natal.

A escolha das cidades que sediarão os jogos envolve a análise de múltiplos fatores e exige que o decisor leve em consideração um conjunto de critérios para embasar sua decisão. Portanto, torna-se apropriado a utilização da metodologia Apoio à Decisão Multicritério - ADM (GOMES *et al.*, 2002; ALMEIDA & COSTA, 2003) neste processo.

O objetivo do estudo é aplicar o uso conjugado dos métodos VIP Analysis (DIAS & CLÍMACO, 2000) e MACBETH (BANA E COSTA & VANSNICK, 1994, 1995, 1997), para analisar as doze cidades mais aptas a sediar os jogos da Copa de 2014 e, dessa forma, realizar uma comparação com a listagem anunciada pela FIFA.

Segundo Olson (2001), os estudos comparativos entre as diversas modalidades de ADM, demonstram que não existe nenhuma metodologia que se destaca das outras, em todos os contextos de decisão envolvendo múltiplos critérios. Um analista de decisão deve possuir conhecimentos suficientes para determinar a melhor metodologia a ser aplicada, em função das características da decisão que deve ser tomada.

A escolha dos métodos MACBETH e VIP Analysis neste trabalho se justifica, pois busca-se usar o potencial de interação e aprendizado sucessivo do VIP Analysis, com apoio do MACBETH para ajudar o decisor a quantificar as suas preferências. Vale destacar que o método MACBETH já foi usado de modo integrado com outros métodos, seja para incorporar preferências de decisores em DEA – Data Envelopment Analysis (SOARES DE MELLO *et al.*, 2002), seja para complementar as informações do decisor no método UTA (RANGEL *et al.*, 2003).

Neste processo, o MACBETH possui a tarefa de gerar as funções de valor para cada critério e determinar os coeficientes de ponderação. Após encontrar tais funções, serão utilizados a interação e o aprendizado sucessivo do VIP Analysis como apoio para ajudar o decisor a quantificar as suas preferências.

Cabe aqui ressaltar que embora o VIP Analysis possua uma boa flexibilidade do processo de apoio à decisão, o método não se propõe a determinar ou sugerir valores para os pesos de cada critério, que serão geradas, anteriormente, pelo MACBETH. O VIP Analysis enfatiza análises, e não resultados prontos.

Na seção 2, apresenta-se uma descrição dos métodos de apoio à decisão utilizados neste trabalho, o MACBETH e o VIP Analysis. Na seção 3, apresenta-se a descrição e modelagem do problema em estudo. Na seção 4, apresenta-se os resultados e suas discussões. Na seção 5, encontram-se as conclusões sobre o estudo e, finalmente, apresenta-se as principais referências consultadas para a elaboração deste trabalho.

### 2. Métodos de Apoio à Decisão

Os métodos de apoio à decisão buscam o estabelecimento de uma relação de preferências subjetivas entre as alternativas que estão sendo avaliadas sob a influência de vários critérios, no processo de decisão (GOMES *et al.*, 2002; ALMEIDA & COSTA, 2003). Este processo deve buscar a opção que apresente o melhor desempenho, avaliação e acordo entre as

expectativas do decisor e as suas disponibilidades em adotá-la, considerando a relação entre elementos objetivos e subjetivos.

Os métodos de apoio à decisão utilizados neste trabalho foram MACBETH e VIP Analysis e sua utilização se justifica, pois apresentam vantagens como: facilitar a incorporação de incertezas aos dados, construir uma base de diálogo entre os intervenientes e interpretar cada alternativa como um compromisso entre objetivos em conflito, mostrando assim, que dificilmente existirá uma alternativa que seja superior sobre as demais em todos os pontos de vista. (BOUYSSOU, 1993).

O MACBETH foi utilizado para atribuir diretamente um valor numérico aos níveis de impacto das alternativas e aos critérios de avaliação em um sistema de múltiplos critérios (CHAVES *et al*, 2010). Com o apoio deste método, o decisor sente-se mais confortável ao fazer comparações por meio de julgamentos semânticos, expressando intensidade de diferenças de preferência (importância ou atratividade) entre os elementos de avaliação (alternativas).

Já a aplicação VIP Analysis neste estudo supriu a dificuldade do decisor para determinar os pesos dos critérios, além de oferecer uma maior flexibilidade nas análises dos resultados. As análises apresentadas pelo VIP Analysis servem como referência para a “melhor” escolha do decisor, sendo que este pode interagir nas análises, realizando uma posterior análise de sensibilidade.

### 2.1 O Método MACBETH

O método MACBETH (Measuring Attractiveness by a Categorical Based Evaluation Technique) é um método baseado em julgamentos semânticos (BANA E COSTA & VANSNICK, 1994, 1995, 1997). Nele, as funções de valor são obtidas mediante julgamentos semânticos realizados através da comparação da diferença de atratividade entre duas linhas de ação quaisquer, sempre aos pares. Este fato simplifica bastante o julgamento do decisor, uma vez que todo o conjunto de ações não precisa ser avaliado simultaneamente. Com isso, o procedimento tenta contornar as limitações encontradas em outros métodos.

Segundo Chaves *et al* (2010), o MACBETH caracteriza-se como um processo interativo, no qual após a elaboração dos julgamentos sobre as diferenças de atratividade é construída uma escala cardinal de valor sobre o conjunto de alternativas. Em seguida, são verificadas eventuais inconsistências e, posteriormente, determinada uma escala de valor cardinal que representa os julgamentos de valor do decisor. A escala obtida é normalizada, fornecendo os valores dos pesos para as alternativas em avaliação, o que possibilita o uso de um modelo de agregação, em geral, aditivo.

O método MACBETH tem como premissa o decisor ser coerente. Porém, é reconhecida a dificuldade encontrada por um decisor de manter-se coerente à medida que o número de alternativas e critérios aumenta. Para contornar tal fato, o programa faz a análise da coerência cardinal e semântica e ainda sugere, caso necessário, como contorná-la. Isso é feito por meio da resolução de quatro Problemas de Programação Linear (PPL). Maiores detalhes podem ser encontrados em Soares de Mello *et al* (2002). Uma aplicação deste método no Brasil pode ser encontrada em Bana E Costa *et al*. (2013).

Segundo Dias *et al* (1997), a aplicação do MACBETH pode processar-se em duas fases: em primeiro lugar, na determinação das funções de utilidade  $g_j$  para cada critério  $j$ ; em segundo lugar para a determinação dos coeficientes de ponderação  $k_j$ .

Na determinação de uma função  $g_j$  para um dado critério  $j$ , comparam-se as diferenças de atratividade entre todos os pares de alternativas (ou níveis de desempenho de referência) segundo esse critério. As comparações reportam-se a uma escala semântica, conforme os itens a seguir:

- 1- Diferença de atratividade muito fraca
- 2- Diferença de atratividade fraca
- 3- Diferença de atratividade moderada
- 4- Diferença de atratividade forte

5- Diferença de atratividade muito forte

6- Diferença de atratividade extremamente forte

A partir dessas comparações o MACBETH determina, através de PPL's, qual a função  $g_j$  que minimiza determinada medida de erro, além de obter um conjunto de coeficientes de ponderação, bem como informação sobre a coerência dos julgamentos sugerindo ainda comparações a serem revistas caso seja desejável incrementar a coerência. Desta forma, por meio do seu diagnóstico, o decisor consegue revisar suas preferências, alcançando julgamentos mais coerentes.

### 2.2 O Método VIP ANALYSIS

O método VIP Analysis (Variable Interdependent Parameters), proposto por Dias & Clímaco (2000), é um método multicritério de agregação aditiva. Assim como o MACBETH, o VIP Analysis trabalha com um conjunto enumerável de alternativas, e tem por função dar apoio ao decisor de modo a promover a escolha da alternativa mais preferível.

Uma característica marcante e importante do VIP Analysis está no aprendizado progressivo e esta é uma das características que justifica sua escolha como uma das ferramentas de ADM usadas neste trabalho. Além disso, o VIP Analysis é apresentado como um método de ADM bastante indicado em situações nas quais o decisor não se sente confortável para prover valores precisos para os pesos, aceitando trabalhar apenas com um conjunto de informações parciais (neste trabalho, estas informações serão geradas pelo MACBETH).

Para Chaves *et al* (2010), o VIP Analysis não se propõe a chegar a uma função de valor, mas antes aos pesos com valores delimitados por restrições. O objetivo deste método é reconhecer quais conclusões são válidas apesar da informação ser imprecisa e, por meio do processo interativo inerente a metodologia, reduzir a incerteza e as escolhas possíveis ou existentes.

Assim, o VIP Analysis é uma proposta que enfatiza conclusões e não resultados, pois o valor da função fornece uma ordem que provavelmente será alterada, mesmo que parcialmente, quando os parâmetros sofrerem alterações. Portanto, o resultado da função de agregação é um conjunto de três tipos de conclusões:

- Conclusão absoluta: refere-se a uma específica alternativa e uma condição que é satisfeita independentemente de todas as outras.
- Conclusão (relativa) unária: refere-se a uma específica alternativa e uma condição que depende de outras condições.
- Conclusão (relativa) binária: refere-se à relação entre duas alternativas.

Outra condição necessária para o uso do método VIP Analysis, atendida neste trabalho, é a constatação de independência preferencial entre os critérios, permitindo o uso de um modelo de agregação aditivo (VINCKE,1992; GOMES *et al*, 2002 & ALMEIDA & COSTA, 2003).

#### 2.2.1 Método de Agregação Aditivo com VIP Analysis

Analisando a estrutura de preferências do decisor, o estudo proposto permite a compensação entre os diferentes critérios, possibilitando o uso de uma função utilidade aditiva somada ao atendimento à condição de independência preferencial. Assim, a estrutura de preferências dos envolvidos no processo decisório atende a uma lógica compensatória (VINCKE,1992; GOMES *et al*, 2002; ALMEIDA & COSTA, 2003).

Para Dias & Clímaco (2005) esta ferramenta tem como objetivo apoiar a avaliação de um conjunto de alternativas de forma a escolher a mais preferida, de acordo com uma dada função aditiva. Campos & Almeida (2006), apresentam uma função aditiva de agregação como múltiplos critérios representada em (1):

$$V(a_i, k) = \sum_{j=1}^n k_j \cdot v_j(a_i) \quad (1)$$

onde  $a_1, \dots, a_m$  são as alternativas;  
 $v(\cdot)$  é uma função valor com único argumento associada ao  $j$ -ésimo critério e assinala um valor numérico a cada performance;  
 $k_j$  é o parâmetro de importância (peso) do  $j$ -ésimo critério;  
 $n$  é o número total de critérios.

### 3. Descrição e Modelagem do Problema

#### 3.1 Descrição do problema

Mais do que um evento esportivo, a Copa do Mundo é um acontecimento de vulto internacional e necessita que o país a sediar os jogos possua condições de suportar um empreendimento de tal porte. A competição, que já foi disputada em dezoito países, retornará ao Brasil no ano de 2014 após 64 anos, pois foi em 1950 que ocorreu a última copa em território brasileiro. Cabe ressaltar que, ao sediar uma Copa do Mundo, o país tem uma excelente fonte para desenvolver seu setor de infraestrutura e turístico, além de gerar muitos empregos direta e indiretamente relacionados ao evento.

Para sediar as partidas do Mundial de 2014, dezoito capitais dos estados brasileiros candidataram-se. No entanto, Maceió, capital de Alagoas, desistiu, restando dezessete opções de cidades-sedes para acolher a competição. A FIFA limita o número de cidades-sedes entre oito e dez, entretanto a organização cedeu aos pedidos da CBF (Confederação Brasileira de Futebol) e concedeu permissão para que fossem utilizadas doze sedes no Mundial. As doze cidades selecionadas para sediar os jogos no Brasil foram: Rio de Janeiro, São Paulo, Belo Horizonte, Porto Alegre, Curitiba, Brasília, Cuiabá, Manaus, Fortaleza, Salvador, Recife e Natal. Já as cinco cidades não selecionadas foram: Belém, Campo Grande, Goiânia, Florianópolis e Rio Branco.

A proposta deste estudo é utilizar os métodos de apoio à decisão MECBETH e VIP Analysis para selecionar, entre as cidades candidatas, as 12 cidades-sede para a Copa de Mundo de 2014 e comparar com a relação selecionada pela FIFA, buscando, desta forma, o entendimento desta escolha, buscando ainda descobrir qual o comportamento do decisor neste caso.

#### 3.2 Modelagem

Para estruturação do problema, foram considerados os fatores analisados pela Confederação Brasileira de Futebol (CBF) para determinação das alternativas e critérios. As alternativas de decisão são as dezessete cidades candidatas a sediarem jogos do mundial. A Tabela 1 apresenta as dezessete alternativas do problema seguidas dos seus respectivos estádios para sediarem a Copa de 2014 e a população das cidades.

Tabela 1 - Alternativas do Problema de Decisão

Alternativas	Estádio	Habitantes (em milhares)
Belém	Mangueirão	1.408
Belo Horizonte	Mineirão	2.412
Brasília	Mané Garrincha	2.455
Campo Grande	Moreirão	724
Cuiabá	Verdão	526
Curitiba	Arena da Baixada	1.797
Fortaleza	Castelão	2.431
Goiânia	Serra Dourada	1.244
Manaus	Vivaldão	1.646
Natal	Machadão	774
Porto Alegre	Beira Rio	1.420
Recife	Arena Recife	1.533
Rio de Janeiro	Maracanã	6.093
Salvador	Fonte Nova	2.892
São Paulo	Morumbi	10.886
Florianópolis	Orlando Scarpelli	396
Rio Branco	Arena da Floresta	290

Segundo Barba-Romero & Pomerol (1997), para realizar a escolha entre as alternativas do conjunto de eleição, se supõe que o decisor possui várias linhas de avaliação. Estes eixos de avaliação são as características das alternativas, que podem ser chamadas de atributos. Quando se adiciona a estes atributos um mínimo de informação relativa às preferências do decisor, os atributos se convertem em critérios. Desta forma, um critério expressa, com maior ou menor precisão, as preferências do decisor a respeito de certo atributo.

Os critérios utilizados neste problema foram os mesmos adotados pela FIFA como essenciais para realização de um evento de tamanha grandeza que são:

- **Estrutura do estádio:** visa identificar se o estádio possui ou possuirá estrutura para sediar a Copa, levando em consideração aspectos como a conservação, reformas necessárias e capacidade futura do estádio.
- **Rede Hoteleira:** visa identificar se a rede hoteleira está preparada para atender a uma grande quantidade de turistas.
- **Transporte urbano:** visa identificar se há disponibilidade de transporte para atender à necessidade imposta pelo grande número de expectadores.
- **Aeroportos:** considera o fluxo e capacidade dos aeroportos instalados no estado do qual a cidade faz parte.
- **Segurança Pública:** visa identificar o nível de violência na cidade e redondezas, considerando a incidência de crimes como assaltos e homicídios.
- **Opções de Lazer:** visa identificar se há opções de lazer para que os turistas tenham atividades extras aos jogos que serão assistidos.

Paralelamente foi criado um critério de corte, que excluiu cidades com população inferior a 500.000 habitantes. Este critério de corte justifica-se pelo fato de que cidades com população muito pequena em geral não apresentam condições de infraestrutura para receber um evento de grande porte como é a Copa do Mundo, apresentando poucas opções de lazer, transporte urbano em pouca quantidade, menor número de hotéis, etc.

Desta forma, com base nas informações da população apresentada na Tabela 1, as cidades de Florianópolis e Rio Branco ficam excluídas do conjunto de cidades candidatas para sediar os jogos.

### 3.3 Utilização do método MACBETH para construção das funções de valor

O MACBETH realiza, para cada critério, uma análise par a par das alternativas para determinar as funções de valor para cada alternativa. Estas funções de valor que serão utilizadas



## PESQUISA OPERACIONAL PARA O DESENVOLVIMENTO

na construção da matriz de decisão do problema. A Figura 1 apresenta a tela do MACBETH para o critério Estádios. Para aplicação do método, foi utilizado o software MACBETH, elaborado por Bana e Costa, De Corte & Vansnick (2012).

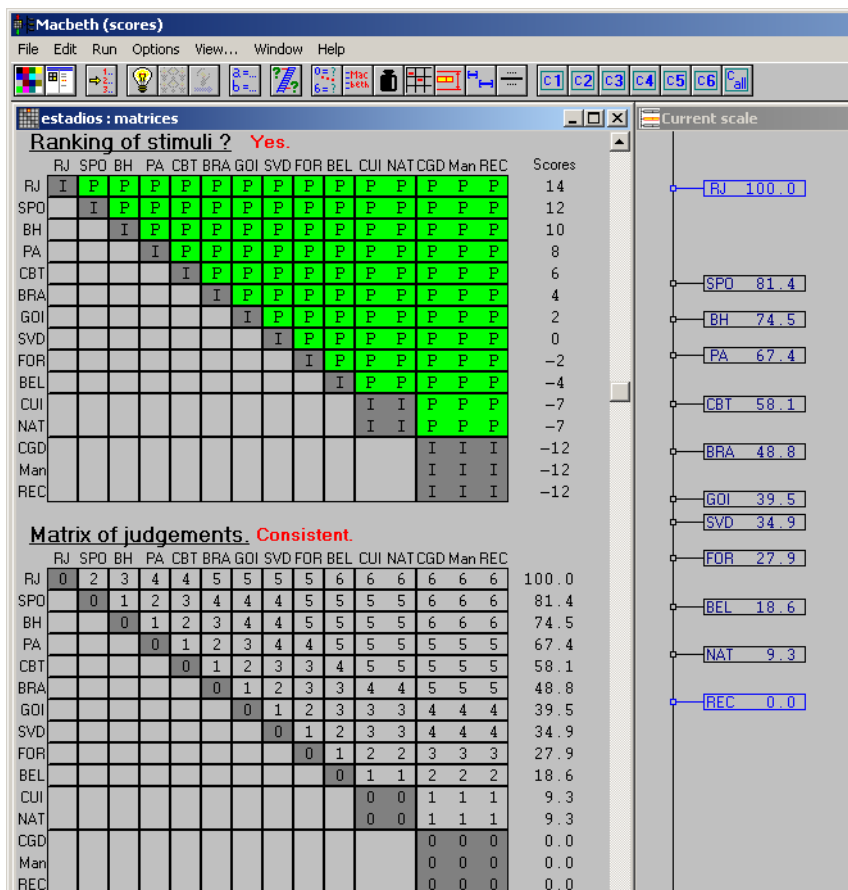


Figura 1 – Função de valor para o critério Estádios

Após a determinação das funções de valor das alternativas para cada critério no MACBETH, os dados são consolidados para a obtenção do resultado que se denomina matriz de decisão. A Tabela 2 apresenta os valores encontrados da matriz de decisão.

Tabela 2 - Matriz de decisão resultante do MACBETH

Alternativa	Estádios	Rede Hoteleira	Transporte Urbano	Aeroportos	Segurança	Opções de lazer
Belém	18,6	0,0	0,0	46,7	11,3	81,8
Belo Horizonte	74,5	72,6	53,8	13,3	100,0	28,7
Brasília	48,8	29,3	100,0	100,0	0,0	0,0
Campo Grande	0,0	100,0	46,2	33,3	100,0	45,5
Cuiabá	9,3	72,6	30,8	46,7	43,5	45,5
Curitiba	58,1	60,6	61,5	33,3	43,5	28,7
Fortaleza	27,9	45,9	0,0	0,0	11,3	72,7
Goiânia	39,5	60,6	46,2	13,3	62,2	28,7
Manaus	0,0	15,4	15,4	46,7	100,0	72,7
Natal	9,3	100,0	0,0	0,0	79,0	72,7
Porto Alegre	67,4	72,6	61,5	0,0	62,2	28,7
Recife	0,0	45,9	0,0	13,3	31,0	72,7
Rio de Janeiro	100,0	94,5	30,8	73,3	31,0	100,0
Salvador	34,9	94,5	15,4	13,3	62,2	72,7
São Paulo	81,4	60,6	61,5	46,7	31,0	28,7

### 3.4 Utilização do método VIP Analysis para agregação dos critérios

Um vez obtida a matriz de decisão no MACBETH, foi iniciado o uso da ferramenta VIP Analysis. A metodologia *VIP Analysis* proporciona muita flexibilidade na condução do processo de apoio a decisão. Esta característica é nata ao método que deseja que o decisor convirja para a melhor solução e que aprenda ao longo do processo. O uso aqui foi similar ao descrito em Chaves *et al* (2010). A Figura 2 apresenta as conclusões obtidas pelo VIP após diversas iterações do decisor e o gradual refinamento dos intervalos dos pesos e foi utilizado o software de mesmo nome do método, elaborado por Dias & Clímaco (2000).

The screenshot shows the V.I.P. Analysis software interface. At the top, there is a menu bar with 'File', 'Edit', 'Results', 'Filter', and 'Help'. Below the menu bar is a toolbar with various icons for file operations and editing. The main window displays a table with the following data:

Alternative	Value	Min Value	Max Value	Max Regret	Dominated?
Belém		0.075	0.264	0.814	YES (Abs)
Belo_Horizonte	0.572	0.873	0.255		
Brasília		0.244	0.496	0.628	YES (Abs)
Campo_Grande		0	0.616	1	YES
Cuiabá		0.093	0.414	0.907	YES (Abs)
Cuitiba		0.476	0.581	0.419	YES
Fortaleza		0.131	0.316	0.721	YES (Abs)
Goiânia		0.395	0.521	0.605	YES (Abs)
Manaus		0	0.5	1	YES (Abs)
Natal		0.093	0.522	0.907	YES (Abs)
Porto_Alegre		0.487	0.674	0.326	YES
Recife		0	0.299	1	YES (Abs)
Rio_de_Janeiro		0.539	1	0.222	
Salvador		0.349	0.559	0.651	YES (Abs)
São_Paulo		0.516	0.814	0.31	

Figura 2: Sumário gerado pelo VIP

Após calcular os resultados, o VIP Analysis demonstra que, dentre as quinze alternativas, somente não são dominadas Rio de Janeiro, São Paulo e Belo Horizonte. Essa análise de dominância seria muito útil caso o intuito do estudo fosse escolher uma única cidade, por exemplo, para sediar a final da Copa. Neste caso, pela análise de dominância, dentre as quinze alternativas, a decisão ficaria resumida a uma das três cidades não dominadas.

Como o intuito do estudo é propor uma listagem com as doze cidades mais aptas a sediar os jogos, verifica-se, pela análise de dominância, que Rio de Janeiro, São Paulo e Belo Horizonte já fazem parte desta lista.

Ainda analisando os resultados obtidos, o VIP Analysis apresenta os valores máximo e mínimo por alternativa conforme apresentados na Figura 2. A Figura 2 apresenta ainda a coluna Max Regret, que representa um valor para o arrependimento máximo” ou erro na escolha de determinada alternativa.

A Figura 3 apresenta uma análise gráfica dos resultados, e nela pode-se observar que o Rio de Janeiro possui a melhor pontuação para o Maior Valor (Max Value) entre as alternativas, porém não apresenta o melhor valor para o Menor Valor (Min Value). Ou seja, para um decisor mais favorável ao risco, certamente o Rio de Janeiro seria a melhor opção entre as cidades. A cidade de Belo Horizonte é apontada como a melhor opção para um decisor mais avesso ao risco, pois apresenta o maior valor mínimo (Min Value) e bons valores intermediários.



## PESQUISA OPERACIONAL PARA O DESENVOLVIMENTO

A Figura 3 também mostra que as cidades de Campo Grande, Recife e Manaus possuem os piores valores mínimos (Min Value), o que significa que caso o decisor fosse avesso ao risco, estas cidades seria descartadas.

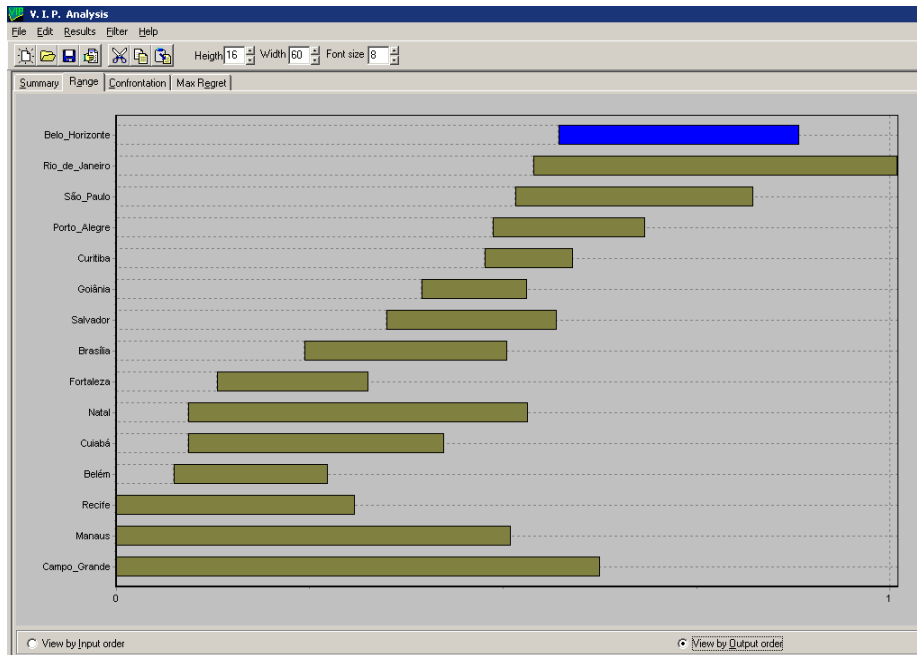


Figura 3 – Análise gráfica dos resultados do VIP ANALYSIS

Caso o decisor queira analisar as cidades duas a duas, a Figura 4 apresenta a matriz de decisão final do VIP Analysis, destacando na última linha os valores de “arrependimento máximo” (Max Regret) por alternativa.

	Belém	Belo_Horizo	Brasília	Campo_Gra	Cuiabá	Curitiba	Fortaleza	Goiânia	Manaus	Natal	Porto_Alegre	Recife	Rio_de_Jan	Salvador	São_Paulo
Belém		-0.308	-0.095	0.186	0.093	-0.212	0.001	-0.154	0.186	0.093	-0.223	0.186	-0.44	-0.163	-0.252
Belo_Horizo	0.723		0.628	0.745	0.652	0.364	0.676	0.364	0.745	0.652	0.225	0.745	0.222	0.396	0.31
Brasília	0.396	-0.108		0.488	0.395	-0.013	0.365	0.093	0.488	0.395	-0.024	0.488	-0.043	0.139	-0.053
Campo_Gra	0.541	-0.03	0.256		0.236	0.079	0.403	0.124	0.288	0.193	0.054	0.423	-0.025	0.112	0.057
Cuiabá	0.316	-0.158	0.047	0.093		-0.062	0.178	-0.004	0.093	0	-0.073	0.198	-0.25	-0.074	-0.102
Curitiba	0.484	-0.095	0.264	0.581	0.488		0.413	0.186	0.581	0.488	-0.011	0.581	0.004	0.232	-0.022
Fortaleza	0.138	-0.308	-0.041	0.279	0.186	-0.189		-0.116	0.279	0.186	-0.224	0.279	-0.397	-0.07	-0.211
Goiânia	0.446	-0.154	0.264	0.395	0.302	0.001	0.362		0.395	0.302	-0.07	0.395	-0.046	0.118	-0.052
Manaus	0.35	-0.154	0.256	0	0.236	-0.008	0.304	0		0.09	-0.07	0.345	-0.155	0.014	-0.062
Natal	0.396	-0.137	0.198	0.093	0.178	0.017	0.258	0.048	0.144		-0.052	0.286	-0.17	-0.037	-0.004
Porto_Alegre	0.584	-0.071	0.404	0.674	0.581	0.14	0.506	0.279	0.674	0.581		0.674	0.098	0.325	0.086
Recife	0.117	-0.3	-0.057	0	-0.093	-0.205	0.008	-0.146	0	-0.093	-0.216		-0.413	-0.216	-0.227
Rio_de_Jan	0.814	0.255	0.512	1	0.907	0.419	0.721	0.605	1	0.907	0.326	1		0.651	0.2
Salvador	0.443	-0.084	0.242	0.349	0.256	0.055	0.305	0.085	0.349	0.256	0	0.349	-0.123		0.033
São_Paulo	0.628	0.069	0.326	0.814	0.721	0.233	0.535	0.419	0.814	0.721	0.14	0.814	0.04	0.465	
Max Regret	0.814	0.255	0.628	1	0.907	0.419	0.721	0.605	1	0.907	0.326	1	0.222	0.651	0.31

Figura 4 – Confrontamento das alternativas pelo VIP Analysis

A Figura 5 apresenta os valores de Max Regret para as alternativas do processo decisório.

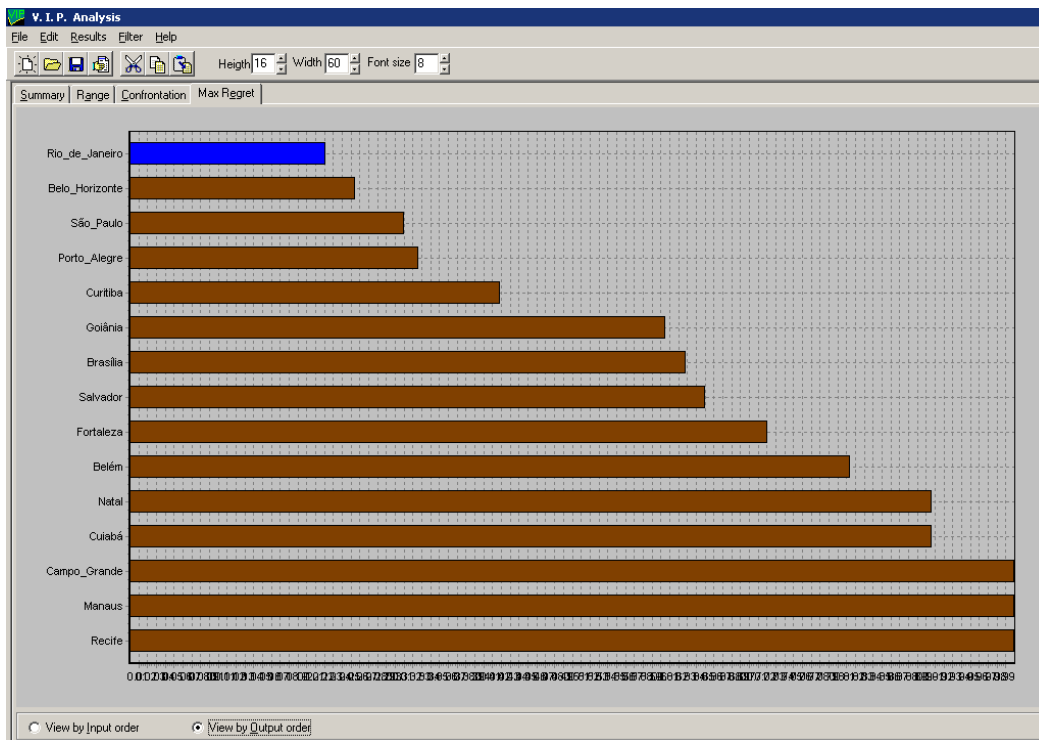


Figura 5 - Max Regret do VIP Analysis

Pela análise da função Max Regret, apresentada na Figura 5 e destacada última linha da Figura 4, pode-se concluir que as cidades de Recife, Manaus e Campo Grande são as piores alternativas, logo, estariam fora da lista das doze cidades a sediarem os Jogos.

Como há quinze alternativas, resta ao decisor descartar três cidades para chegar ao conjunto das doze cidades escolhidas para sediar a Copa de 2014.

#### 4. Resultados e discussão

A partir das informações obtidas do VIP Analysis, pode-se realizar o comparativo do resultado apresentado por esta metodologia e a listagem apresentada pela FIFA. A Tabela 3 apresenta a relação das doze cidades propostas para sediar o Mundial de 2014 por 3 diferentes métodos:

- a) pelo VIP Analysis, considerando uma análise otimista;
- b) pelo VIP Analysis considerando uma análise pessimista;
- c) pela relação divulgada pela FIFA.

A metodologia otimista considera os valores da coluna Max Value do Vip Analysis em ordem decrescente e considera a opinião de um decisor mais favorável ao risco. A análise pessimista considera a análise de um decisor mais avesso ao risco e apresenta, em ordem decrescente, os resultados da coluna Min Value do VIP Analysis.

Tabela 3 - Resultados por método

VIP Analysis (análise otimista)	VIP Analysis (análise pessimista)	Lista divulgada pela FIFA
<i>Lista das 12 cidades escolhidas</i>		
Rio de Janeiro	Belo Horizonte	Rio de Janeiro
Belo Horizonte	Rio de Janeiro	São Paulo
São Paulo	São Paulo	Belo Horizonte
Porto Alegre	Porto Alegre	Porto Alegre
Campo Grande	Curitiba	Curitiba
Curitiba	Goiânia	Brasília
Salvador	Salvador	Cuiabá
Natal	Brasília	Manaus
Goiânia	Fortaleza	Fortaleza
Manaus	Natal	Salvador
Brasília	Cuiabá	Recife
Cuiabá	Belém	Natal
<i>Lista das 3 cidades descartadas</i>		
Fortaleza	Recife	Campo Grande
Recife	Manaus	Belém
Belém	Campo Grande	Goiânia

Ao analisar os resultados da metodologia utilizada, verifica-se que a aplicação da metodologia VIP Analysis com a utilização da matriz de decisão retirada do MACBETH foi extremamente interessante para o auxílio do processo de decisão. O uso conjugado dos dois métodos mostrou-se bastante coerente e válido ao apresentar as listas das cidades na visão de tipo de decisor otimista e pessimista, permitindo análises diversas e um enriquecimento do processo decisório.

Conforme apresentado na Tabela 3, o VIP Analysis apresentou um embasamento ao decisor de modo que as doze cidades escolhidas por um decisor otimista não seriam as mesmas daquelas escolhidas por um decisor pessimista. Enquanto na decisão otimista as cidades de Fortaleza, Recife e Belém não sediariam os jogos da Copa, o processo pessimista aponta a exclusão das cidades de Manaus, Campo Grande e Recife. No entanto, um ponto de convergência interessante para os dois métodos é a proposição do descarte de Recife da relação das cidades escolhidas.

A exclusão da cidade de Recife em ambos os métodos propostos (otimista e pessimista) pode ser explicada em função das baixas funções de valor atribuídas à ela nos critérios de Estádios, Transporte Urbano e Aeroportos. Já para a exclusão das duas cidades restantes, a metodologia propõe que a escolha dependerá da característica do decisor em relação a exposição a riscos.

Na relação das cidades divulgadas pela FIFA, tem-se o descarte das cidades de Campo Grande, Belém e Goiânia. O que é interessante destacar que Belém e Campo Grande são também alternativas descartadas propostas pelo VIP Analysis na visão de um decisor otimista e pessimista respectivamente. Somente a cidade de Goiânia aparece entre as 12 cidades escolhidas na visão de ambos os tipos de decisor utilizando as metodologias propostas no estudo.

## 5. Conclusão

A aplicação dos métodos MACBETH e VIP Analysis demonstrou grande aplicabilidade para análises mais diversificadas em processos decisórios onde o decisor não se sente confortável para atribuir pesos aos critérios. Com o resultado da pesquisa, pode-se especular sobre a postura tomada pela entidade responsável pela organização do evento para a escolha das cidades-sedes da Copa do Mundo 2014.

Com base no artigo, entende-se que a escolha da FIFA foi construída em um caminho intermediário entre o decisor otimista e pessimista proposto na metodologia VIP Analysis. A presença de uma interseção em cada modelo (Belém e Campo Grande), e de outra cidade que não aparece em nenhuma das relações de cidades excluídas nos dois processos (Goiânia), mostra que a FIFA não optou por um único modelo de decisão, e sim por um método intermediário entre os propostos neste artigo.

### Agradecimentos

À FAPERJ e ao CNPq pelo apoio financeiro.

### Referências Bibliográficas

ALMEIDA, A.T. & COSTA, A.P.C.S. (2003). Aplicações com Métodos Multicritério de Apoio a Decisão. Universitária UFPE, Recife.

BANA E COSTA, C.A. & VANSNICK, J.C. (1994). MACBETH - an interactive path towards the construction of cardinal value functions. *International Transactions in Operational Research*, 1, 489-500.

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 a theoretical framework for measuring attractiveness by categorical based evaluation technique (MACBETH). In: Clímaco, J. (ed), *Multicriteria Analysis*, Springer-Verlag, Berlin.

BANA E COSTA, C.A.; DE CORTE, J.M. & VANSNICK, J.C. (2012). MACBETH. *International Journal of Information Technology and Decision Making*, 11, 2, 359-387.

BANA E COSTA, C.A.; ANGULO MEZA, L. & OLIVEIRA, M.D. (2013) O Metodo MACBETH e Aplicacao no Brasil. *Engevista*, no prelo.

BARBA-ROMERO S. & POMEROL J.C. (1997). *Decisiones multicriterio: fundamentos teóricos e utilización práctica*. Madrid: Universidad de Alcalá.

BOUYSSOU, D. (1993). Décision multicritère ou aide multicritère? *Bulletin du Groupe de Travail Européen "Aide Multicritère à la Décision"*, series 2, n. 2.

CAMPOS, V.R. & ALMEIDA, A.T. (2006). Modelo multicritério de decisão para localização de Nova Jaguaribara com VIP analysis. *Pesquisa Operacional*, 26, 1, 91-107.

CHAVES, M.C.C.; RAMOS, T.G.; BARROS, T.D. & SOARES DE MELLO, J.C.C.B. (2010) Uso integrado de dois métodos de apoio à decisão multicritério: VIP Analysis e MACBETH. *Pesquisa Operacional para o Desenvolvimento*, 2, 2, 89-99.

DIAS, L.C.; ALMEIDA, L.A. & CLÍMACO, J.N. (1997). Apoio Multicritério à Decisão: Métodos e Software Dedicados à Avaliação de um Conjunto Discreto de Alternativas, *Colecção Apontamentos*, Faculdade de Economia da Universidade de Coimbra.

DIAS, L.C. & CLÍMACO, J.N. (2000) Additive Aggregation with Variable Interdependent Parameters: the VIP Analysis Software. *Journal of Operational Research Society*, 51, 9, 1070-1082.

DIAS, L.C. & CLÍMACO, J.N. (2005) Dealing with Imprecise Information in Group Multicriteria Decisions: a Methodology and a GDSS Architecture. *European Journal of Operational Research*, 160, 291-307.

## PESQUISA OPERACIONAL PARA O DESENVOLVIMENTO

GOMES, L.F.A.M.; GOMES, C.F.S. & ALMEIDA, A.T. (2002) Tomada de Decisão Gerencial: Enfoque Multicritério. Editora Atlas, Rio de Janeiro.

OLSON, D.L. (2001). Comparison of three multicriteria methods to predict known outcomes. *European Journal of Operational Research*, 130, 576-587.

RANGEL, L.A.D.; SOARES DE MELLO, J.C.C.B.; GOMES, E.G. & GOMES, L.F.A.M. (2003). Avaliação da interiorização dos cursos da Universidade Federal Fluminense com o uso conjugado dos métodos UTA e MACBETH. *Investigação Operacional*, 23, 1, 49- 69.

SOARES DE MELLO, J.C.C.B, GOMES, E.G. & LINS, M.P.E. (2002). Análise multicritério da presença da Universidade Federal Fluminense com o uso do método MACBETH. *Revista Produção*, 11, 2, 53-67.

VINCKE, P. (1992) *Multicriteria Decision-aid*. John Wiley & Sons.