

caso 18

*Metodologia Multicritério de Apoio  
à Avaliação de Propostas  
em Concursos Públicos*

Carlos A. Bana e Costa

Instituto Superior Técnico,  
Univ. Técnica de Lisboa  
Av. Rovisco Pais, 1049-001 LISBOA  
(cbana@alfa.ist.utl.pt)  
CISED Consultores, Lda.  
Av. Almirante Reis, 219, 2.º Esq.,  
1000-049 LISBOA  
(cised@mail.telepac.pt)

José A. Antunes Ferreira

Instituto Superior Técnico,  
Univ. Técnica de Lisboa  
Av. Rovisco Pais, 1049-001 LISBOA  
CISED Consultores, Lda.  
Av. Almirante Reis, 219, 2.º Esq.,  
1000-049 LISBOA  
(cised@mail.telepac.pt)

Émerson C. Corrêa

CISED Consultores, Lda.  
Av. Almirante Reis, 219, 2.º Esq.,  
1000-049 LISBOA  
(cised@mail.telepac.pt)

## Resumo

As entidades que pretendam adquirir bens ou serviços ou executar empreitadas com recurso a financiamento público estão, na generalidade, obrigadas pela lei a seguir um processo de concurso público. Este artigo discute várias características que justificam o recurso à Análise Multicritério para apoiar a avaliação de propostas, e apresenta a metodologia desenvolvida e aplicada com sucesso pelos autores, enquanto consultores, em numerosos processos de concurso público. Alguns destes casos são utilizados para ilustrarem aspectos práticos relativos a cada uma das três fases fundamentais da metodologia proposta: estruturação dos critérios, construção do modelo de avaliação e elaboração de recomendações. Técnicas de sólida base científica são utilizadas – nomeadamente a abordagem MACBETH (Measuring Attractiveness by a Categorical Based Evaluation Technique) – assim como *software* para realizar análises de sensibilidade e de robustez dos resultados da aplicação do modelo. Estas análises são essenciais na elaboração de recomendações sobre a atractividade relativa ou intrínseca das propostas. Atenção particular é dedicada ao problema crucial da ponderação dos critérios de adjudicação.

### palavras-chave:

*Avaliação de propostas  
em concursos públicos.*

*Análise multicritério.*

*MACBETH.*

*Casos reais.*

# 1 Introdução

---

As entidades que pretendam adquirir bens e serviços ou executar empreitadas com recurso a financiamento público estão, na generalidade, obrigadas a seguir um processo de concurso público, seja no enquadramento legal comunitário seja no nacional.

Várias características específicas dos processos de avaliação de propostas em concursos públicos justificam o recurso a uma metodologia de apoio à decisão. Por exemplo, as comissões de avaliação têm o direito discricionário de julgar, mas não de forma arbitrária, pelo que é essencial que estejam habilitadas a justificar de forma bem fundamentada, clara e não ambígua, as suas opções de avaliação e os seus julgamentos sobre o valor das propostas, para que as entidades adjudicantes possam garantir que as suas decisões respeitam os princípios de igualdade de tratamento dos concorrentes e a transparência na afectação de recursos públicos. Outro aspecto é que, depois de publicado o Anúncio e o Programa do Concurso, não é mais possível introduzir qualquer alteração no conjunto de critérios (e subcritérios) de apreciação, o que atribui uma relevância crucial à actividade prévia de definição e estruturação dos critérios e das regras de avaliação.

A *metodologia multicritério de apoio à decisão* (cf. Bana e Costa, 1990) é a que defendemos como a mais adequada às características próprias deste tipo de contexto de decisão. Uma convicção de base é a de que a introdução explícita de diversos critérios é um caminho melhor para uma tomada de decisão robusta, quando se enfrenta um problema multidimensional, do que a simples consideração de um único critério de avaliação, como seja o do preço mais baixo.

Neste sentido os autores desenvolveram, ao longo dos últimos anos, uma metodologia multicritério específica, que se tem aplicado (validado e aperfeiçoado) em numerosos concursos públicos, lançados por entidades como o Metropolitano de Lisboa, E.P., o Metro do Porto, S.A., a Gás de Portugal SGPS, S.A., o IPE – Águas de Portugal, S.A., e a Associação Industrial Portuguesa, entre outras. É nesta experiência que se baseia este artigo.

A metodologia segue as três fases fundamentais definidas por Bana e Costa (1992), *estruturação, avaliação e elaboração de recomendações*, e integra técnicas de sólida base científica, nomeadamente

a abordagem MACBETH (*Measuring Attractiveness by a Categorical Based Evaluation Technique*), (cf. Bana e Costa e Vansnick, 1995, 1997 e 1999), para a construção do modelo de avaliação propriamente dito. Além disso, recorre-se a *software* específico para proceder a análises de sensibilidade e de robustez sobre os resultados da aplicação do modelo, as quais são essenciais na *elaboração de recomendações* a respeito da atractividade (relativa ou intrínseca) das propostas; de facto, nunca se deve dar por encerrado o processo de avaliação antes de discutir a sensibilidade/robustez das recomendações que emergem da aplicação do modelo.

Importa deixar desde já claro que, como da leitura do caso se entenderá, a mera atribuição directa de “pesos” a critérios mal definidos e de pontuações às propostas, e depois calcular pontuações globais por soma ponderada, não pode considerar-se uma “análise multicritério”.

## 2 Contexto de decisão

### 2.1 Como se desenrola um processo de concurso público

O primeiro passo metodológico de qualquer estudo de apoio à decisão é caracterizar o contexto em que o mesmo decorre. Para se perceber o contexto de um processo de concurso público é importante saber que a organização de um processo deste tipo pressupõe a preparação de um conjunto de documentos e a observância de um conjunto de formalidades, que mais não seja por imperativo legal.

Assim, para *lançar* o concurso é necessário que esteja definido o seu *objecto*. O documento que o define depende do tipo de concurso, por exemplo, o projecto de uma obra a executar, as especificações técnicas de equipamentos, os termos de referência de uma prestação de serviços, e outros.

Também é necessário especificar as condições do fornecimento pretendido, nos seus múltiplos aspectos, nomeadamente técnicos e administrativos. O documento respectivo designa-se genericamente por Caderno de Encargos (a denominação Caderno de Encargos refere-se a fornecimento de obras públicas; no caso de fornecimento de serviços, o documento equivalente é designado por Termos de Referência) e consta usualmente de duas secções: “Cláusulas Gerais”, relativas aos aspectos de natureza mais administrativa, como prazos, forma de remuneração, tipo de seguros, impostos, etc.; e “Cláusulas Técnicas”, que tratam dos processos técnicos relacionados com a forma de execução do serviço, bem ou empreitada, que se pretende contratar. O caderno de encargos define, portanto, todas as obrigações e deveres, quer do adjudicatário quer do adjudicante.

Os documentos acima referidos definem o objecto a concurso e as condições de fornecimento, e terão de ser tornados públicos no momento de lançamento do concurso.

Também antes do lançamento do concurso será necessário elaborar o Programa do Concurso, que define exactamente os moldes em que o concurso vai ser lançado – nomeadamente no que respeita aos

prazos de apresentação de propostas, ao local onde as propostas deverão ser entregues, às condições impostas aos interessados para que se possam apresentar a concurso, à forma como a proposta será apresentada –, e divulga “por ordem decrescente de importância” os critérios que serão utilizados na apreciação e avaliação das propostas, e, se for caso disso, os critérios de rejeição.

O lançamento do concurso consubstancia-se na publicação de um Anúncio do Concurso (no “Diário da República”, a nível nacional, e também num jornal de grande circulação), que resume o Programa do Concurso. Só então se considera o concurso formalmente lançado, e os interessados poderão então consultar o respectivo processo, que é constituído pelos documentos atrás referidos.

Enquanto preparam as suas propostas, os potenciais concorrentes podem formular questões sobre o processo do concurso, as quais terão de ser obrigatoriamente respondidas pela entidade concursante. Durante este período, a entidade concursante poderá também (embora tal não seja obrigação legal) divulgar um Regulamento de Avaliação das Propostas, especificando nomeadamente os pesos dos critérios e a forma da sua operacionalização e as regras de avaliação.

Usualmente, no primeiro dia útil seguinte à data limite de apresentação das propostas procede-se ao *acto público de abertura* das mesmas, conduzido por uma Comissão de Abertura para o efeito designada pela entidade adjudicante, e onde poderão participar os representantes de todas as entidades que apresentaram propostas. A forma como este acto público decorre está legalmente regulamentada, e nele a Comissão terá de decidir sobre (e registar em *acta*) a admissibilidade ou não dos concorrentes e respectivas propostas, com base apenas numa verificação da validade dos documentos que integram as propostas.

Só depois do encerramento do acto público pode começar o trabalho da Comissão de Avaliação das Propostas, designada pela entidade adjudicante, que poderá ser assessorada por especialistas na análise técnica das propostas, e *pedir esclarecimentos* quer aos concorrentes, sobre dúvidas de interpretação dos elementos apresentados, quer a entidades terceiras, sobre a real capacidade financeira e técnica do concorrente. Por fim, a Comissão de Avaliação deverá produzir uma proposta de decisão, devidamente justificada num Relatório de Avaliação, que será enviado a todos os concorrente para sobre ele se pronunciarem, de uma forma escrita ou oral, num prazo pré-determinado. Após a recepção dos *comentários dos concorrentes* deverá a Comissão produzir uma proposta definitiva de adjudicação, à entidade contratante, que contemple já os comentários produzidos pelos concorrentes.

A conclusão do processo é da responsabilidade da entidade adjudicante, e não será aqui detalhada por já estar para além da fase de avaliação.

## 2.2 Condicionantes de natureza metodológica

Um dos méritos fundamentais de suportar o processo de avaliação num modelo multicritério é torná-lo coerente e claro, desde a elaboração do Programa do Concurso até ao momento final da tomada de decisão. Caracterizar devidamente o contexto de decisão é fundamental para garantir um

adequado e eficaz processo de avaliação. Importa começar por identificar bem o papel dos vários actores envolvidos e quais as condicionantes do processo.

Uma das mais importantes condicionantes em concursos públicos prende-se com o facto de o adjudicatário estar legalmente obrigado a divulgar, no Anúncio e no Programa do Concurso, os critérios de apreciação por ordem decrescente de “importância”, podendo ou não, desde logo, divulgar os respectivos coeficientes de ponderação (pesos relativos).

Uma primeira consequência é que, uma vez divulgados os critérios é legalmente inaceitável (conforme pareceres jurídicos, com que concordamos) vir a proceder a qualquer avaliação das propostas segundo um dado critério, com base na aplicação de uma soma ponderada de pontuações a elas atribuídas em aspectos desse critério, os quais não tenham sido formalmente enunciados como subcritérios no Programa do Concurso. Esta condicionante torna difícil a avaliação das propostas em critérios tais como a *qualidade técnica da proposta*, nomeadamente em projectos ou equipamentos de elevada complexidade, visto que existem, normalmente, numerosos indicadores e características que se pretende levar em consideração na avaliação por um tal critério. Veremos, na Secção 4.2.2, como ultrapassar este problema pela “técnica dos determinantes”.

Além disso, a exigência de divulgação da ordem de “importância” dos critérios (e subcritérios) implica que os respectivos pesos relativos (ou, pelo menos, a sua ordenação) sejam definidos antes de conhecidas as propostas. Este facto introduz um outro problema metodológico, pois que a determinação de pesos sem referência aos domínios da variação dos impactes nos critérios é teoricamente incorrecta, não tendo significado matemático no quadro de um modelo aditivo de agregação de preferências. Veremos, na Secção 5, como resolver este problema.

### 3 Fases de construção do modelo multicritério

Para apoiar o desenrolar do processo de concurso propomos um esquema metodológico de base (Figura 1) – que deve entender-se como genérico, e portanto ser ajustado em função de cada tipo particular de concurso –, que integra as seguintes tarefas principais de estruturação e construção de um modelo multicritério:

- *Caracterização do contexto de decisão*, identificando os actores envolvidos e as condicionantes do processo;
- *Definição dos critérios de rejeição e dos critérios de avaliação*, através da identificação e estruturação de todos os aspectos, considerados relevantes, para a apreciação e avaliação das propostas;
- *Construção de um descritor de impactes em cada critério de avaliação*, com base no indicador ou nos sistemas de indicadores, e características que permitem operacionalizar esses critérios;

- *Determinação de coeficientes de ponderação*, que operacionalizam a noção de “importância relativa” dos critérios de avaliação, no quadro de um modelo aditivo de agregação, aplicando o método MACBETH;
- *Apreciação dos impactes das propostas* nos vários critérios;
- *Avaliação parcial das propostas* em cada critério, pela construção de escalas de valor cardinal, aplicando nomeadamente o método MACBETH;
- *Cálculo do valor global de cada proposta*, pelo modelo aditivo de agregação;
- *Análises de sensibilidade e de robustez dos resultados*, de forma a permitir uma adequada elaboração de recomendações.

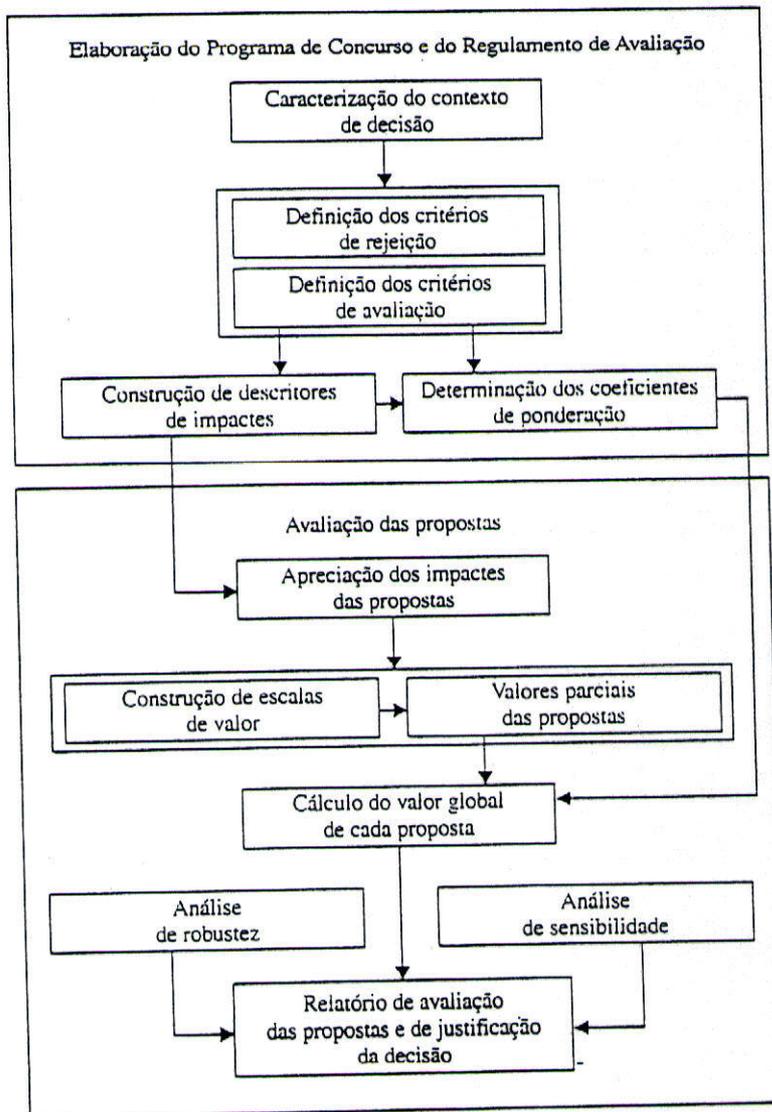


Figura 1  
Esquema metodológico.

## 4 Fase de estruturação

### 4.1 Definição dos critérios de rejeição e dos critérios de avaliação

A actividade de definição dos critérios é essencial à apreciação dos impactes das propostas e à sua avaliação propriamente dita, e tem uma importância acrescida em concursos públicos, uma vez que, como foi já dito, após a publicação do Anúncio e do Programa do Concurso não se podem alterar os critérios (e eventuais subcritérios) neles enunciados. Um dos contributos mais importantes da metodologia multicritério é, precisamente, permitir assegurar que a definição dos critérios seja coerente com os procedimentos de avaliação que serão posteriormente adoptados.

No contexto definido, um critério serve para apreciar propostas em termos de um determinado ponto de vista fundamental. Existem dois tipos de critérios: critérios de rejeição e critérios de avaliação.

Um ponto de vista (PV) explicita “valores” e pode ser um qualquer aspecto – objectivos, preocupações, indicadores, características, atributos, restrições, etc. –, considerado relevante para a apreciação de concorrentes ou a avaliação de propostas. Um ponto de vista fundamental (PVF) é um fim em si mesmo (“é importante porque é importante, reflecte um valor fundamental”). Um PVF pode ser um ponto de vista singular ou ser formado por vários pontos de vista elementares – isto é, um “fim” para o qual contribuem vários aspectos “meios”. Para auxiliar na identificação de pontos de vista e distinguir “fins” de “meios” em problemas de maior complexidade, é útil recorrer a técnicas de estruturação, como a construção de “mapas cognitivos” com base em perguntas simples, para suscitar a reflexão, como, por exemplo, “porquê, ou para quê, é este aspecto importante?” (ver exemplos em Bana e Costa, *et al.*, 1998 e 1999).

No entanto, para que um ponto de vista “fim” possa tomar-se como fundamental, não é suficiente existir o desejo de proceder a uma apreciação/avaliação restrita ao conjunto dos aspectos elementares que o formam, isto é, independentemente dos impactes noutros pontos de vista. É também necessário que o desenrolar do processo de estruturação confirme a validade da “hipótese de isolabilidade” que essa vontade encerra. Neste sentido, um critério é (deve ser) um eixo de avaliação isolável, isto é, deverá possibilitar ordenar as propostas em termos do respectivo PVF, independentemente dos impactes noutros pontos de vista. A isolabilidade é crucial para a aplicação de qualquer método multicritério, mas outras hipóteses de independência devem também considerar-se no âmbito da agregação aditiva (ver Secção 5). Esta é a razão pela qual, muitas vezes, diversos pontos de vista identificados como “fins” têm que ser agrupados num mesmo critério de avaliação.

A inteligibilidade (não ambiguidade), operacionalidade e a isolabilidade são propriedades básicas de cada PVF, e, conseqüentemente, de cada critério (ou de cada subcritério), seja de avaliação seja de rejeição.

Os critérios de rejeição traduzem a intenção deliberada de fazer cumprir, pelos concorrentes, limiares de admissibilidade, e só proceder à avaliação comparativa de propostas de concorrentes que os apresentem. Embora tal não constitua regra geral, em muitos concursos públicos os critérios de avaliação dizem respeito às propostas propriamente ditas, remetendo para critérios de rejeição PVFs relativos aos concorrentes, tais como a sua experiência ou a sua situação económico-financeira, para evitar que concorrentes, por exemplo detentores de experiência, que dá garantias de uma boa prestação, sejam postos em situação de não igualdade na comparação das suas propostas com as de outros que têm uma experiência muito superior. Considerações idênticas podem fazer-se para a situação económico-financeira das empresas. No entanto, um contra-exemplo é dado pelo concurso para a “empreitada de projecto e construção da linha Alameda-Expo-Moscavide”, do Metropolitano de Lisboa, E.P., em que um dos critérios de apreciação era a *situação e capacidade económico-financeira das empresas do grupo concorrente*.

Obviamente, podem considerar-se nos critérios de admissibilidade PVFs, os quais também o serão nos critérios de avaliação. Por exemplo, no concurso acima referido foi imposto que o prazo global não deveria exceder 40 meses, e um dos critérios de comparação dizia respeito aos prazos propostos.

Um ponto de vista pode ser de natureza muito geral, constituindo-se numa *área de preocupação* integrando vários PVFs mais específicos. Neste caso, podem-se considerar dois níveis de especificação para definir os critérios de avaliação, associando um critério à área de preocupação e subcritérios aos seus PVFs, constituindo-se os subcritérios em eixos isolados de avaliação. Nestes casos, é útil representar os critérios e subcritérios em forma de estrutura arborescente. As Figuras 2, 3 e 4 mostram as *árvores de critérios de avaliação* de três concursos públicos internacionais, para a adjudicação, respectivamente, do “projecto, construção, equipamento, financiamento e operação por um curto período de tempo, de um sistema de metro ligeiro na Área Metropolitana do Porto”, e da sua “fiscalização e controlo da construção”, ambos lançados pelo Metro do Porto, S.A., e da “empreitada de projecto e construção dos toscos da estação do Terreiro do Paço, do Metropolitano de Lisboa, E.P., do túnel rodoviário e do interceptor de efluentes domésticos”.

O conjunto dos critérios de avaliação deve ser, dentro do possível, *conciso*, para evitar a armadilha que constitui a tentação, infelizmente comum, de reter como critérios de avaliação um grande número de aspectos (recorde-se o famoso número mágico, sete, de Miller, 1956). O conjunto dos critérios deve também ter o estatuto de família, que lhe é dado por duas propriedades (lógicas) de natureza intercritérios, a *exaustividade* e a *não redundância*. Esta última vai ao encontro da *concisão* (ou *minimalidade*) e tem muito a ver com a propriedade de *isolabilidade* dos PVFs. Infelizmente, não são raros os concursos em que são definidos como critérios diferentes vários indicadores, que afinal representam um mesmo PVF, introduzindo-se assim, no modelo, uma redundância, que terá como consequência a sobrevalorização do que deveria ser um só critério.

Por outro lado, a exigência de que a família de critérios seja *exaustiva* (ou completa) pode, de certo modo, funcionar contra a sua *concisão* e a *isolabilidade* de cada critério. Ou seja, o número de critérios não deve ser tão pequeno que se corra o risco de deixar de fora alguns aspectos fundamentais para a avaliação das propostas. Por exemplo, no caso a que se refere a Figura 4, inicialmente tinha sido considerado um conjunto de critérios, todos menos a *credibilidade do custo*, conjunto esse que um teste simples mostrou não ser exaustivo. De facto, perante a pergunta “se duas propostas forem indiferentes em cada um dos critérios já definidos, há alguma razão que possa levar a considerar uma *globalmente* melhor do que a outra?”, a resposta foi do tipo “sim, se soubéssemos que a estimativa dos custos é mais credível numa delas”. Note-se, que o facto de ser mais ou menos difícil operacionalizar de forma objectiva este PVF não justifica a sua exclusão, sob pena de o modelo de avaliação não ser completo. Por outro lado, a árvore de critérios da Figura 4 pode parecer não exaustiva, por não considerar, por exemplo, a experiência das empresas concorrentes. No entanto, este PVF foi considerado como *critério de rejeição* (ou *admissibilidade*) de concorrentes e não como *critério de avaliação* comparativa de propostas.

O resultado do processo de estruturação dos pontos de vista de comparação de propostas traduzir-se-á no preenchimento de uma *tabela de pontos de vista* do tipo indicado no Quadro 1. Tal como para os critérios e subcritérios de avaliação, distinguiremos também dois níveis de especificação dos pontos de vista elementares, os *indicadores* e *características* que os compõem. O Quadro 1 reproduz a parte relativa ao critério “Metodologia de trabalho”, da Figura 3.

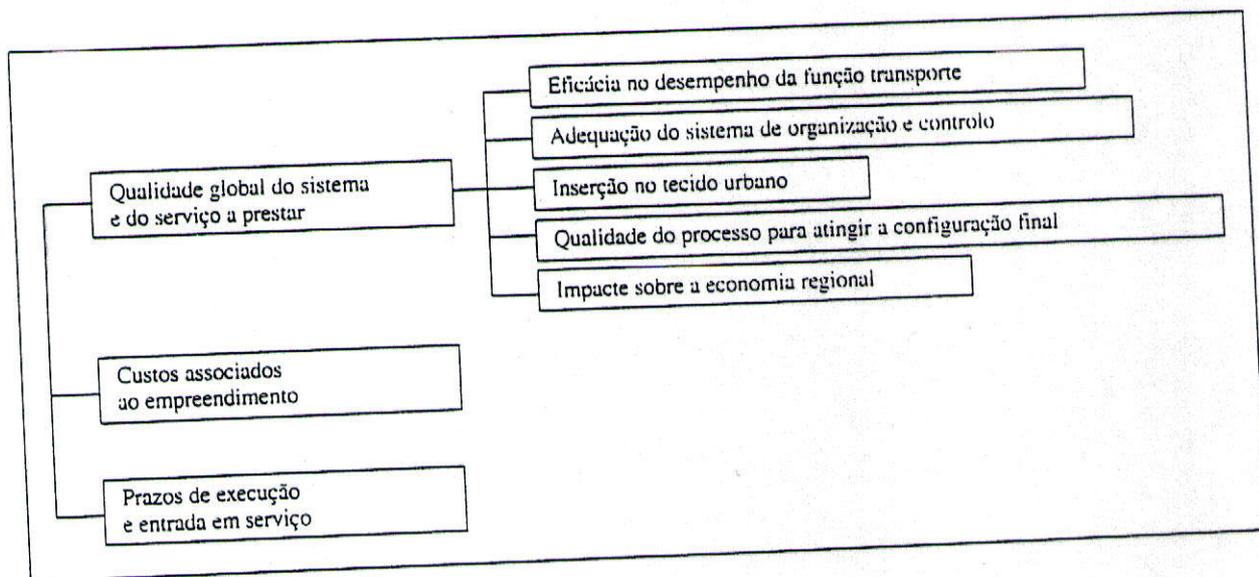


Figura 2  
Árvore de critérios de avaliação do concurso da rede do Metro do Porto.

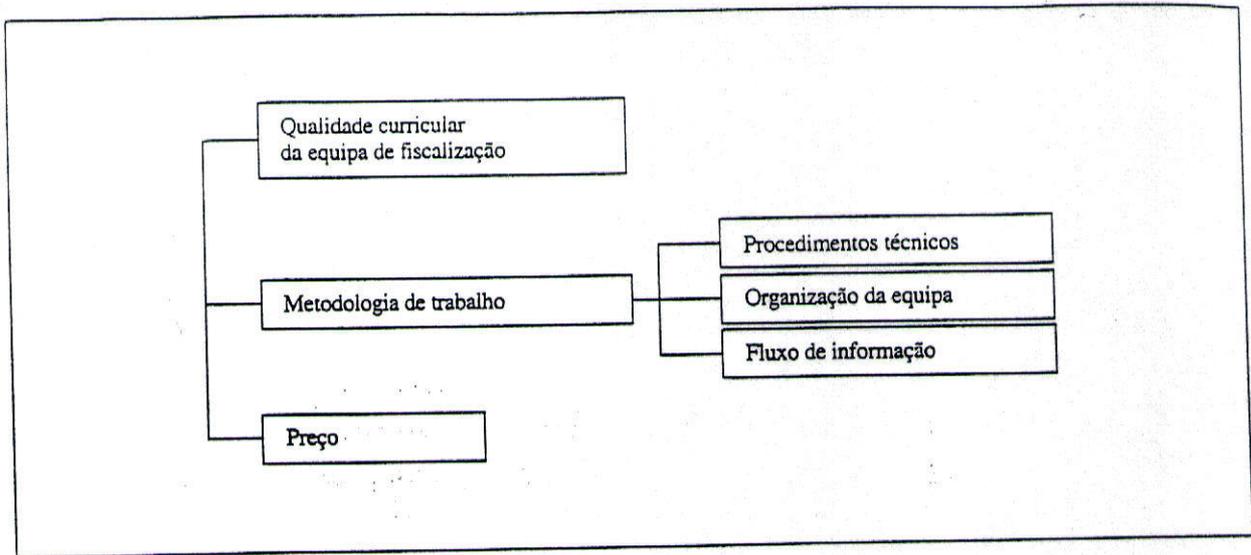


Figura 3  
Árvore de critérios de avaliação do concurso da fiscalização do Metro do Porto.

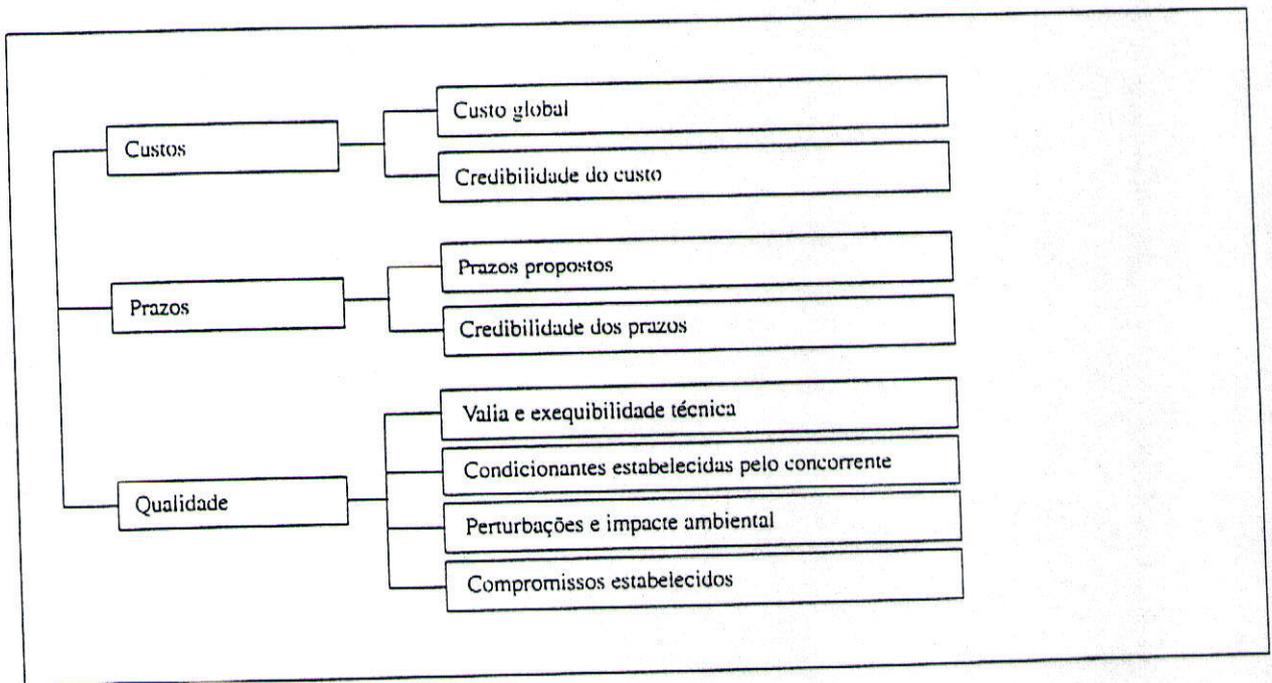


Figura 4  
Árvore de critérios de avaliação do concurso do Terreiro do Paço do Metropolitano de Lisboa.

## QUADRO 1

Exemplo do quadro de pontos de vista de comparação (Metro do Porto, S.A.)

Critérios	Subcritérios	Indicadores	Características
Metodologia de trabalho	Procedimentos técnicos	Revisão de projectos	Metodologia
		Gestão da informação	Fiabilidade do sistema Arquivo de informação Facilidade de utilização Suporte de raiz ao esquema de codificação de documentos do MP Localização e acessibilidade dos arquivos
		Gestão dos prazos	Procedimentos para aprovação do plano de trabalhos Base de dados Sistema de controlo de afectação de recursos Avaliação probabilística do cumprimento dos prazos Metodologia de actuação na correcção de desvios face ao planeado Software utilizado na gestão de prazos
		Gestão da qualidade	Estado de implementação do sistema da qualidade nas empresas Adequabilidade do sistema de qualidade proposto Adequabilidade do cronograma de implementação do sistema de qualidade
		Gestão da segurança	Estado de implementação do sistema de segurança no trabalho nas empresas Adequabilidade do sistema de segurança no trabalho proposto Adequabilidade do cronograma de implementação do sistema de segurança no trabalho
		Controlo de custos	Base de dados de custo da obra Sistema previsional de custos Metodologia para verificação de medições e facturações Metodologia para estabelecimento de preços novos Revisões de preço Interligação custo-prazo
	Organização da equipa	Organograma Dimensionamento da equipa Diagrama de carga de pessoal	
	Fluxo de informação	Processo de recolha de informação Fluxograma dos circuitos de informação	

## 4.2 Operacionalização dos critérios de avaliação

### 4.2.1 Construção de descritores de impactes

Como já foi dito, um critério de avaliação deve ser *isolável*, *inteligível* (*não ambíguo*) e *operacional*. Para operacionalizar um critério associa-se-lhe um *descriptor de impactes*. Formalmente, um descriptor é um conjunto ordenado de níveis de impacte plausíveis (quantitativos ou qualitativos) em termos do critério (Bana e Costa, 1992).

O adjectivo “plausível” reflecte a natureza contextual de um critério. Por outro lado, a ordinalidade dos níveis de impacte contribui para a *inteligibilidade* do critério e garante o respeito da exigência fundamental de *isolabilidade* – fazendo do critério uma escala (ordinal) de avaliação. Um exemplo é a operacionalização do critério *Prazo de entrega* pelo descriptor *número de dias de desvio em relação à data fixada* – e não pelo prazo em si –, quando uma unidade de tempo de atraso for considerada tão penalizadora quanto uma unidade de tempo de adiantamento.

Para além de *quantitativo* ou *qualitativo*, e *contínuo* ou *discreto*, um descriptor pode ser *directo* (natural) ou *indirecto* (dependendo dos seus níveis reflectirem, directamente ou não, o “fim” ou os “fins” em questão), ou ainda *construído*, isto é, um conjunto de níveis de referência definidos por um índice ou uma combinação holística de vários indicadores, integrados no critério ou subcritério respectivo.

No concurso lançado pelo Metropolitano de Lisboa, E.P. para a execução de uma empreitada integrada na construção da linha Alameda-Expo, foi definido o critério *Prazos*, com dois indicadores, *Prazo de conclusão da empreitada* e *Prazo de conclusão do viaduto*, este último condicionante do arranque de outras empreitadas. Porque razão cada um destes indicadores não foi associado a um critério (ou subcritério) de avaliação distinto? Porque a conclusão da empreitada não é “isolável” da conclusão do viaduto, uma vez que o prazo final pode depender do prazo intermédio, devido a relações de sequencialidade entre actividades sucessoras ou predecessoras da construção do viaduto. Os dois prazos tinham, assim, que ser avaliados em conjunto, e portanto o descriptor considerado é um descriptor *construído*, cujos níveis de impacte são perfis de prazos (neste caso, dois).

Regra geral, se for possível definir descritores naturais, este é o procedimento mais adequado, pois que, quanto mais *objectivo* o descriptor for menos ambíguo será o critério, e portanto menos controverso o modelo de avaliação, o que facilita a justificação da decisão final e vai ao encontro da exigência de não arbitrariedade no processo de avaliação. No entanto, mesmo quando existe, nem sempre o descriptor natural de um critério deve ser o escolhido, como no exemplo seguinte.

Dependendo das características próprias de cada concurso, em concursos diferentes (sejam ou não do mesmo tipo), um dado critério de avaliação pode ser operacionalizado por descritores diferentes. Por exemplo, ainda que o concurso seja sempre por “preço global”, ao *Custo de aquisição* de um equipamento pode associar-se o descriptor (natural) *preço proposto*, se o pagamento for feito todo de uma vez, ou o descriptor (indirecto) *preço proposto actualizado*, se o pagamento se realizar em prestações, ou ainda o *preço proposto revisto e actualizado* em contextos de inflação elevada. Em concursos em que

as quantidades a fornecer ou executar possam variar entre propostas, ou em concursos “por séries de preços”, o descritor pode ser mais elaborado. É o caso do concurso de fiscalização do Metro do Porto, S.A., em que foi definida no Programa do Concurso uma “equipa-tipo” e tomado como descritor, para comparação das propostas, o *preço (de comparação) que resulta da aplicação dos preços unitários propostos à equipa-tipo*.

#### 4.2.2 Definição de níveis de referência Bom e Neutro

Existem três razões diferentes que recomendam a identificação em cada descritor, de dois níveis de referência, de valor intrínseco no critério respectivo, que operacionalizam a ideia de uma proposta boa e de uma proposta neutra (ou seja, nem atractiva nem repulsiva):

1. A experiência tem revelado que o trabalho de identificação dos níveis *Bom* e *Neutro* contribui, em muito, para aumentar a inteligibilidade dos critérios. De facto, uma coisa é dizer que uma proposta é melhor do que outra no critério *Preço*, por exemplo, outra é especificar o que é considerado um preço bom ou um preço nem positivo nem negativo, isto é, neutro. O Quadro 2 mostra um exemplo da definição de níveis de referência.

2. A explicitação dos níveis *Bom* e *Neutro* de referência torna possível objectivar a noção de atractividade intrínseca de cada proposta, afectando-a a uma das seguintes categorias:

- *Proposta muito positiva*, quando for, pelo menos, tão atractiva quanto uma proposta fictícia boa;
- *Proposta positiva*, se for, pelo menos, tão atractiva como uma proposta fictícia neutra, mas menos atractiva do que uma proposta fictícia boa;
- *Proposta negativa*, se for menos atractiva do que uma proposta fictícia neutra.

Deste modo, para além de uma avaliação comparativa das propostas com vista à sua ordenação por ordem de atractividade relativa, ao explicitar os níveis de referência é possível apreciar o mérito intrínseco de cada uma delas. Desde que, nos documentos do concurso, se tenha reservado o direito de não adjudicar o serviço, a avaliação do valor intrínseco de cada proposta permite evitar, justificadamente, situações erróneas de escolha de uma proposta não adequada, mesmo que seja a “melhor” apresentada a concurso (no caso, a melhor de um conjunto de “más” propostas).

#### QUADRO 2

Exemplo de níveis intrínsecos de referência de preço – (Metropolitano de Lisboa, E.P.)

Bom	20% abaixo do valor neutro.
Neutro	Valor proposto actualizado = Valor da estimativa, actualizado com um cronograma financeiro uniforme.

3. A definição de dois níveis de referência permite utilizar um procedimento de ponderação dos critérios, simultaneamente adequado às características específicas de um concurso público e válido no enquadramento teórico da aplicação de um modelo aditivo de agregação, como veremos na Secção 5.

Quando um critério (ou subcritério) integra vários indicadores, o nível *neutro* (respectivamente, *bom*) é multidimensional e pode ter várias definições, por exemplo: "Todos os indicadores aos respectivos níveis *neutros* (respectivamente, *bons*).". Note-se que é também necessário explicitar níveis de referência nos indicadores. O Quadro 3 exemplifica esta situação para os indicadores do subcritério *Organização da equipa*, descritos no Quadro 1, conforme consta do Regulamento de Avaliação.

Ainda mais complexo será o caso de os indicadores serem conjuntos de "características", em que se pode aplicar o procedimento que designamos por *Técnica dos determinantes*.

### QUADRO 3

#### Exemplo de níveis de referência para indicadores (Metro do Porto, S.A.)

Indicador	Bom	Neutro
Organograma	Áreas de responsabilidade bem definidas e atribuições de competências, que tendem a minimizar as zonas de responsabilidade divididas. Dependências hierárquicas claramente atribuídas e não repartidas. Existência de delegações de competência automáticas em caso de ausências temporárias.	Áreas de responsabilidade bem definidas. Algumas dependências hierárquicas repartidas, porém claramente justificadas.
Dimensionamento da equipa	Dimensionamento da equipa que, garantindo um desempenho eficaz das funções da fiscalização, permite uma redução em relação à dimensão da equipa-tipo equivalente a 10%.	Um dimensionamento da equipa equivalente à equipa-tipo e que garanta um desempenho eficaz das funções da fiscalização.
Diagrama de carga de pessoal	Totalmente coerente com o planeamento físico da obra.	Diagrama com algumas incoerências pouco significativas.

A base metodológica da "técnica dos determinantes" é composta por três regras-chave de procedimento:

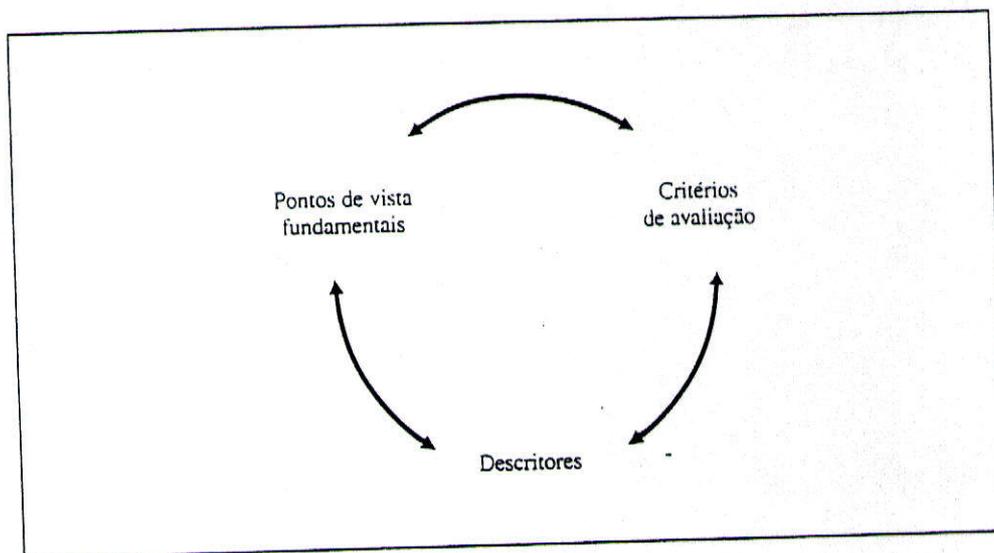
1. Estabelecer dois níveis de referência, "positivo (+)" e "neutro (o)", em cada característica;
2. Classificar cada característica como "determinante" (*D*), "importante" (*I*) ou "secundária" (*S*). Uma característica será "determinante" quando se considera que uma proposta que seja negativa (pior que neutro), numa característica determinante, é condição necessária e suficiente para ser considerada negativa (pior que neutra) no indicador. Note-se que esta ideia é semelhante à noção de "poder de veto" utilizada para modelizar situações não compensatórias (cf. Roy, 1990);
3. Definir o nível "bom" no indicador por: "Todas as características determinantes positivas e uma maioria de importantes positivas"; definir o nível "neutro" no indicador por:

“A maioria das características determinantes e importantes neutras, sem nenhuma negativa.” O Quadro 4 exemplifica esta situação para as características do indicador *Controlo de custos* (do subcritério *Procedimentos técnicos*) descritas no Quadro 1, conforme consta do Regulamento de Avaliação.

A definição dos descritores de impactes é uma actividade crucial da estruturação, que muitas vezes revela lacunas na família inicial de critérios de avaliação, que terá então de ser redefinida. De facto, a estruturação é um processo cíclico de aprendizagem (Figura 5).

**QUADRO 4**  
Exemplo de aplicação da técnica dos determinantes (Metro do Porto, S.A.)

Característica		(+) Positivo	(o) Neutro
Base de dados de custo da obra	I	Base de dados que possibilita estimativa de preços através de uma metodologia de preços compostos.	Base de dados adaptada ao andamento da obra.
Sistema previsional de custos	D	O sistema previsional de custos leva em conta o planeamento físico da obra.	O sistema previsional de custos é apenas baseado no andamento verificado no cronograma financeiro.
Metodologia para verificação de medições e facturações	I	Metodologia totalmente automatizada.	Metodologia baseada em processos totalmente manuais.
Metodologia para estabelecimento de preços novos	I	Os preços de mercado são sistematicamente recolhidos e também é feita análise por preços compostos.	Os preços de mercado são sistematicamente recolhidos.
Revisões de preço	S	A revisão de preços é verificada de forma automática e há um sistema de previsão dos índices de preços.	A revisão de preços é verificada de forma automática.
Interligação custo-prazo	D	Existe uma só base de dados para custos e prazos.	Existe uma validação entre os dois sistemas de gestão.



**Figura 5**  
O processo cíclico de estruturação.

## 5 Ponderação dos critérios de avaliação

Pelo modelo aditivo de agregação dos valores parciais  $v_j(p)$  de cada proposta  $p$  nos critérios ( $j = 1, \dots, n$ ), o valor global  $V(p)$  da proposta  $p$  numa família de  $n$  critérios é dado pela expressão geral

$$V(p) = \sum_{j=1}^n k_j \cdot v_j(p) \quad \text{com} \quad \sum_{j=1}^n k_j = 1 \quad \text{e} \quad k_j > 0 \quad \text{e} \quad \begin{cases} v_j(\text{bom}_j) = 100 \\ v_j(\text{neutro}_j) = 0 \end{cases} \quad (1)$$

em que os parâmetros  $k_j$  são *factores de harmonização (scaling factors)* das escalas de valor parcial  $v_j$  ( $j = 1, \dots, n$ ) – vulgarmente designados, em linguagem comum, por “coeficientes de ponderação” ou “pesos” relativos dos critérios –, que permitem transformar unidades de valor parcial em unidades de valor global. Por exemplo, se  $k_j = 0,20$ , cada unidade de valor parcial pelo critério  $j$  valerá 0,20 unidades de valor global. Os “pesos” são, portanto, *taxas de substituição* entre unidades de valor, que operacionalizam a noção de *compensação*. Por exemplo, se  $k_j = 0,20$  e  $k_{j'} = 0,10$ , a perda de uma unidade de valor parcial em  $j$  pode ser compensada pelo ganho de duas unidades de valor parcial em  $j'$ .

O procedimento compensatório de agregação aditiva é seguramente o mais utilizado de todos os métodos multicritério, permitindo não só ordenar as propostas em termos da sua atractividade global mas também apreciar diferenças relativas de atractividade global, isto é, *quanto* uma proposta é melhor do que outra, desde que as escalas  $v_j$  ( $j = 1, \dots, n$ ) tenham sido determinadas independentemente umas das outras [por isso, em termos matemáticos, as escalas  $v_j$  ( $j = 1, \dots, n$ ) terão de ser *escalas cardinais*, e então a escala  $V$  de valor global também o será]. Assim, para além da propriedade ordinal da *isolabilidade*, os PVFs  $j$  ( $j = 1, \dots, n$ ) terão ainda que respeitar a propriedade mais exigente da *independência no sentido das diferenças de atractividade* – também designada por *independência aditiva*, por ter directamente a ver com a exigência, requerida pela aditividade, de construir escalas cardinais de valor parcial nos critérios (cf. von Winterfeldt e Edwards, 1986). Considere-se, por exemplo, os indicadores *Dimensionamento da equipa* e *Diagrama de carga de pessoal*, do subcritério *Organização da equipa*, e os respectivos níveis de referência definidos no Quadro 3. É óbvio que os dois indicadores são mutuamente independentes em termos ordinais (*isoláveis*), visto que: 1) Entre duas propostas que apresentem diagramas de carga de pessoal com o mesmo nível de coerência, a melhor será sempre a que permitir uma maior redução da equipa-tipo de trabalho, independentemente do nível de coerência comum ser alto ou baixo; 2) Entre duas propostas que permitam igual redução da equipa-tipo, a melhor será sempre a que apresentar o diagrama de carga de pessoal mais coerente, independentemente da redução comum da equipa-tipo ser grande ou pequena. No entanto, os dois indicadores são *aditivamente dependentes*, pois que, por exemplo, uma redução de 10% na equipa-tipo é tanto mais atractiva quanto maior for a coerência do diagrama de carga de pessoal. Consequentemente, os dois indicadores não poderiam ser considerados como critérios de avaliação nem ponderados em separado.

Sendo os “pesos” taxas de substituição, a sua determinação terá obrigatoriamente que ser feita com referência às escalas de impactes dos critérios. Caso contrário, os “pesos” são arbitrários no quadro do modelo aditivo, como quando determinados directamente por referência à noção psicológica e intuitiva de *importância* (cf. Edwards, 1977 e Saaty, 1980).

Infelizmente existe, mais ou menos popularizada, toda uma panóplia de processos de ponderação directa que ignora estas considerações, sendo por isso teoricamente incorrectos (Keeney, 1992, refere-se a este erro como o *most common critical mistake*). É por esta razão que os procedimentos de ponderação correctos – como o clássico *trade off procedure* (Keeney e Raiffa, 1976; Keeney, 1992), ou o mais pragmático *swing weighting* (von Winterfeldt e Edwards, 1986; Goodwin e Wright, 1991) – baseiam o cálculo dos “pesos” (taxas de substituição), nas respostas dos avaliadores, a questões que requerem da parte destes a *comparação de alternativas de referência*, tradicionalmente definidas com base nos *melhores e piores níveis de impacte* das alternativas nos critérios.

Para exemplificar, imagine-se uma situação de avaliação de propostas envolvendo apenas os critérios *Prazo de execução* e *Preço global*, sendo o melhor e pior prazos propostos, respectivamente 35 meses e 40 meses, e o melhor e pior preços propostos, respectivamente 15 milhões e 20 milhões de contos. Seja (35 meses, 20 milhões de contos) o perfil de impactes de uma proposta fictícia *a*, e (40 meses, 15 milhões de contos) o da proposta fictícia *b*. Admita-se que, quando confrontada com a comparação global entre *a* e *b*, a Comissão de Avaliação julgou *a* mais atractiva do que *b*, o que significa que o dono da obra estaria disposto a prescindir de um ganho de 5 milhões de contos, de 20 para 15 milhões, para baixar o prazo de 40 para 35 meses. Neste caso, o modelo aditivo tomará, e bem, um valor *maior* para o peso do critério *prazo* do que para o peso do critério *custo* (desde que os valores parciais atribuídos aos melhores e piores impactes sejam, evidentemente, sempre iguais em todos os critérios, por exemplo, 100 e 0, respectivamente).

Suponha-se agora que, depois de aplicados os critérios de rejeição, se verificou que o pior prazo entre as propostas dos concorrentes admitidos é afinal de 39 meses, em vez de 40, e que o melhor prazo é de 36 meses, em vez de 35, mantendo-se o melhor e o pior preços. Isto é, o intervalo de variação do prazo seria entre 36 meses (que, nas condições acima estabelecidas, valeria 100 unidades de valor parcial por ser o de melhor impacte) e 39 meses (que passaria a valer 0, por ser o de pior impacte). Nestas circunstâncias, a Comissão de Avaliação deveria confrontar *a'* de perfil (36 meses, 20 milhões de contos) com *b'* de perfil (39 meses, 15 milhões de contos). Não é irrealista admitir que *b'* fosse agora julgada preferível a *a'*. Então, o peso do critério *prazo* passaria, necessariamente, a ser *menor* do que o peso do critério *custo*! Qual seria, afinal, o critério mais “importante”?

Este fenómeno – conhecido na literatura por influência dos intervalos de escala sobre os pesos dos critérios (cf. von Nitzsch e Weber, 1993) – é devido, no exemplo acima, à alteração dos limites do intervalo dos prazos, e evidencia bem quão incorrecto é atribuir valores directamente aos “pesos” sem referência aos impactes.

Entretanto, se recordarmos a obrigatoriedade legal de ordenar os critérios de avaliação por ordem de “importância”, nos Anúncios e Programas dos Concursos Públicos, forçosamente antes de serem

conhecidas as propostas, concluímos que é impossível nestas situações definir os pesos, ou simplesmente a sua ordenação, com referência aos melhores e piores impactes das propostas segundo os vários critérios, pois que estes impactes ainda não são conhecidos na altura da preparação daqueles documentos.

No entanto, matematicamente qualquer sistema não indeterminado de  $n - 1$  equações correspondentes a  $n - 1$  julgamentos entre alternativas, permite calcular os  $n$  pesos, sejam ou não elas alternativas de referência, definidas com base nos melhores e piores impactes. Assim sendo, para ultrapassar o problema colocado pela exigência de cálculo dos pesos *a priori*, basta que o processo de ponderação se baseie em níveis de impacte de *valor intrínseco*, como são os níveis *bom* e *neutro*.

Para ordenar os pesos dos critérios basta perguntar à Comissão de Avaliação:

“Considere-se a proposta fictícia ( $N$ ) neutra em todos os critérios. Sendo possível melhorar o impacte de *neutro* para *bom* num só critério, mantendo todos os demais ao nível *neutro*, qual o critério em que esta melhoria seria mais atractiva? E em seguida?”

A repetição desta questão, até se esgotarem os critérios, conduz directamente à ordenação dos pesos  $k_j$  ( $j = 1, \dots, n$ ). Para determinar os valores respectivos poder-se-ia, em seguida, utilizar qualquer dos processos de ponderação acima mencionados como teoricamente correctos. No entanto, o tipo de questões que eles obrigam a colocar aos avaliadores são, quanto a nós e por experiência prática, de resposta difícil.

Por isso, o processo de ponderação que utilizamos recorre ao modo de questionário da abordagem MACBETH, em que a Comissão de Avaliação terá apenas que julgar *qualitativamente*:

- O acréscimo de atractividade global da proposta fictícia  $N$  (“*neutro* em tudo”), provocado por melhorar o seu impacte de *neutro* para *bom* em cada critério  $j$  ( $j = 1, \dots, n$ ) - isto é, a diferença de atractividade entre as propostas fictícias  $a_j$  (*boa* em  $j$  e *neutra* nos outros critérios), e  $N$ ;
- Para cada par de critérios  $j$  e  $j'$ , tais que  $k_j > k_{j'}$ , a diferença de atractividade global entre passar de *neutro* para *bom* em  $j$ , em vez de passar de *neutro* para *bom* em  $j'$  - isto é, a diferença de atractividade entre as propostas fictícias  $a_j$  (*boa* em  $j$  e *neutra* nos outros critérios), e  $a_{j'}$  (*boa* em  $j'$  e *neutra* nos outros critérios).

A resposta a cada questão é feita pela escolha de uma das categorias MACBETH de diferença de atractividade:

Diferença de atractividade NULA (indiferença)	(categoria 0)
Diferença de atractividade MUITO FRACA	(categoria 1)
Diferença de atractividade FRACA	(categoria 2)
Diferença de atractividade MODERADA	(categoria 3)
Diferença de atractividade FORTE	(categoria 4)
Diferença de atractividade MUITO FORTE	(categoria 5)
Diferença de atractividade EXTREMA	(categoria 6).

As respostas às questões podem ser representadas numa matriz, como exemplificado na Figura 6, para os critérios e subcritérios do concurso da fiscalização do Metro do Porto, S.A., (Figura 3), conforme consta do respectivo Regulamento de Avaliação. A Figura 7 mostra o ecrã do módulo *weights* do software MACBETH com os resultados da aplicação do método à matriz dos critérios.

A definição dos critérios de avaliação e dos respectivos descritores, níveis de referência e coeficientes de ponderação são os elementos de informação multicritério necessários à elaboração do Programa do Concurso e do Regulamento de Avaliação.

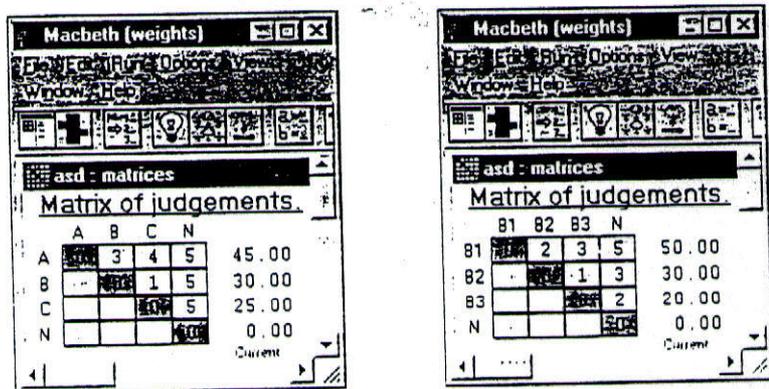


Figura 6  
Exemplos de matrizes  
MACBETH (Metro do Porto, S.A.).

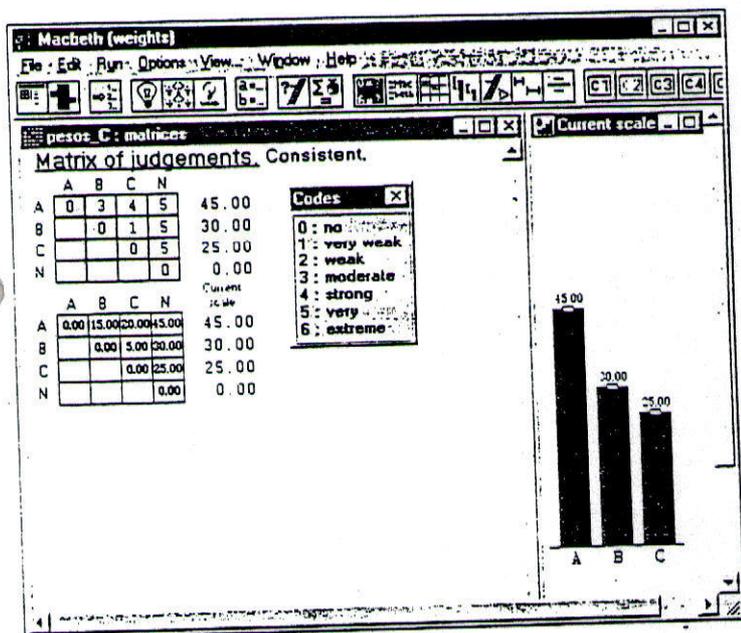


Figura 7  
Módulo *Weights*,  
do software MACBETH.

## 6 Fase de avaliação: estudo de um caso

### 6.1 Descrição do caso

O processo do “Concurso Público Internacional para a adjudicação do projecto, construção, equipamento, financiamento e operação por um curto período de tempo, de um sistema de metro ligeiro na Área Metropolitana do Porto”, lançado pelo Metro do Porto, S.A., em 1995, desenvolveu-se em três fases: 1.ª Fase – Pré-qualificação; 2.ª Fase – Selecção; e 3.ª Fase – Negociação. Debruçamo-nos em seguida sobre a 2.ª fase, em que se pretendia seleccionar dois dos concorrentes pré-qualificados, tendo concorrido quatro Agrupamentos (A1, A2, A3 e A7 – designações dadas na 1.ª fase) que apresentaram oito propostas, duas delas com uma variante cada, designadas por propostas 1.1, 1.2, 1.2’ e 1.3, apresentadas pelo Agrupamento A1; 2.1 e 2.2 do Agrupamento A2; 3.1 e 3.2 do Agrupamento A3; e 7.1 e 7.1’ do Agrupamento A7, tendo sido todas aceites.

Conforme consta do Relatório de Avaliação, “(...) a Comissão de Avaliação começou por adoptar, como fio condutor da sua metodologia de trabalho, um Regulamento de Avaliação das Propostas, que estabelece o suporte orgânico e o enquadramento processual e metodológico para o desempenho das suas funções. Como não podia deixar de ser, tal Regulamento adopta integralmente os critérios de apreciação fixados no (...) Programa de Concurso” (ver Figura 2 e Quadro 5). “De harmonia com o estabelecido no (...) Regulamento, a apreciação das propostas foi efectuada por aplicação de uma Metodologia Multicritério de Apoio à Decisão.”

O Regulamento e o Relatório de Avaliação descrevem a aplicação da metodologia nas etapas relativas à estruturação e à ponderação dos *critérios*. Os coeficientes de ponderação que resultaram da aplicação da abordagem MACBETH são os apresentados no Quadro 5.

QUADRO 5  
Coeficientes de ponderação

Critério/Subcritério	Coeficiente de ponderação
A – Qualidade global do sistema e do serviço	60%
A1 – Eficácia no desempenho da função transporte	21%
A2 – Adequação do sistema de organização e controlo	15%
A3 – Inserção no tecido urbano	12%
A4 – Qualidade do processo para atingir a configuração final	9%
A5 – Impacte sobre a economia regional	3%
B – Custos associados ao empreendimento	30%
C – Prazos de execução e entrada em funcionamento	10%

## 6.2 Avaliação parcial das propostas segundo os critérios e subcritérios

A Comissão de Avaliação começou por apreciar os impactes das propostas nos critérios e nos subcritérios, reportando-se aos documentos que constituem as propostas e baseando-se em relatórios pormenorizados de análise das propostas, reportada aos critérios e subcritérios e respectivos indicadores, da autoria de vários consultores externos. Depois, classificou as propostas em cada critério ou subcritério em muito positivas ( $\geq$  Bom), positivas ( $\geq$  Neutro e  $<$  Bom), ou negativas ( $<$  Neutro), e ordenou-as por ordem decrescente de atractividade (ver Quadro 6).

Por fim, a Comissão emitiu os seus juízos qualitativos de diferença de atractividade parcial para cada par ordenado de propostas, nos subcritérios A.1, A.2, A.3, A.4 e A.5, e nos critérios B e C. Por exemplo, os julgamentos respeitantes ao subcritério A.5 são os que constam da matriz MACBETH da janela esquerda do ecrã do módulo *scores* do *software* MACBETH, na Figura 8. A escala de valores parciais, resultante da aplicação do método a essa matriz, é a mostrada na janela direita.

O Quadro 7 mostra os valores parciais das propostas, resultantes da aplicação da abordagem MACBETH às matrizes dos juízos de diferenças de atractividade, formulados pela Comissão em cada um dos critérios e subcritérios acima listados.

QUADRO 6  
Ordenação das propostas em cada critério ou subcritério

A1	A2	A3	A4	A5	B	C
		3.1=3.2		3.1 7.1=7.1'		
<b>Bom</b>	<b>Bom</b>	<b>Bom=1.2</b>	<b>Bom=3.1=3.2</b>	<b>Bom=1.2=1.2'</b>	<b>Bom</b>	<b>Bom=1.2=1.2'</b>
3.1	1.1=1.3	1.2'	1.1	1.1=1.3	1.2=3.1=3.2	3.1=3.2
1.1	1.2'=7.1'	1.1=1.3	1.3	2.2	1.2'=2.2	1.1=1.3
1.3	2.1	2.1=2.2	7.1=7.1'		1.3=2.1	
1.2'=3.2=7.1'	2.2					
	1.2					
	3.1=3.2					
<b>Neutro=1.2=7.1</b>	<b>Neutro</b>	<b>Neutro</b>	<b>Neutro</b>	<b>Neutro</b>	<b>Neutro=1.1</b>	<b>Neutro=2.1=2.2=7.1=7.1'</b>
2.1	7.1	7.1	1.2=1.2'	2.1	7.1	
2.2		7.1'	2.1	3.2	7.1'	
			2.2			

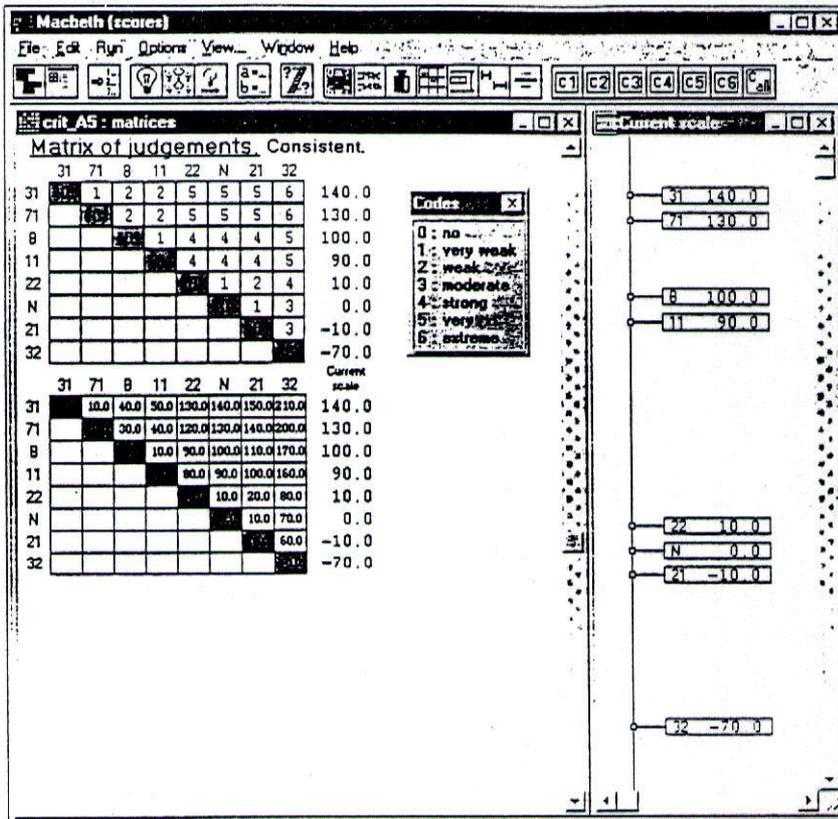


Figura 8  
Avaliação parcial das propostas no subcritério A5.

QUADRO 7  
Avaliação parcial das propostas nos critérios e subcritérios

	A1	A2	A3	A4	A5	B	C
1.1	66.7	84.6	63.6	72.7	90.0	0.0	60.0
1.2	0.0	23.1	100.0	-18.2	100.0	50.0	100.0
1.2'	11.1	69.2	90.9	-18.2	100.0	33.3	100.0
1.3	33.3	84.6	63.6	63.6	90.0	16.7	60.0
2.1	-33.3	53.8	45.5	-27.3	-10.0	16.7	0.0
2.2	-111.1	38.5	45.5	-36.4	10.0	33.3	0.0
3.1	88.9	15.4	118.2	100.0	140.0	50.0	70.0
3.2	11.1	15.4	118.2	100.0	-70.0	50.0	70.0
7.1	0.0	-23.1	-36.4	9.1	130.0	-116.7	0.0
7.1'	11.1	69.2	-54.5	9.1	130.0	-133.3	0.0
B	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
N	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

## 6.3 Avaliação global das propostas e análises de sensibilidade e robustez

### 6.3.1 Cálculo do valor global de cada proposta

Uma vez terminada a fase de avaliação parcial, a Comissão de Avaliação aplicou o modelo aditivo para calcular os valores globais das propostas, os quais permitem ordená-las em termos de atractividade global. A Figura 9 mostra que as duas propostas mais atractivas, 3.1 e 1.1, são de concorrentes diferentes, os Agrupamentos A.3 e A.1, respectivamente, pelo que a Comissão formou uma primeira ideia de recomendação de selecção que submeteu em seguida a análises de sensibilidade.

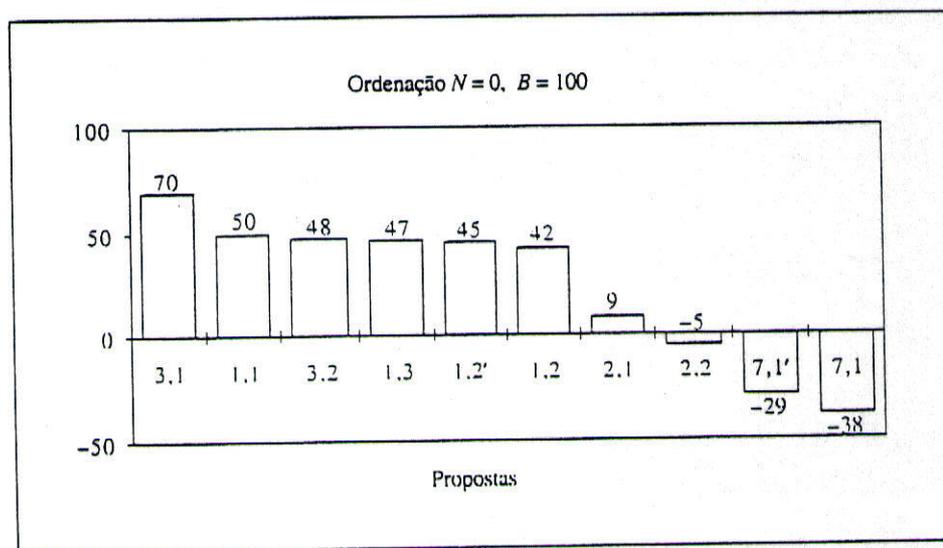


Figura 9  
Avaliação global das propostas.

### 6.3.2 Análises de sensibilidade e de robustez dos resultados

a) Face a variações dos valores parciais:

A sensibilidade da ordenação final das propostas face a variações de pontuações parciais foi analisada em múltiplos cenários, de entre os quais a Comissão de Avaliação entendeu destacar como mais relevantes os seguintes:

- Cenário de avaliação parcial das propostas pelo critério A (Qualidade), considerando coeficientes de ponderação iguais nos cinco subcritérios A.1 a A.5 (situação limite de respeito, em sentido lato, da ordenação de importância);
- Cenário de avaliação parcial das propostas pelo critério B (Custos), considerando uma função de valor linear no indicador "VAL do preço global proposto", ignorando todos os outros indicadores de custo;

- C. Cenário de avaliação parcial das propostas pelo critério C (Prazos), considerando uma função de valor linear no indicador "tempo médio de entrada em serviço", ignorando o tempo que decorre entre a adjudicação e a consignação;
- D. Cenário de valoração parcial das propostas nos três critérios A, B e C, considerando os cenários A, B e C em simultâneo.

Analisados os resultados da aplicação do modelo aditivo em cada um dos quatro cenários, a Comissão concluiu, conforme consta do Relatório de Avaliação: "Nos três primeiros cenários acima, as propostas 3.1 e 1.1 (por esta ordem) mantêm-se sempre como as de maior valoração global, só não se verificando isso para o cenário D (conjugação dos anteriores). Mas, ainda aqui se mantém a conclusão geral fundamental: existe sempre, pelo menos uma proposta do Agrupamento 3, e pelo menos uma proposta do Agrupamento 1, melhor classificadas em valor global do que qualquer proposta dos Agrupamentos 2 e 7".

*b) Face a variações dos coeficientes de ponderação:*

O tipo mais clássico da análise de sensibilidade nos pesos consiste em analisar as modificações que possam ocorrer na ordenação global das propostas quando se faz variar o coeficiente de ponderação de um dado critério (ou subcritério), mantendo a proporção entre os pesos dos demais. Por exemplo, a Figura 10 mostra o gráfico de análise de sensibilidade para o peso do subcritério A.2 obtido, usando o *software HIVIEW for Windows* (Krysalis, 1995).

No exemplo da Figura 10 o eixo das ordenadas representa a escala de valoração global, o eixo das abcissas representa a escala de variação, em percentagem, do coeficiente de ponderação do subcritério em causa (de 0% a 100%), a linha vertical representa o valor actual do seu peso e o tracejado representa o intervalo dentro do qual o peso pode variar mantendo a melhor proposta.

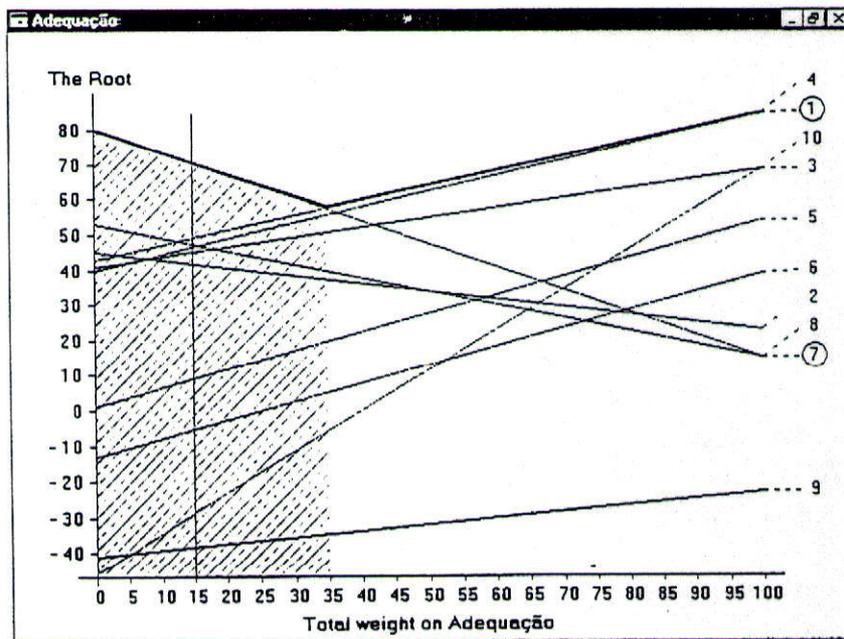


Figura 10  
Análise de sensibilidade  
para variações do peso  
do subcritério A.2.

Para além da análise de sensibilidade clássica, é muito interessante analisar a “robustez” (na acepção de Roy e Bouyssou, 1993) dos resultados da aplicação do modelo, fazendo variar vários pesos ao mesmo tempo, mas respeitando sempre a ordenação dos pesos definida no Programa de Concurso. O software *PROBE* (*Preference Robustness Evaluation*) for Windows (CISED, 1998) foi concebido precisamente para este efeito. A análise de robustez baseia-se no conceito de *dominância aditiva* (Bana e Costa, 1992; Bana e Costa e Vincke, 1995); diz-se que uma proposta  $x$  domina aditivamente uma proposta  $y$ , para uma determinada ordenação dos pesos, se a diferença entre os valores globais de  $x$  e  $y$  é sempre positiva, isto é,  $V(x) - V(y) > 0$ , para qualquer vector de pesos que respeite a ordenação definida. Obviamente, a relação clássica de *dominância* – definida por  $x$  domina  $y$  se e só se  $x$  não é pior que  $y$  em nenhum critério, e  $x$  é melhor que  $y$  em, pelo menos, um critério – *implica* a relação de *dominância aditiva*.

A Figura 11 mostra a *tabela de dominâncias* para o caso em questão. Como se pode ver, as propostas do Agrupamento A.2 (2.1 e 2.2) são dominadas por todas as propostas dos Agrupamentos A.1 e A.3. Por sua vez, as propostas do Agrupamento A.7 (7.1 e 7.1') são dominadas por, pelo menos, uma das propostas, tanto do Agrupamento A.1 quanto do A.3.

Como o objectivo da 2.<sup>a</sup> fase do concurso era classificar dois agrupamentos para posterior negociação, as conclusões acima corroboram, de forma robusta, a selecção dos Agrupamentos A.1 e A.3. Note-se que as conclusões da análise de robustez têm necessariamente que ser respeitadas por qualquer outra análise de sensibilidade aos pesos.

Dominance Table at Metro												
Dominance ▲ Additive Dominance +												
->	1.1	1.2	1.2'	1.3	2.1	2.2	3.1	3.2	7.1	7.1'	B	N
1.1					+	+			+	+		▲
1.2					+	+						
1.2'					▲	▲			+			+
1.3					▲	+			+	+		▲
2.1												
2.2												
3.1		+			+	+		▲	▲	+		▲
3.2					+	+			+			+
7.1												
7.1'												
B	▲	▲	▲	▲	▲	▲	+	+	+	+		▲
N												

Figura 11  
Análise de robustez sobre os pesos  
dos critérios e subcritérios.

## 7 Conclusões

Cada processo de concurso em que temos colaborado revelou ser um caso diferente, com problemas próprios e características específicas, que recomendam prudência na generalização e extrapolação de conclusões para outros contextos. No entanto é seguro apontar, como traço comum, que cada Comissão de Avaliação sempre manifestou em relação à metodologia multicritério de apoio à avaliação de propostas:

- Concordância com os pressupostos da sua aplicação;
- Facilidade em assimilar os seus princípios teóricos essenciais;
- Adesão natural à sequência de etapas de construção do modelo de avaliação;
- Satisfação com o contributo dado para assegurar coerência e correcção formal de procedimentos;
- E que o método nunca foi, ao longo de todo o processo, factor restritivo à decisão da Comissão de Avaliação, a quem competiu, sempre e em exclusivo, a formulação dos necessários juízos de valor.

### Referências

- Bana e Costa, C. A. (ed.), (1990), *Readings in Multiple Criteria Decision Aid*, Springer-Verlag, Berlim.
- Bana e Costa, C. A. (1992), "Structuration, Construction et Exploitation d'un Modèle Multicritère d'Aide à la Décision", Tese de Doutoramento, Universidade Técnica de Lisboa, Portugal.
- Bana e Costa, C. A., Corrêa, E. C., Ensslin, L. e Vansnick, J. C. (1999), "Mapping Critical Factors for the Survival of Firms: A Case Study in The Brazilian Textile Industry", *Decision Support Systems for Sustainable Development: A Resource Book of Methods and Applications*, G. Kersten, Z. Mikolajuk e A. Yeh (eds.), Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, pp. 197-213.
- Bana e Costa, C. A., Ensslin, L. e Costa, A. P. (1998), "Structuring the Process of Choosing Rice Varieties at the South of Brazil", *Multi-Criteria Evaluation in Land-Use Management*, E. Beinat e P. Nijkamp (eds.), Kluwer Academic Publishers, pp. 33-45.
- Bana e Costa, C. A. e Vansnick, J. C. (1995), "General Overview of the MACBETH Approach", *Advances in Multicriteria Analysis*, P. M. Pardalos, Y. Siskos, C. Zopounidis (eds.), Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, pp. 93-100.
- Bana e Costa, C. A. e Vansnick, J. C. (1997), "Applications of the MACBETH Approach in the Framework of an Additive Aggregation Model", *Journal of Multi-Criteria Decision Analysis*, 6, 2, pp. 107-114.
- Bana e Costa, C. A. e Vansnick, J. C. (1999), "The MACBETH Approach: Basic Ideas, Software and an Application", *Advances in Decision Analysis*, N. Meskens and M. Roubens (eds.), Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, pp. 131-157.

- Bana e Costa, C. A. e Vincke, P. (1995), "Measuring Credibility of Compensatory Preference Statements when Trade-Offs Are Interval Determined", *Theory and Decision*, 39, 2, pp. 127-155.
- CISED, Consultores, L.<sup>da</sup> (1998), *PROBE for Windows User Manual*.
- Edwards, W. (1977), "Use of Multiattribute Utility Measurement for Social Decision Making", *Conflicting Objectives in Decisions*, D. E., Bell, R. L., Keeney e H. Raiffa (eds.), John Wiley & Sons, pp. 247-276.
- Goodwin, P., Wright, G. (1991), *Decision Analysis for Management Judgement*, John Wiley & Sons.
- Keeney, R. L. (1992), *Value-Focused Thinking: A Path to Creative Decisionmaking*, Harvard University Press.
- Keeney, R. L. e Raiffa, H. (1976), *Decisions with Multiple Objectives: Preferences and Value Tradeoffs*, John Wiley & Sons.
- Krysalis, Ltd. (1995), *HIVIEW for Windows User Manual*.
- Miller, G. A. (1956), "The Magic Number Seven Plus or Minus Two: Some Limits on the Capacity for Processing Information", *Psychological Review*, 63, 2, pp. 81-97.
- Roy, B. (1990), "The Outranking Approach and the Foundations of ELECTRE Methods", *Readings in Multiple Criteria Decision Aid*, C. A. Bana e Costa (ed.), Springer-Verlag, Berlin, pp. 155-183.
- Roy, B. e Bouyssou, D. (1993), *Aide Multicritère à la Décision: Méthodes et Cas*, Economica, Paris.
- Saaty, T. L. (1980), *The Analytic Hierarchy Process*, McGraw-Hill.
- von Nitzsch, R. e Weber, M. (1993), "The Effect of Attribute Ranges on Weights in Multiattribute Utility Measurements", *Management Science*, 38, 8, pp. 937-943.
- von Winterfeldt, D. e Edwards, W. (1986), *Decision Analysis and Behavioral Research*, Cambridge University Press.

## Agradecimentos

Os autores agradecem ao Metro do Porto, S.A., na pessoa do seu director-geral, Sr. Eng.º João Porto, a autorização concedida para utilizar neste artigo elementos relativos aos concursos que acompanharam. Os autores agradecem também aos membros das Comissões de Avaliação, que têm vindo a assessorar, terem-lhes proporcionado a realização de um trabalho intelectualmente gratificante e catalisador do desenvolvimento metodológico apresentado neste caso.