

## *Considerações Multicritério num Problema Custo-Benefício*

Carlos A. Bana e Costa (\*)

Pedro Afonso Fernandes (\*\*)

### RESUMO

A Análise Custo-Benefício (ACB) é um método de avaliação de projectos, com fundamento microeconómico. Apoiando-se no mecanismo de preços enquanto *indicador* das preferências colectivas, a ACB tem sido muito utilizada na avaliação de projectos de carácter público (equipamentos colectivos, infraestruturas básicas, etc.).

Aplicada como uma metodologia normativa de avaliação multicritério, a ACB deveria reflectir, na teoria e na prática, a natureza complexa e subjectiva que caracteriza, em geral, os processos de tomada de decisão. Por isso defende-se nesta comunicação uma postura mais construtiva, mais interactiva, menos hermética e menos tecnocrática para os estudos custo-benefício.

Assumindo-se que um processo de decisão não pode ser conduzido com base numa metodologia puramente objectiva, salienta-se a relevância de uma aproximação entre a ACB e a metodologia Multicritério de apoio à decisão; apontando-se alguns aspectos nos quais essa simbiose poderá ser profícua, desenvolve-se, de seguida, um modelo que integra as duas aproximações numa perspectiva de complementariedade: o *Modelo-Básico*; neste, *externalidades* e os *bens intangíveis* (presentes em situações de falha de mercado, de falha de Estado ou de ausência de mercado) são incorporados na análise recorrendo à *perspectiva* do “apoio multicritério à decisão”. Os propósitos subjacentes a um estudo custo-benefício são, porém, grandemente mantidos.

**Palavras-Chave:** Análise Custo-Benefício, Apoio Multicritério à Decisão, Decisão Pública

---

(\*) Professor do Departamento de Economia da Universidade Lusíada, Lisboa; Professor do Instituto Superior Técnico; Investigador do CESUR; Doutor em Engenharia de Sistemas (Instituto Superior Técnico); Mestre em Planeamento Regional e Urbano (Universidade Técnica de Lisboa); Engenheiro.

(\*\*) Economista (Faculdade de Economia da Universidade Nova de Lisboa - CEGE); Mestre em Planeamento Regional e Urbano (Universidade Técnica de Lisboa); Doutorando em Economia (Faculdade de Economia da Universidade Nova de Lisboa).

## 1 Introdução

A Análise Custo-Benefício (ACB) é uma metodologia monocritério de avaliação de projectos, muito utilizada no sector público, cuja base teórica se situa na Microeconomia “clássica”, em particular na Economia do Bem-Estar. A ideia subjacente à ACB é simples: partindo das preferências individuais de cada membro da sociedade, procura quantificar benefícios e custos e, agregando-os, deduzir as preferências da sociedade. Essa agregação é feita utilizando como unidade comum a moeda, porque se assume que os preços de mercado reflectem, dentro de certas hipóteses, as preferências individuais e o custo de oportunidade associado aos recursos (ou inputs) utilizados. O cruzamento de benefícios e custos como critério de avaliação de projectos tem subjacente o *critério de eficiência económica de Kaldor-Hicks* (também conhecido por *movimento potencial de Pareto*); este critério argumenta que um movimento na economia será desejável do ponto de vista da eficiência se, numa situação em que os indivíduos que ganham compensem os que perdem, ninguém estará pior e pelo menos um indivíduo estará melhor. No fundo, caso a compensação seja feita, está-se perante um *movimento (efectivo) de Pareto*. Ora, quando os benefícios ultrapassam as perdas, existe a possibilidade da economia efectuar um movimento de Pareto porque é possível compensar os perdedores e melhorar o bem-estar tanto dos ganhadores como dos perdedores; evidentemente, o movimento só será *efectivo* se as compensações forem feitas.

O Apoio Multicritério à Decisão (AMCD) encerra, por um lado, uma postura construtivista face à tomada de decisão, que se consubstancia no reconhecimento da interactividade da actividade do apoio à decisão, e, por outro lado, um conjunto de métodos e técnicas para o exercício dessa actividade. Herdando os desenvolvimentos da ciência que se emancipou isolando a decisão como objecto científico, o AMCD encara o fenómeno decisional de uma forma mais compreensiva quando comparada com a visão cartesiana subjacente às teorias microeconómicas e, conseqüentemente, à ACB. Em particular intensas, as influências das abordagens sistémica, organizacional e multiracional reflectem-se nas convicções que norteiam o AMCD (Bana e Costa, 1993a), apesar das diferenças internas: o reconhecimento da natureza subjectiva, multidimensional e processual da tomada de decisão.

Seguindo uma abordagem construtiva, este artigo procura identificar diferenças e semelhanças entre ambas as abordagens (§ 2), propondo, de seguida, um modelo de

integração: o *Modelo-Básico* (§ 3) e respectivas *Extensões* (§ 4). Termina-se com algumas notas conclusivas (§ 5).

## 2 O Apoio Multicritério à Decisão e a Análise Custo-Benefício

É corrente na literatura a exploração de uma certa *tensão* entre a ACB e o AMCD. Os defensores da primeira relembram a base teórica da ACB e criticam alguma arbitrariedade presente no AMCD (por exemplo, devido ao grande número de métodos e técnicas) (Canhoto, 1994 e 1995). Os defensores do “multicritério”, encarando a actividade do apoio à decisão numa perspectiva de processo de aprendizagem, defendem que métodos “auxiliares” da tomada de decisão não devem *tomar* as decisões pelos decisores mas, tão só, *ajudá-los* na construção das suas preferências, necessariamente subjectivas. Nesta perspectiva, critica-se a ACB, baseada em conceitos dedutivos (e, como tal, dependente de axiomas), na sua busca quimérica da objectividade e de soluções *óptimas* (em vez de soluções *satisfatórias*), reduzindo a multidimensionalidade das situações complexas de decisão a um único critério (empobrecendo-se, assim, a modelização das estruturas de preferências) e apresentando um carácter mais hermético, tecnocrático, não interactivo (Roy e Hassan, 1994). Poucos são os autores que ressalvam uma consideração complementar das duas abordagens (Nijkamp et al., 1990) (Hanley e Spash, 1993) (Gregory et al., 1993).

Muitas das críticas de ambas as partes pecam por excessiva ingenuidade e imprecisão. Por exemplo, os opositores do AMCD criticam frequentemente o trabalho do “facilitador” (em contraponto a “analista”), ficando chocados com a sua postura (necessariamente) não neutra e esquecendo o papel importantíssimo que ele pode ter num processo de aprendizagem por parte dos decisores das suas estruturas de preferências. Por outro lado, a crítica à utilização dos preços como supostos “coeficientes de importância” que ignoram os sistemas de valores dos actores, esquece que o *critério de eficiência de Kaldor-Hicks* - subjacente à ACB - não é um conceito deduzido à margem das preferências sociais.

Importa compreender que ambas as abordagens são fundamentalmente diferentes, possuindo qualidades intrínsecas que um exercício de aproximação poderá, certamente, explorar com benefício mútuo.

Em primeiro lugar, uma ACB é passível de integração numa perspectiva de apoio à decisão, como sustentam (Roy e Bouyssou, 1993, pp. 25). Aliás, Dasgupta e Pearce (1978, Cap. 1) referem, explicitamente, que uma ACB nunca deverá ser confundida com a tomada de decisão propriamente dita.

Em segundo lugar, em determinados contextos decisoriais, um estudo custo-benefício poderá fornecer, numa determinada etapa de um processo de apoio à decisão, uma base de entendimento e consenso entre os actores, salvaguardando, simultaneamente, os interesses dos *agidos*<sup>1</sup>.

Em particular, um estudo deste tipo poderá ser relevante em contextos de *decisão pública*, i.e., em decisões que, dada a sua natureza ou impacto, afectam a sociedade, ou largos grupos dela, de uma forma significativa<sup>2</sup>. Neste campo, é óbvio o interesse de um método que, intrinsecamente, procura isolar as preferências da sociedade (as hipóteses e as condicionantes de uma ACB podem desvirtuar este objectivo - também ele normativo - mas não o conseguem eliminar completamente, dado o carácter intrínseco do mesmo).

Esta questão não elimina, porém, a relevância que o AMCD poderá ter num problema classicamente tratado em ACB. Particularmente interessante é, reafirme-se, a forma como o AMCD encara a decisão e a separação que faz entre tomada de decisão e apoio à decisão. A decisão como processo, o apoio à decisão como processo e sistema aberto, o reconhecimento da não neutralidade e da utilidade do facilitador, o satisfatório em contraste com o óptimo, a formulação das diferentes problemáticas decisoriais, são algumas ideias necessariamente a reter.

Adicionalmente, a capacidade das metodologias de avaliação multicritério em tratarem dados de natureza qualitativa e ou de carácter incerto, impreciso e mal determinado, pode constituir um caminho para a resolução dos obstáculos práticos que a ACB enfrenta, nomeadamente na valorização de *externalidades* ou *bens intangíveis* (presentes em situações de falha de mercado, falha de Estado e ausência de mercado), e que, em geral, acabam por distorcer os propósitos subjacentes à mesma.

---

<sup>1</sup>Os *agidos* são actores que somente sentem as consequências positivas ou negativas da implementação de uma decisão, não intervindo activamente no processo de tomada de decisão e implementação da decisão (Bana e Costa, 1993, p. 11).

Por último, essas metodologias podem permitir, num estudo eminentemente custo-benefício, tomar também em consideração determinados objectivos consensuais para a sociedade mas de difícil modelização em ACB, nomeadamente a salvaguarda de vidas humanas ou a manutenção da biodiversidade.

Tentativas de aproximação entre a ACB e o AMCD, sendo em número escasso, não são, porém, recentes. Nomeadamente, no início dos anos 70, alguns trabalhos propuseram a utilização de *taxas de substituição* - entre os impactes e uma unidade comum, não necessariamente a moeda - como forma de contornar o problema da valorização de intangíveis (ver (Betolaud e Février, 1973), (Bertier e Montgolfier, 1974) e (Gilbert e Gagey, 1976)). Mais recentemente, tem-se desenvolvido uma linha de investigação - não totalmente disjunta da anterior - que cruza o Método de Valorização Contingente (um dos métodos utilizados em ACB para valorizar bens intangíveis) com os resultados das teorias comportamentais, propondo a utilização - em simultâneo - de modelos de Utilidade Multi-Atributo (MAUT) (Gregory et al., 1993).

O *Modelo-Básico* - a seguir formulado - procura inserir a Análise Custo-Benefício numa perspectiva de apoio (multicritério) à decisão, através da fusão de elementos das duas abordagens.

O *Modelo-Básico* destina-se a problemas de *decisão pública*, nos quais uma aproximação custo-benefício poderá ser particularmente relevante, conforme se disse acima. Porém, mesmo neste contexto, não pretende abarcar todos os casos possíveis: aplica-se a problemas em que os decisores encomendam um estudo de apoio à decisão com o objectivo de conhecerem qual o projecto *satisfatoriamente mais eficiente* (no sentido de *Kaldor-Hicks*) de entre um conjunto de projectos indivisíveis, mutuamente exclusivos, financiáveis dentro dos respectivos intervalos de confiança para os custos e de indiscutível interesse para a sociedade.

Procura-se, assim, logo na definição da âmbito de aplicação do *Modelo-Básico*, uma fusão entre aspectos caros ao AMCD ou à ACB, reafirmando-se a especificidade da actividade de apoio à decisão e associando-se o conceito de *solução satisfatória* ao objectivo de *eficiência* no sentido de Kaldor-Hicks.

---

<sup>2</sup>A *decisão pública*, tal como é definida, não se limita ao contexto das administrações públicas: pode abarcar, também, decisões do sector privado com grande impacto social. Adicionalmente, não integra, por razões óbvias, todas as decisões do sector público.

Em particular, o *Modelo-Básico* procura flexibilizar e tornar mais fácil um estudo custo-benefício em contexto de pobreza de informação, através da consideração de modelos multicritério de avaliação local e global de alternativas. Nessa prática, há uma clara preocupação em moldar os problemas de incerteza, imprecisão e indeterminação tipicamente presentes em ACB e que têm vindo a ser resolvidos - no âmbito desta última - de forma pouco eficiente (grande sensibilidade dos resultados aos métodos escolhidos e elevados custos dos mesmos). Estas incertezas, imprecisões e indeterminações derivam, essencialmente:

- Do carácter tipicamente *ex-ante* das ACB, que obriga à estimação de fluxos *futuros* de benefícios e custos; e
- da necessidade em considerar (e estimar) valores *intangíveis*, associados à presença de: falhas de mercado, i.e., situações de concorrência imperfeita (monopólios, bens públicos, externalidades, informação imperfeita); falhas de Estado (distorções provocadas pela intervenção do Estado); e, ausência de mercado (bens públicos)<sup>3</sup>.

### 3 O Modelo-Básico

#### 3.1 Hipóteses Iniciais

O *Modelo-Básico* não pretende abarcar, como se disse, todos os casos que podem ocorrer num problema de *decisão pública*. Em particular, assume-se que:

- Hipótese 1. Os projectos a avaliar são *indivisíveis*, isto é, não podem ser incrementados ou decrementados em pequenas quantidades;
- Hipótese 2. Os projectos são *mutuamente exclusivos*, i.e., são *acções globais* ou *alternativas*: a implementação de um deles implica a exclusão dos restantes (Bana e Costa, 1993, p. 15);
- Hipótese 3. O *orçamento é flexível*, permitindo o financiamento de qualquer dos projectos alternativos numa amplitude de custos relativamente elevada

---

<sup>3</sup>Os métodos mais utilizados em ACB para valorizar bens intangíveis são: o Método da Valorização Contingente (“Contingent Valuation Method”, CVM), o Método dos Preços Implícitos (“Hedonic Pricing Method”, HP), o Método dos Custos de Viagem (“Travel Cost Method”, TCM) e a Estimação de Funções Produção, ver (Hanley e Spash, 1993, Caps. 3 a 6).

(ou, de uma forma mais formal, para um elevado nível de significância do respectivo intervalo de confiança);

- Hipótese 4. Os projectos são de *indiscutível interesse para a sociedade*, fazendo sentido supor que os respectivos benefícios suplantam sempre os eventuais custos (ou, pelo menos, coincidem);
- Hipótese 5. Os fluxos de benefícios e custos resumem-se a *um único período* ou, equivalentemente, a *taxa de desconto é nula*, porque a taxa de preferência intertemporal também o é e ou não se aceita que se privilegie o presente face ao futuro;
- Hipótese 6. O objectivo a satisfazer é a *eficiência (no sentido de Kaldor-Hicks)*; questões de equidade ou outras não são consideradas como objectivos.

As hipóteses 3 a 4 podem parecer, num primeiro contacto, relativamente irrealistas. Porém, quando estão em causa projectos públicos, por exemplo de índole infraestrutural (comunicações, saneamento básico, etc.) e ou de reconhecido mérito (educação, saúde, ambiente, segurança pública, preservação do património histórico-cultural, etc.), não só as dotações orçamentais tendem a ser mais flexíveis e alargadas, como, dentro de determinados limites, pode-se assumir que os benefícios suplantam sempre os eventuais custos. Evidentemente, as hipóteses 3 e 4 aplicam-se especialmente a casos onde o mérito não exige grandes esforços financeiros. Quanto à hipótese 5, pelas mesmas razões, não é excessivamente irrealista na sua interpretação de taxa de desconto que é nula por razões de equidade entre gerações. De qualquer modo, no § 4.1, o *Modelo-Básico* é estendido para o caso em que os impactes não se resumem a um único período e a taxa de desconto é não nula.

A consideração da eficiência como único objectivo, pela hipótese 6, é uma assunção simplificadora. De igual modo, no § 4.2, ressalva-se a possibilidade de consideração de outros objectivos, como, por exemplo, a equidade.

### 3.2 Etapas

O faseamento do *Modelo-Básico* baseia-se muito na estrutura de uma ACB típica (Hanley e Spash, 1993, § 1.3). Porém, a perspectiva do apoio à decisão e o instrumental multicritério são explicitamente introduzidos como meios de modelização (e consideração) de impactes economicamente relevantes para os quais

os preços de mercado não reflectem os respectivos preços-sombra (devido à presença de concorrência imperfeita e ou intervenção do Estado), ou simplesmente não existem (ausência de mercado). No fundo, recorre-se a métodos multicritério como sucedâneos dos difíceis e pouco fiáveis *métodos indirectos* de estimação de preços (valorização contingente, cálculo de preços implícitos, etc.), bem como dos processos que permitem aferir as ineficiências associadas às falhas de mercado (monopólios, bens públicos, externalidades, assimetria de informação, ver abaixo) e às falhas de Estado.

Adicionalmente, preconiza-se para o facilitador uma postura interactiva perante os actores eventualmente envolvidos e os relatórios técnicos utilizados, bem como uma perfeita consciência da sua não neutralidade e das suas limitações. No fundo, importa não levar a extremos o eventual espírito tecnocrático que caracteriza muitos praticantes de ACB.

Assim, se as quatro primeiras etapas do *Modelo-Básico* são grandemente idênticas às de uma ACB, mesmo aqui as influências do AMCD são determinantes:

### **Etapa 1: Definição do conjunto de projectos**

Inicialmente, importa isolar o conjunto de projectos alternativos  $A$ , num processo interactivo entre o facilitador e o decisor (em sentido estrito) ou o cliente. Em estudos laboratoriais,  $A$  poderá ser derivado a partir de relatórios técnicos, desejavelmente de proveniência diversa, de modo a garantir-se a maior exaustividade possível. Em qualquer dos casos, deve-se garantir que os projectos  $a_h \in A$  ( $h = 1, \dots, g$ ) respeitam as hipóteses 1 a 4.

Adicionalmente, e de forma muito geral, importa perceber a reafecção de recursos associada a cada projecto, bem como quem ganha e quem perde com as mesmas.

### **Etapa 2: Identificação dos impactes gerados por cada projecto, i.e., dos recursos utilizados e dos efeitos obtidos**

À semelhança de uma ACB, devem ser consagrados os princípios da *adicionalidade* e do *deslocamento* (Hanley e Spash, 1993, § 1.3). O primeiro procura garantir que os impactes se encontram expressos de forma líquida, ou seja, que



somente os efeitos *efectivamente* derivados do projecto são considerados; por exemplo, na avaliação de uma política de redução das velocidades máximas em estrada devem ser consideradas somente as reduções de sinistralidade associadas a esta medida e não as devidas, por exemplo, a menores consumos de álcool ou a um maior civismo. O segundo princípio obriga à consideração de situações como os decréscimos de produção que a construção de uma fábrica pode gerar noutras; é, por isso, um princípio indissociável da identificação da abrangência territorial do estudo (local? regional? nacional? supra-nacional?).

Para além do âmbito territorial, importa identificar o horizonte temporal  $T$  da análise.

Uma postura interactiva poderá ser, também aqui, muito relevante, dada a complexidade inerente aos sistemas ambientais, económicos, tecnológicos, sociais, etc., eventualmente envolvidos.

### **Etapa 3: Quais os impactes economicamente relevantes?**

Dentro dos impactes previamente identificados, há que isolar e distinguir entre:

- *Impactes económicos positivos* (ou *benefícios*): acréscimos na quantidade ou na qualidade (ou decréscimos de preço) de bens ou serviços cujo consumo gera acréscimos de utilidade individual, aumentando-se, por essa via, o bem estar da sociedade;
- *Impactes económicos negativos* (ou *custos*): decréscimos (ou aumentos de preço) desses bens, e custo de oportunidade dos recursos utilizados.

Como *relevantes*, devem ser considerados os benefícios (e custos) *reais*, *directos* ou *indirectos*, *tangíveis* ou *intangíveis* (Musgrave e Musgrave, 1989, pp. 137-139).

Um *benefício* diz-se *real* se origina acréscimos de utilidade para os consumidores finais do projecto e, por essa via, para a sociedade. Os *custos reais* incluem não só benefícios reais negativos mas também o custo de oportunidade associado à utilização dos inputs. Os *benefícios (custos) pecuniários*, isto é, *não reais*, resultam unicamente de ajustamentos de preços relativos derivados da provisão do projecto e das associadas procuras de factores; como reflectem ganhos (perdas) em

determinados agentes que são compensados(as) por perdas (ganhos) noutros, não devem ser considerados para efeito de uma análise de bem-estar, ao contrário dos primeiros. Por exemplo, na avaliação de um programa de educação devem-se considerar os impactes positivos em termos de PNB futuro ou ao nível cultural mas não os eventuais aumentos dos rendimentos relativos dos professores. (Musgrave e Musgrave, 1989, pp. 137-139).

Enquanto os *benefícios* e *custos directos* estão intimamente relacionados com os objectivos funcionais do projecto, os *indirectos* reflectem efeitos laterais e de ordem superior à primeira. Apesar de, por vezes, serem de difícil identificação, os efeitos indirectos - se forem reais - devem ser considerados no estudo custo-benefício.

Por último, importa ainda distinguir entre *benefícios* e *custos tangíveis* e *intangíveis*. Enquanto os primeiros são fornecidos pelo mercado, ou seja, pelo mecanismo de preços, os segundos não o são. A intangibilidade está normalmente associada à presença de *bens públicos*<sup>4</sup> ou de *externalidades*<sup>5</sup>, casos onde os preços - quando existem - não reflectem a correcta valorização social. A intangibilidade não deve ser sinónima de exclusão da análise.

#### **Etapa 4: Descrição dos impactes economicamente relevantes**

Nesta etapa, procura-se construir, para cada benefício (ou custo) *relevante*, e para cada período, um *descriptor de impacto*, que exprima, de forma quantitativa (na recta real) ou qualitativa, os níveis de benefício (ou custo) associados aos diferentes projectos  $a_h \in A$ .

---

<sup>4</sup>Um *bem público* define-se pela dupla característica de impossibilidade em excluir alguém do seu consumo e de não rivalidade entre os seus consumidores (um consumidor adicional não reduz as possibilidades de consumo dos restantes); tratam-se de bens cuja provisão privada é, por estas razões, impossível ou quando o é, as quantidades providas são, em geral, socialmente sub-óptimas; exemplos de bens públicos são o ar, a defesa nacional ou as estradas nacionais não congestionadas (Musgrave e Musgrave, 1989, pp. 42-45) (Stiglitz, 1986, pp. 99-102).

<sup>5</sup>As *externalidades* definem-se como benefícios ou custos sociais não internalizados pelo mecanismo de preços; de uma forma mais formal, ocorre uma externalidade quando, simultaneamente, a função utilidade ou produção de um agente inclui variáveis reais (i.e., não monetárias) cujos valores são determinados por outros agentes, não tendo estes em conta os efeitos que provocam no bem-estar do primeiro agente (*Condição 1*), e aqueles agentes não recebem (pagam) uma quantia igual aos benefícios (custos) que provocam no primeiro agente (*Condição 2*) (Baumol e Oates, 1988, pp. 17-18); exemplos de externalidades são o caso clássico do apicultor e do agricultor (apontado por Cheung, em 1973), onde cada um deles beneficia da actividade produtiva do outro (*externalidade positiva*), ou as diversas formas de poluição ambiental (*externalidade negativa*).

Para efeito das etapas seguintes e no caso quantitativo, os benefícios e os custos devem estar expressos através de valores, respectivamente, positivos e negativos.

Se o contexto for de risco, níveis de impacto quantitativos podem ser ponderados pelas respectivas probabilidades de ocorrência; no caso qualitativo, os próprios níveis podem ser definidos de modo a que se incorpore, na estrutura do descritor, a incerteza associada à ocorrência do respectivo benefício (ou custo)<sup>6</sup>. A utilização de descritores qualitativos - a grande diferença, nesta etapa, face à ACB - permite, assim, não só salvaguardar situações de indeterminação e ou imprecisão, mas também modelizar contextos de incerteza para os quais o cálculo de probabilidades é também ele impreciso ou difícil, nomeadamente devido ao facto dos próprios níveis de impacto serem imprecisos e ou indeterminados.

Em termos de notação, o impacto do projecto  $a_h$  no que respeita ao benefício (ou custo)  $j$  ( $j = 1, \dots, m$ ) e ao período  $t$  ( $t = 1, \dots, T$ ), exprime-se por  $x_j^t(a_h)$ . Esta notação é válida tanto para descritores qualitativos como quantitativos.

### **Etapa 5: Valorização monetária e determinação, para cada projecto, do custo total generalizado**

Quatro situações podem ocorrer:

- i) Descritor de impacto quantitativo e existência de vector de preços-sombra (definido ao longo do horizonte temporal do impacte);
- ii) Descritor de impacto quantitativo e existência de vector de preços, contudo *distorcido* relativamente ao “correcto” vector de preços-sombra;
- iii) Descritor de impacto quantitativo e inexistência de preços;
- iv) Descritor de impacto qualitativo.

Em **i** incluem-se, fundamentalmente, as situações de concorrência perfeita e ausência de falhas de Estado, bem como os casos em que as presenças de monopólios, bens públicos, externalidades, informação imperfeita e ou intervenção do Estado não conduzem a graves distorções de preços. Incluem-se, adicionalmente, os casos em que os preços de mercado apresentam distorções, mas estão disponíveis estimativas

precisas dos verdadeiros preços-sombra. (Por uma questão de comodidade de linguagem, o termo “*distorcido*” aplica-se quando qualquer dos casos não se verifica). Sendo  $p_j^t$  o preço (deflacionado) associado ao benefício (ou custo)  $j$  e referente ao período  $t$ , o *valor monetário do benefício (ou custo)  $j$  associado ao projecto  $a_h$  no período  $t$*  -  $X_j^t(a_h)$  - é dado por:

$$X_j^t(a_h) = p_j^t x_j^t(a_h) \quad (1)$$

sendo positivo no caso dos benefícios e negativo no caso dos custos (dada a consideração da etapa anterior).

Como, pela hipótese 5, os fluxos resumem-se a um único período e ou a taxa de desconto é nula, o *valor monetário do benefício (ou custo)  $j$  associado ao projecto  $a_h$  no horizonte temporal  $T$*  -  $X_j(a_h)$  - é dado por:

$$X_j(a_h) = \sum_{t=0}^T X_j^t(a_h) \quad (2)$$

Se existirem falhas significativas de mercado e ou Estado e se não existirem estimativas precisas dos correctos preços-sombra - sendo o descritor igualmente quantitativo (situação **ii**, acima) - duas opções podem ser tomadas:

- 1) Valoriza-se monetariamente o benefício (ou custo), de forma idêntica ao caso **i** mas utilizando como  $p_j^t$  o respectivo preço, eventualmente *distorcido* (porque, nuns períodos pode ser diferente do respectivo preço-sombra mas noutros não); adicionalmente, introduz-se um novo impacte, capaz de reflectir a *distorção* entre o vector de preços *distorcido* e o verdadeiro vector de preços-sombra, a sofrer tratamento idêntico à situação **iii**; ou
- 2) trata-se o benefício (ou custo) como se da situação **iii** se tratasse, “esquecendo-se” o vector de preços *distorcido*.

Todo o impacte - benefício ou custo - valorizado monetariamente denomina-se *custo generalizado*. Por convenção, os  $l$  primeiros impactes (dentro dos  $m$  totais) correspondem aos custos generalizados, sendo os  $m - k + 1$  restantes - correspondentes aos casos **iii** e **iv** - tratados na etapa seguinte.

---

<sup>6</sup>Por exemplo, o descritor de impacto pode ser explicitamente definido como “risco de (determinada ocorrência)” e tendo como níveis as categorias “(risco) nulo”-“fraco”-“médio”-“forte”, ou outras julgadas mais convenientes (cf. (Bana e Costa e Fernandes, 1995, p. 8)).

O *custo total generalizado* do projecto  $a_h$  -  $C^*(a_h)$  - é dado simplesmente pela adição dos valores monetários dos  $l$  custos generalizados associados a  $a_h$  no horizonte temporal  $T$ :

$$C^*(a_h) = \sum_{j=1}^l X_j(a_h) = \sum_{j=1}^l \sum_{t=0}^T X_j^t(a_h) \quad (3)$$

Se a condição introduzida na etapa 4 prevalecer,  $C^*(a_h)$  será negativo se os custos (considerados como custos generalizados) suplantarem os benefícios (idem) e positivo se o inverso se passar. A análise da etapa 7 exige que todos os  $C^*(a_h)$  sejam não positivos, i.e., que todo o projecto  $a_h \in A$  tenha custo total generalizado negativo ou nulo. Se tal não se passar, há que retirar os valores monetários respeitantes a um ou mais benefícios, até que  $C^*(a_h)$  passe a ser não positivo para todo o  $a_h$ ; o(s) benefício(s) e ou custo(s) retirado(s) passará(ão) a ser considerado(s) como pertencentes aos casos iii ou iv acima<sup>7</sup>.

### **Etapa 6: Modelização multicritério dos benefícios generalizados**

Todo o  $m - k + 1$  impacte economicamente relevante para o qual não existem preços (caso **iii** acima) ou o respectivo descritor apresenta uma natureza qualitativa (caso **iv**) denomina-se *benefício generalizado*<sup>8</sup>. A modelização destes impactes faz-se recorrendo à Metodologia Multicritério de Apoio à Decisão e considerando a seguinte hipótese:

Hipótese 7. Para todo o projecto  $a_h \in A$ , os benefícios generalizados - quando considerados em conjunto - conduzem, sem margem para dúvidas, a uma *predominância dos benefícios* (considerados como benefícios generalizados) *face aos custos* (idem). Esta hipótese é primordial para a etapa seguinte.

Primeiramente, importa identificar uma *Família de Pontos de Vista Fundamentais F*, simultaneamente *coerente* (isto é, satisfazendo as propriedades da *exaustividade*, da *coerência* e da *não redundância*) e para a qual a eventual retirada de

<sup>7</sup>Atente-se que, a exclusão de um ou mais benefícios, para tornar negativo o custo total generalizado de determinado projecto, implica a exclusão dos mesmos para efeito de cálculo do  $C^*(a_h)$  dos restantes projectos.

<sup>8</sup>O conjunto dos benefícios generalizados integra, naturalmente, os casos especiais referidos na etapa anterior: eventuais impactes associados ao caso ii e impactes consignados no caso i mas que tiveram de

um ponto de vista conduziria a uma inversão das preferências globais (cf. (Bana e Costa, 1992) e (Roy e Bouyssou, 1993, pp. 110-111)). A identificação desta família - objectivo primacial da importante *fase da estruturação* - resulta sempre de um trabalho interactivo entre o facilitador e os decisores ou avaliadores (Bana e Costa, 1993, p. 24). Dado o propósito teórico subjacente à Análise Custo-Benefício - a derivação das escolhas colectivas -, importa assumir que os decisores têm legitimidade democrática para representarem as preferências colectivas.

Seguidamente, há que criar um *modelo de avaliação global* dos projectos em termos de benefícios generalizados. Esta fase - a *fase da avaliação* - passa por duas etapas essenciais (Bana e Costa e Vansnick, 1994, p. 1) (Bana e Costa et al., 1995, p. 6):

- 1) *Avaliação local* (ou *ponto de vista a ponto de vista*). Consiste na criação de um *critério* para cada ponto de vista fundamental de  $F$ , i.e., de um modelo de avaliação que formalmente represente a *atractividade local* de cada acção potencial; e
- 2) *Avaliação global* ou *processo de agregação*. Consiste na aplicação de um *procedimento de agregação multicritério* que, tomando em consideração informação de natureza inter-critério, permita obter as preferências globais a partir das locais, obtendo-se, assim, um modelo de avaliação global das acções potenciais.

Duas grandes famílias de métodos multicritério discretos podem ser utilizadas na fase de avaliação. A primeira, de tradição anglo-saxónica, centra-se nos conceitos de *valor* ou *utilidade* (MAUT: Multi-Atribute Utility Theory (Fishburn, 1970) (Keeney Raiffa, 1976) ou o MAVM: Multi-Atribute Value Measurement (von Winterfeldt e Edwards, 1986), (Edwards e Newman, 1982)); a segunda, de origem francófona, explora o conceito de *subordinação* (“*surclassement*”) <sup>9</sup> (métodos

---

ser retirados aos custos generalizados de modo a que, para todo o projecto  $a_h \in A$ , o custo total generalizado seja negativo.

<sup>9</sup>Em geral, os métodos baseados nos conceitos de *valor* ou *utilidade* baseiam-se no seguinte axioma: todo o actor procura maximizar uma *função de utilidade*  $U = U(g_1, g_2, \dots, g_j, \dots, g_n)$  que agrega todos os pontos de vista fundamentais, onde  $g_j$  representa o critério correspondente ao ponto de vista  $j$ , e  $n$  o número total de pontos de vista (e critérios) (Vincke, 1989, pp. 67-68).

Os métodos baseados no conceito de *subordinação* exploram os postulados da Teoria da Escolha Colectiva, substituindo eleitores por pontos de vista. Comparando sempre as acções (potenciais) aos pares - na tradição de Condorcet - baseiam os seus métodos de avaliação global no conceito de *relação de subordinação* (“*surclassement*”). Trata-se de uma relação binária  $S$  definida em  $A$  (i.e., com

ELECTRE (Elimination et Choix Traduisant la Realiteit) e outros (ver (Roy, 1990), (Vincke, 1989), (Roy e Bouyssou, 1993) e (Maistre et al., 1994)). Em qualquer dos casos, importa ordenar os diferentes projectos em termos de benefícios generalizados.

Os métodos tipo-MAUT/MAVM são mais exigentes na informação requerida: as funções-critério construídas na *avaliação local* têm que ser *escalas de intervalos* (definidas em  $A$  ou, melhor, no espaço gerado pelo invólucro convexo de  $A$  (Bana e Costa et al., 1995, p. 7)) enquanto que nos métodos baseados na relação de subordinação os critérios têm uma natureza meramente *ordinal* em termos preferenciais. Na prática, a avaliação local em MAVM exige o conhecimento não só da ordenação dos diferentes projectos ao longo de cada ponto de vista fundamental mas, adicionalmente, das intensidades de preferência entre projectos. Os modelos baseados na relação de subordinação requerem informação menos rica mas permitem também modelizar situações de incerteza, imprecisão ou má determinação dessa informação, mediante a consideração, ao nível de cada critério, de zonas de indiferença e de hesitação de preferência (modelos de *pseudo-critério*, ver (Roy e Bouyssou, 1993, p. 55-56, 71-72) e (Vincke, 1989, p. 40)). Como resultado do processo de agregação, modelos como o ELECTRE III ou o ELECTRE IV permitem a obtenção de uma *pré-ordem parcial*, podendo precaver situações de incomparabilidade entre acções<sup>10</sup>; o MAUT/MAVM, culminando na obtenção de um *critério único de síntese*, elimina qualquer incomparabilidade, permitindo, de forma mais coerente, a extensão do *Modelo-Básico*.

### **Etapa 7: Determinação dos projectos eficientes**

Conhecendo-se as ordenações dos projectos face aos benefícios generalizados (via agregação multicritério) e aos custos generalizados (via valorização monetária) - e estando garantidas as condições introduzidas na etapa anterior (como necessárias à presente etapa)- uma **análise de dominância** permitirá isolar os projectos considerados como *eficientes* ou *não-dominados*.

---

domínio  $A \times A$ ) tal que  $aSb$  se, dadas as preferências do actor, a qualidade das avaliações das acções e a natureza do problema, existirem argumentos suficientes para admitir que *a é pelo menos tão bom como b*, sem que haja qualquer razão importante que contrarie esta afirmação (Vincke, 1989, p. 86).

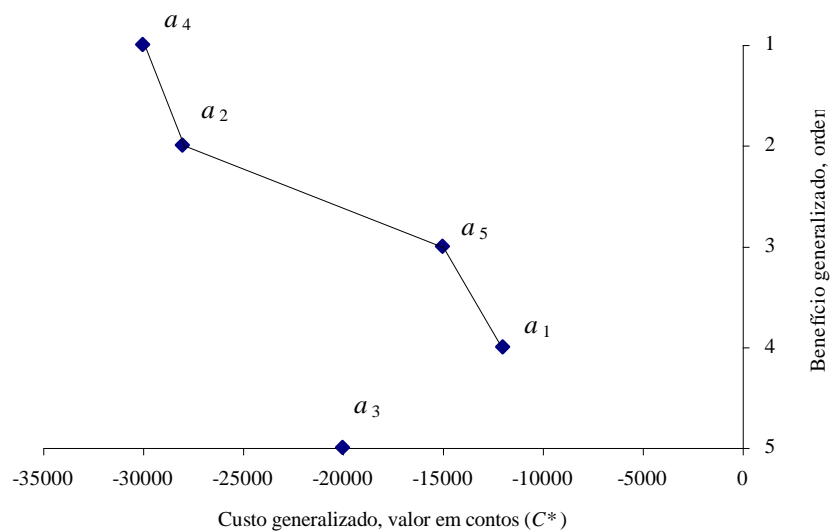
<sup>10</sup>Uma estrutura de preferências diz-se uma *pré-ordem parcial* se for possível classificar, da “melhor” à “pior” e com eventuais “ex æquos”, os elementos de determinados subconjuntos de  $A$  - não necessariamente todos os elementos de  $A$  - podendo, por isso, prevalecer situações de incomparabilidade entre acções. Adicionalmente e de uma forma implícita, não se consideram eventuais limiares de indiferença e preferência (cf. (Vincke, 1989, pp. 41-43)).

Esta análise permite excluir as *alternativas dominadas*, isto é, qualquer projecto que seja pior que um em benefícios generalizados sem ser melhor em custos generalizados (ou vice-versa); *eficientes*, são todos os projectos que não estão nestas condições. No exemplo do quadro 1 (também representado graficamente pela figura 1), os projectos eficientes são os  $a_1$ ,  $a_2$ ,  $a_4$  e  $a_5$ , excluindo-se o  $a_3$  porque é dominado por  $a_1$  e por  $a_5$ .

Repare-se que, quando se efectua uma “deslocação” entre projectos eficientes, há sempre lugar a uma “perca” - ou ao nível dos benefícios ou ao nível dos custos. Essa “perca” é representada, no gráfico 1, pela inclinação negativa dos sucessivos segmentos de recta que unem os quatro projectos não dominados.

**Quadro 1** Benefícios e custos generalizados (exemplo)

Projecto	Benefícios generalizados		Custos generalizados	
	Ordem	Valor em contos, $C^*$	Ordem	Valor em contos, $C^*$
$a_1$	4.º	- 12 000	1.º	- 30 000
$a_2$	2.º	- 28 000	4.º	- 15 000
$a_3$	5.º	- 20 000	3.º	- 12 000
$a_4$	1.º	- 30 000	5.º	- 28 000
$a_5$	3.º	- 15 000	2.º	- 20 000



**Figura 1** Projectos eficientes (exemplo)



Este procedimento de determinação de soluções não-dominadas é geral (dependendo unicamente das ordenações) e independente do “trade-off” entre benefícios e custos. Permite, de uma forma muito simples, isolar um *subconjunto de alternativas eficientes*  $A^*$ , porventura já suficientemente restrito, dado o propósito inerente ao *Modelo-Básico* de obtenção, não da solução óptima, mas de um resultado considerado satisfatório. (ver (Goodwin e Wright, 1991, Cap. 2) e (Edwards e Newman, 1982, pp. 26-32, 81-89).)

Porém, se  $A^*$  não for considerado pelos actores envolvidos como suficientemente restrito (dados os objectivos específicos do estudo), pode-se tentar excluir mais alguns projectos. Para tal, seria necessário conhecer quanto a sociedade estaria disposta a pagar pelo acréscimo de benefícios generalizados quando se passa de  $a_1$  para  $a_5$ : se esse valor fosse inferior a 3 000 contos,  $a_1$  seria candidata a um conjunto mais restrito de projectos eficientes; se não, seria  $a_5$ ; seguidamente, aplicava-se o mesmo procedimento entre  $a_1$  e  $a_2$  (no primeiro caso) ou entre  $a_5$  e  $a_2$  (no segundo caso), e assim sucessivamente. Sendo os decisores legítimos representantes da sociedade, uma maneira simples de estimar essas valorizações passaria pela formulação de alternativas *fictícias* mas *realistas*; por exemplo, entre  $a_1$  e  $a_5$ , o decisor seria convidado a valorizar (em nome da sociedade) a substituição de  $a_1$  por uma alternativa idêntica à  $a_1$  excepto num ou vários benefícios generalizados nos quais  $a_5$  é extraordinariamente melhor que  $a_1$ , assumindo a alternativa fictícia as performances de  $a_5$ ; se o valor obtido for superior a 3 000 contos, então, muito provavelmente também passar de  $a_1$  para  $a_5$  garantiria um ganho em benefícios generalizados que compensaria os custos generalizados acrescidos.

Este procedimento tem o problema de nem sempre ser possível construir alternativas simultaneamente fictícias e realistas. Uma forma alternativa de restringir o conjunto  $A^*$ , sem definição de alternativas fictícias, é proposta no § 4.3.

### **Etapa 8: Análise de robustez**

Mais do que testar a sensibilidade de  $A^*$  aos parâmetros envolvidos, importa determinar o domínio de variação desses parâmetros para os quais  $A^*$  - ou outro conjunto entretanto julgado mais conveniente - se mostra particularmente estável, robusto (Roy e Bouyssou, 1993, § 5.4.4) (Maistre et al., 1994, § 11.6, p. 314).

Dentro dos parâmetros envolvidos no *Modelo-Básico*, destaque-se:

- Quantidades ou qualidades dos impactes -  $x_j^t(a_h)$ ;
- O horizonte temporal -  $T$ ;
- Os preços-sombra utilizados -  $p_j$ ;
- Os limiares de indiferença, preferência e veto (em modelos de avaliação local de *pseudo-critério*);
- Eventuais parâmetros técnicos, específicos ao procedimento de agregação multicritério adoptado.

## 4 Extensões do Modelo-Básico

### 4.1 Consideração de Taxa de Desconto Não Nula

O *Modelo-Básico* pode ser facilmente adaptado para uma situação em que não faz sentido utilizar uma taxa de desconto nula, por exemplo, por não se tratarem de projectos que põem grandemente em causa a disponibilidades de recursos (em sentido lato) das gerações futuras. A sua aplicação está, contudo, limitada aos custos generalizados, o que pode enviesar os resultados de uma forma favorável a alternativas com benefícios concentrados nos primeiros períodos e custos particularmente desfazados no tempo.

Na **etapa 5**, o *valor monetário do benefício* (ou *custo*)  $j$  associado ao projecto  $a_h$  no período  $t$  -  $X_j^t(a_h)$  - passa a ser dado, não pela fórmula (1), mas por:

$$X_j^t(a_h) = p_j^t x_j^t(a_h) \cdot (1 + r)^{-t} \quad (4)$$

onde  $r$  representa a *taxa de desconto* ( $0 \leq r \leq 1$ ). Na **etapa 6**, o cálculo dos *custos generalizados* (fórmula (3)) faz-se recorrendo, evidentemente, a (4) em vez de (1).

A análise de robustez da **etapa 8** passa a contar com mais um parâmetro - a taxa de desconto  $r$  - a exigir uma análise particularmente cuidada, dada a sensibilidade típica dos resultados de estudos custo-benefício à taxa de desconto utilizada.

### 4.2 Consideração de Outros Objectivos que Não a Eficiência Económica

A consideração de objectivos como a equidade, a salvaguarda de vidas humanas, e outros, pode ser feita, no âmbito do *Modelo-Básico*, de forma *endógena* ou *exógena*.

No primeiro caso, o objectivo é equiparado a um impacte economicamente relevante, sendo modelizado, em princípio, como se de um benefício generalizado se tratasse. Especial atenção deve ser dada à informação referente à importância relativa do objectivo face aos restantes benefícios generalizados, dada a natureza necessariamente normativa da mesma; adicionalmente, existindo uma assimetria de importância, o método de agregação multicritério deverá permitir a sua consideração, para além de ter de gerar, como output, uma ordenação dos projectos; a análise de robustez centrada nos parâmetros de importância deverá ser especialmente cuidada, podendo ser também bastante útil e interessante uma análise de sensibilidade aos mesmos. No caso específico do objectivo *equidade*, benefícios e ou custos (generalizados) podem ser dissecados pelas classes sócio-económicas relevantes, ponderando-se diferentemente os ganhos/perdas de diferentes grupos.

No caso *exógeno*, o output do *Modelo-Básico* é utilizado, numa fase posterior, como um dos inputs de um modelo multicritério mais vasto, abarcando também os outros objectivos para além da eficiência. No respectivo modelo de avaliação local, os projectos de  $A^*$  poderão ser considerados como pertencentes a uma primeira classe ordenada, sendo os restantes colocados, indistintamente, numa segunda categoria. A grande vantagem desta abordagem exógena reside numa mais fácil consideração da importância relativa dos diferentes objectivos; porém, introduz-se um elemento de rigidez ao nível da eficiência, eliminando-se efeitos laterais e simultâneos entre esta e os restantes objectivos, nomeadamente, a equidade.

#### 4.3 Exploração do Conjunto de Projectos Eficientes $A^*$

Como atrás se referiu, num problema custo-benefício procura-se, essencialmente, isolar *o* (ou *os*) projecto que garanta um maior diferencial entre benefícios e custos, e, por essa via, que potencie um superior movimento de Pareto.

Por questões operatórias, o *Modelo-Básico* trabalha, antes, com benefícios e custos *generalizados*. Porém, a transição não é difícil: se, nos custos generalizados, os custos prevalecerem sobre os benefícios (condição introduzida na etapa 5), passando-se o inverso com os benefícios generalizados (hipótese 7, também introduzida na etapa 6), a maximização de benefícios líquidos de custos transfere-se, como objectivo, para o caso generalizado. De facto, sendo  $B(a_h)$  e  $C(a_h)$  os valores monetários, respectivamente, dos benefícios (valores positivos) e custos (valores negativos) não

generalizados e associados a  $a_h$  (em geral, indeterminados no âmbito do *Modelo-Básico*), ao trabalhar-se com  $B^*(a_h)$  e  $C^*(a_h)$  está-se, implicitamente, a transferir o mesmo valor de  $B(a_h)$  para  $[-C(a_h)]$ , ou vice-versa, não se alterando os sinais dos benefícios (permanece positivo) e dos custos (permanece negativo); logo:

$$[B^*(a_h) - (-C^*(a_h))] \equiv [B(a_h) - (-C(a_h))], \forall a_h \in A \quad (5)$$

Assim, e de um ponto de vista puramente ideal, o *Modelo-Básico* procura resolver o programa:

$$\text{Max } [B^*(a_h) - (-C^*(a_h))] \quad (6)$$

sujeito a:

$$A^* = \{a_h \mid a_h \text{ é eficiente}\} \quad (7)$$

Porém,  $B^*(a_h)$  é indeterminado, tendo-se uma ordenação dos diferentes projectos, derivada na mesma etapa. Esta ordenação é suficiente para que se exclua projectos dominados; contudo, e no caso em que adoptou um método de agregação multicritério baseado na relação de *subordinação*, mostra-se insuficiente para que se tente, pelo menos, apontar algumas estimativas realistas para os valores  $B^*(a_h)$  e, desse modo, isolar um conjunto de projectos mais restrito que  $A^*$ , onde se inclua o projecto que potencie o movimento de Pareto mais substancial. Por isso, a primeira das três seguintes sub-etapas - **a serem adicionadas à etapa 7** - é dedicada à transformação da pré-ordem obtida e deve ser encarada com evidentes reservas; caso o método adoptado tenha sido do tipo MAUT/MAVM, passa-se directamente à etapa 7.b.

### **Etapa 7.a: Cardinalização da ordenação referente aos benefícios generalizados**

Caso o método de agregação multicritério adoptado na etapa 6 se baseie na relação de *subordinação*, a exploração adicional do conjunto de alternativas não-dominadas  $A^*$  exige que se transforme a informação ordinal, relativa aos benefícios generalizados, numa escala cardinal de intervalos<sup>11</sup>. Esta transformação, a ser efectuada, requer informação adicional, nem sempre possível de obter. O

<sup>11</sup>Note-se que a escala cardinal é de *intervalos* - e não de *ratios* - porque não existe, para os benefícios generalizados, uma origem virtual e imediata.

procedimento que a seguir se propõe deve por isso ser encarado como um mero contributo de investigação cuja validade exige estudo futuro mais aprofundado.

Para tal, é necessário assumir-se um determinado *padrão* para os intervalos sucessivos entre o nível ordinal mais baixo (o 5.º, no exemplo do quadro 1 e figura 1) e o mais alto:

Hipótese 8. Os intervalos referidos anteriormente assumem um dos seguintes *padrões*, entre outros:

1. Passar do nível ordinal mais baixo para o imediatamente superior é exactamente igual a passar deste último para o seguinte, e assim sucessivamente (*padrão linear*);
2. Passar do nível ordinal mais baixo para o imediatamente superior é melhor do que passar deste último para o seguinte, e assim sucessivamente (*padrão côncavo*);
3. Passar do nível ordinal mais baixo para o imediatamente superior é pior do que passar deste último para o seguinte, e assim sucessivamente (*padrão convexo*);
4. Até um determinado nível, a escala de intervalos apresenta um padrão convexo, tornando-se côncavo a partir daí (*padrão em S*).

Escolhido o padrão, há que transformar os “scores” *ordinais* numa escala de intervalos correspondente. Estes - que formam, no seu conjunto, uma escala ordinal representativa da pré-ordem obtida na etapa 6 - representam-se por:

$$s_1 \leq s_2 \leq \dots \leq s_i \leq \dots \leq s_g \quad (8)$$

sendo  $s_1$  e  $s_g$  os “scores” dos projectos colocados, respectivamente, no pior e melhor nível ordinal (não confundir o índice  $i$  com o número de ordem (5.º, 4.º, ..., 1.º, no exemplo) introduzido na etapa anterior) e  $g$  o número total de projectos (como habitualmente). Estandardizando estes “scores”, de modo a que fiquem compreendidos entre 0 e 1, através a seguinte lei (Nijkamp et al., 1990, p. 88):

$$\sum_{i=1}^g s_i^\beta = 1 \quad (s_i \geq 0, \beta > 0, \beta \rightarrow \infty) \quad (9)$$

obtém-se o poliedro convexo  $S$ :

$$S = \{ \underline{s} \mid 0 \leq s_1 \leq s_2 \leq \dots \leq s_i \leq \dots \leq s_g = 1 \} \quad (10)$$

Ora, a partir deste conjunto podem-se determinar os “scores” cardinais *estandardizados*  $V(s_i)$ , identificando-os aos valores esperados dos  $s_i$ 's -  $E(s_i)$  - quando estes assumem, em  $S$ , uma determinada distribuição probabilística, de acordo com o padrão que se escolheu anteriormente (Nijkamp et al., 1990, pp. 75-76, 88). Por exemplo, se o **padrão** escolhido foi o **linear**, os  $s_i$ 's distribuem-se uniformemente em  $S$ , segundo a função densidade de probabilidade (Nijkamp et al., 1990, p. 88):

$$f(s_1, \dots, s_{g-1}) = \begin{cases} (g-1)! & \text{se } 0 \leq s_1 \leq 1 \\ & s_2 \leq s_1 \leq 1 \\ & \dots \\ & s_{g-2} \leq s_{g-1} \leq 1 \\ 0 & \text{restantes casos} \end{cases} \quad (11)$$

com base na qual se obtêm os “scores” cardinais:

$$V(s_i) = E(s_i) = \frac{i}{g} \quad (i = 1, \dots, g) \quad (12)$$

Em termos de notação, se o projecto  $a_h$  está ordenado, em termos de benefícios generalizados  $B^*$ , no nível ordinal de índice  $i$ , então o respectivo “score” cardinal estandardizado  $V(B^*(a_h))$  corresponde a  $V(s_i)$ . No exemplo, correspondendo a  $a_3$  (o 5.º e último projecto em termos de benefícios generalizados) o índice  $i = 1$ , a  $a_1$  (4.º) o índice 2, e, de forma análoga, a  $a_5$  (3.º),  $a_2$  (2.º) e  $a_4$  (1.º), respectivamente, os índices 3, 4 e 5, tem-se, consequentemente:  $V(B^*(a_3)) = V(s_1) = 1/5 = 0.2$ ;  $V(B^*(a_1)) = V(s_2) = .4$ ;  $V(B^*(a_5)) = .6$ ;  $V(B^*(a_2)) = .8$ ; e  $V(B^*(a_4)) = 1$  (ver figura 2.a).

Se o **padrão** escolhido foi, alternativamente, o **côncavo**, os  $V(s_i)$ 's podem ser obtidos, de forma análoga, modificando as restrições da função (8) de modo a que (Nijkamp et al., 1990, p. 89-90):

$$s_i - s_{i-1} \geq s_{i+1} - s_i \quad (i = 2, \dots, g-1) \quad (13)$$

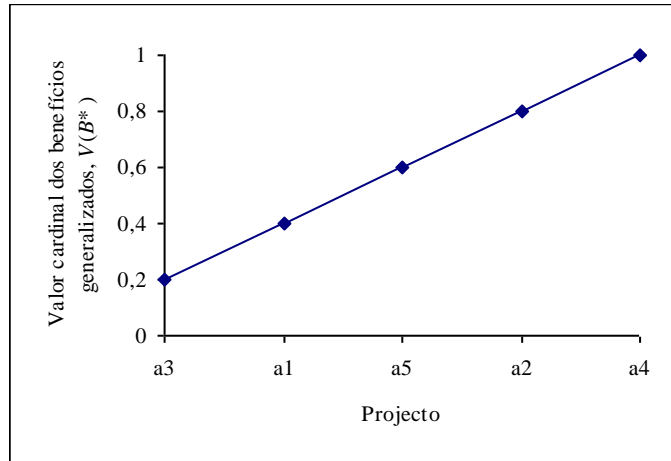
A função densidade de probabilidade vem então:

$$\begin{array}{l}
 f(s_1, \dots, s_{g-1}) = \left\{ \begin{array}{l}
 (g-1)!g! \quad \text{se } \frac{g-1}{g} \leq s_{g-1} \leq 1 \\
 \frac{g-2}{g-1} s_{g-1} \leq s_{g-2} \leq 2s_{g-1} - s_g \\
 \frac{g-3}{g-2} s_{g-2} \leq s_{g-3} \leq 2s_{g-2} - s_{g-1} \\
 \dots \\
 \frac{1}{2} s_2 \leq s_1 \leq 2s_2 - s_3 \\
 0 \quad \text{restantes casos}
 \end{array} \right. \quad (14)
 \end{array}$$

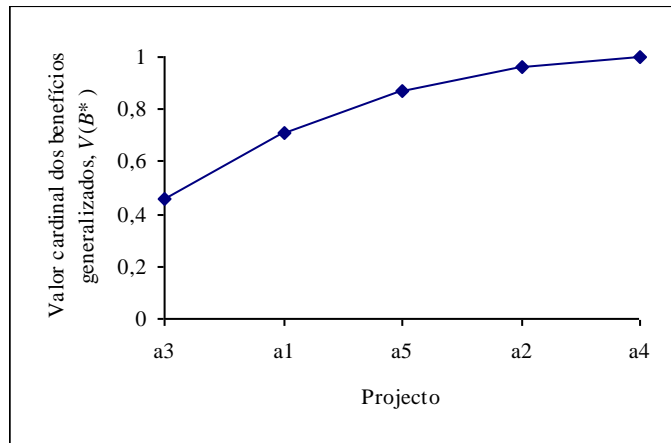
e, portanto (por integração):

$$\begin{aligned}
 V(s_g) &= E(s_g) = 1 \\
 V(s_g) &= E(s_g) = 1 \\
 V(s_{g-1}) &= E(s_{g-1}) = 1 - \frac{1}{g^2} \\
 V(s_{g-2}) &= E(s_{g-2}) = 1 - \frac{2}{g^2} - \frac{1}{g(g-1)} \\
 V(s_{g-3}) &= E(s_{g-3}) = 1 - \frac{3}{g^2} - \frac{2}{g(g-1)} - \frac{1}{g(g-2)} \\
 &\dots \\
 V(s_1) &= E(s_1) = 1 - \frac{(g-1)}{g^2} - \frac{(g-2)}{g(g-1)} - \dots - \frac{2}{g \cdot 3} - \frac{1}{g \cdot 2}
 \end{aligned} \quad (15)$$

No exemplo, tem-se agora:  $V(B^*(a_3)) = V(s_1) = .46$ ;  $V(B^*(a_1)) = V(s_2) = .71$ ;  $V(B^*(a_5)) = .87$ ;  $V(B^*(a_2)) = .96$ ; e  $V(B^*(a_4)) = 1$  (ver figura 2.b).



(a) Padrão linear



(b) Padrão côncavo

**Figura 2** Cardinalização da ordenação referente aos benefícios generalizados (exemplo)

### Etapa 7.b: Eliminação de convexidades da fronteira eficiente

Estando determinada uma escala de intervalos, no que respeita à classificação das alternativas de acordo com os benefícios generalizados, torna-se possível aferir o *custo por unidade de benefício* associado à “deslocação” entre quaisquer dois projectos eficientes (e sucessivos em termos de valor de benefício); i.e., torna-se possível medir a “perca” representada pelas inclinações negativas dos sucessivos segmentos de recta que formam a *fronteira eficiente*. Conhecidas essas “percas”, é então possível eliminar eventuais projectos que criem “irregularidades” (leia-se, *convexidades*) na fronteira eficiente.



Para tal, construa-se um quadro onde se represente, em coluna, os projectos eficientes (ordenados por ordem crescente de benefícios), o respectivo valor cardinal de benefícios generalizados ( $V(B^*)$ ), o respectivo custo generalizado ( $C^*$ ), as variações de benefício ( $\Delta V(B^*)$ ) e custo ( $\Delta C^*$ ) entre projectos sucessivos, e o ratio entre variação de custo e variação de benefício ( $\Delta C^*/\Delta V(B^*)$ )- este último, o referido custo por unidade de benefício associado às sucessivas “deslocações” ao longo da fronteira eficiente. No quadro 2 particulariza-se um quadro deste tipo para o habitual exemplo e para o padrão linear.

**Quadro 2** Variação de custo por variação de benefício (exemplo; padrão linear)

Projecto eficiente	Benefícios generalizados Valor cardinal (linear), $V(B^*)$	Custos generalizados Valor em contos, $C^*$	Variação de Benefício $\Delta V(B^*)$	Variação de custo $\Delta C^*$	Ratio $\Delta C^*/\Delta V(B^*)$
$a_1$	0.4	- 12 000			
$a_5$	0.6	- 15 000	0.2	- 3 000	- 15 000
$a_2$	0.8	- 28 000	0.2	- 13 000	- 65 000
$a_4$	1.0	- 30 000	0.2	- 2 000	- 10 000

Analisando a última coluna deste quadro, verifica-se que algo não faz sentido; quando se passa de  $a_1$  (a alternativa eficiente com menor benefício) para  $a_5$ , cada unidade de benefício “custa” 15 000 contos, sendo este valor mais elevado - 65 000 contos - quando se passa de  $a_5$  para  $a_2$ ; porém, quando se passa de  $a_2$  para  $a_4$ , uma unidade de benefício custa somente 10 000 contos - o que faz supor que seja preferível passar logo de  $a_5$  para  $a_4$ , eliminando-se o projecto  $a_2$ . Tal, de facto, é verdade, como atesta o quadro 3. Assim, não faz sentido incluir  $a_2$  no lote de alternativas elegíveis como óptimas num problema em que se pretende maximizar benefícios e minimizar custos. Em geral, tal acontece sempre que os valores absolutos da última coluna do quadro 2 não são sucessivamente crescentes, i.e., quando a fronteira eficiente - enquanto função dos custos generalizados - não apresenta um padrão côncavo.

**Quadro 3** Variação de custo por variação de benefício (exemplo; padrão linear)

Projecto eficiente	Benefícios generalizados Valor cardinal (linear), $V(B^*)$	Custos generalizados Valor em contos, $C^*$	Variação de Benefício $\Delta V(B^*)$	Variação de custo $\Delta C^*$	Ratio $\Delta C^*/\Delta V(B^*)$
$a_1$	0.4	- 12 000			
$a_5$	0.6	- 15 000	0.2	- 3 000	- 15 000
$a_4$	1.0	- 30 000	0.4	- 15 000	- 37 500

De uma forma mais formal, existe um importante teorema da optimização condicionada que refere serem condições suficientes para um máximo local único ser também o máximo global: (i) a quase-concavidade<sup>12</sup> da função-objectivo e (ii) o carácter convexo<sup>13</sup> do conjunto de soluções admissíveis (cf. (Silberberg, 1990, p. 483)). Ora, no problema (5) - (6), a função objectivo  $[B^*(a_h) - C^*(a_h)]$  é eminentemente *quase-côncava* porque, sendo uma função linear ( $B^*$  é uma constante e  $C^*$  é função linear em  $a_h$ , cf. fórmula (3)), é uma função côncava, e uma função côncava também é quase-côncava (cf. (Silberberg, 1990, pp. 56-58, 178)).

Quanto à condição (ii), a restrição (6) pode ser incluída num conjunto mais abrangente:

$$A^f = \{ \underline{a}_h \mid f_y(\underline{a}_h) \geq 0, y = 1, \dots, z \} \tag{16}$$

delimitado, pelo menos em parte, pela fronteira eficiente, e em cujos pontos extremos se incluem os  $a_h \in A^*$ . Para este conjunto ser convexo, todas as funções  $f_1(\underline{a}_h), \dots, f_z(\underline{a}_h)$  têm de ser (fracamente) côncavas<sup>14</sup>, porque um conjunto delimitado por uma função côncava é um conjunto convexo e a intersecção de conjuntos convexos ainda é um conjunto convexo (cf. (Silberberg, 1990, p. 483)). Logo, a função que delimita  $A^f$  e da qual faz parte a função que define a fronteira eficiente - é também ela uma função côncava, que delimita um conjunto - por isso - convexo, e definida por sucessivos segmentos de recta associados às diferentes funções  $f_y$ . Explica-se, assim, porque é

<sup>12</sup>De uma forma sintética, uma função é *quase-côncava* se o conjunto de pontos para os quais a função assume valores maiores ou iguais a um determinado montante arbitrário é um conjunto convexo (ver nota de rodapé seguinte) (cf. (Silberberg, 1990, pp. 176-179)).

<sup>13</sup>Um conjunto  $X$  diz-se *convexo* se, para todo o  $x^1, x^2$  pertencentes a  $X$ , os pontos  $x = kx^1 + (1 - k)x^2$  pertencem a  $X$ , para todo o  $0 \leq k \leq 1$  (Silberberg, 1990, p. 482).

<sup>14</sup>Sem perda de generalidade para  $\mathbb{R}^n$ , uma função  $f(x)$ , definida em  $\mathfrak{R}$ , diz-se (*fracamente*) *côncava* se  $0 \leq \theta \leq 1$  e  $f(x) \geq \theta f(x^1) + (1 - \theta)f(x^2)$ , com  $x = \theta x^1 + (1 - \theta)x^2$  (Silberberg, 1990, p. 57).

que a fronteira eficiente tem de ser côncava, e, conseqüentemente, os valores da última coluna do quadro 2 (ou 3) crescentes (em valor absoluto).

Em termos de notação, o daí resultante subconjunto de  $A^*$  designa-se por  $A^{**}$ .

### Etapa 7.c: Eliminação por monetarização dos benefícios generalizados

Caso fosse possível saber em quanto valoriza a sociedade 1.0 benefícios generalizados, a determinação da solução (potencialmente) mais eficiente seria imediata, desde que se garantisse que os benefícios ultrapassariam sempre os custos. Quando se passa de  $a_1$  para  $a_5$ , cada unidade de benefício custa 3 000 000\$/0.2, i.e., 15 000 contos; e, quando o movimento é entre  $a_1$  e  $a_5$ , esse montante ascende a 37 500 contos (ver quadro 3). Adicionalmente, para os benefícios generalizados suplantarem os custos generalizados, uma unidade de benefício têm de ser superior a 30 000 contos, para  $a_1$  e  $a_4$ , e a 25 000 contos para  $a_5$  (dividir, no quadro 3, o valor absoluto da terceira coluna pela segunda, i.e.,  $-C^*/V(B^*)$ ); ou seja, a 1.0 benefícios tem de corresponder, pelo menos, 30 000 contos. Logo, se o montante que a sociedade está disposta a pagar por uma unidade adicional de benefício fosse inferior a 15 000 contos,  $a_1$  seria manifestamente a escolha (Edwards e Newman, 1982, pp. 30-32) (Goodwin e Wright, 1991, p. 24) mas, como esse valor é inferior a 30 000 contos, nem mesmo  $a_1$  passaria no teste; se o valor dos benefícios estivesse compreendido entre 15 000 (inclusive) e 37 500 (exclusive) contos, seria  $a_5$  o projecto candidato, no entanto, somente a efectivar caso o referido valor fosse superior a 25 000 contos; finalmente, se o valor fosse pelo menos 37 500 contos,  $a_4$  seria o projecto escolhido<sup>15</sup>.

Porém, sendo impossível a determinação deste montante, dois tipos de estratégias podem ser tomadas no sentido de isolar um conjunto  $A^{***}$ , contido em  $A^{**}$  e porventura ainda mais restrito que este último:

**1. Estratégia mais prudente.** Escolhe(m)-se a(s) alternativa(s) com *menor ratio*  $-C^*/V(B^*)$ , eventualmente considerando um determinado nível de tolerância (percentual) em torno do menor ratio. No exemplo,  $a_5$  seria a alternativa a isolar, com um  $-C^*/V(B^*) = 25 000$  contos;  $a_1$  e  $a_4$  só seriam também incluídas em  $A^{***}$  para um nível de tolerância de 20%, dados os

<sup>15</sup>Este resultado é facilmente verificável através de um exemplo numérico. O leitor pode efectua-lo escolhendo, por exemplo, como valores representativos de cada um dos três casos, respectivamente, 14 000, 25 000 e 40 000 contos. Ver, também, (Edwards e Newman, 1982, p. 31).

respectivos ratios serem, ambos, iguais a 30 000 contos ( $30\ 000 - 25\ 000 = 5\ 000 = 20\% * 25\ 000$ ).

**2. Estratégia menos prudente.** Esta estratégia recorre à hipótese 4, que afirma serem os projectos de indiscutível interesse para a sociedade, fazendo sentido supor que os respectivos benefícios suplantam sempre os eventuais custos (ou, pelo menos, coincidem). Ou seja, para todo o  $a_h \in A$  ( $h = 1, \dots, g$ ):

$$B^*(a_h) \geq -C^*(a_h) \quad (17)$$

Isolando-se somente as inequações relativas aos projectos pertencentes a  $A^{**}$  (reduzindo-se, assim, a dependência a projectos irrelevantes, ou por serem dominados ou por criarem convexidades na fronteira eficiente), e lembrando que, sendo  $V(B^*(a_h))$  uma escala de intervalos, a respectiva informação cardinal é insensível a qualquer transformação linear crescente, têm-se, para  $a_h \in A^{**}$ :

$$\alpha.V(B^*(a_h)) + \beta \geq -C^*(a_h) \quad (\alpha > 0) \quad (18)$$

Fazendo, sem perda de generalidade,  $\beta = 0$ , e resolvendo o sistema em ordem a  $\alpha$ , tem-se, sendo  $C^*(a_h) \neq 0$  para todo o  $a_h \in A^{**}$ :

$$\alpha \geq \text{Max} \{-C^*(a_h)/V(B^*(a_h)), a_h \in A^{**}\} \quad (19)$$

Ou seja, se estiver garantido que todos os projectos (eficientes e “não convexos”) conduzem a benefícios líquidos positivos, o factor  $\alpha$  - que transforma o valor cardinal dos benefícios (generalizados) em valor monetário - terá de ser maior ou igual ao máximo dos ratios entre o valor absoluto dos custos e o valor cardinal dos benefícios (ambos, generalizados). No exemplo, o máximo ratio é, como se viu, 30 000 contos. Tal significa que 1.0 benefícios valem sempre mais do que 30 000 contos, e, conseqüentemente, a alternativa  $a_1$  nunca poderia ser escolhida (pelas razões apontadas no primeiro parágrafo da presente sub-etapa);  $A^{***}$  resume-se, assim, a  $\{a_4, a_5\}$ .

\* \* \*

Por último, a utilização desta extensão ao modelo básico exige uma análise de robustez (etapa 8) particularmente mais cuidada, dadas as hipóteses adicionais. Especial atenção deverá ser dada ao *padrão de cardinalização* e ao *nível de tolerância da estratégia mais prudente*.

## 5 Conclusões

Procurou-se demonstrar ao longo deste artigo que a Análise Custo-Benefício e a Metodologia Multicritério de Apoio à Decisão são passíveis de uma consideração complementar. A possibilidade de uma aproximação mutuamente benéfica deriva da **diferença** e da **riqueza** que cada perspectiva encerra.

Teoricamente fundamentada na Microeconomia, a Análise Custo-Benefício propõe um método de avaliação de projectos de acordo com as preferências da sociedade. Assumindo que as escolhas colectivas devem ser derivadas a partir das preferências de todos os indivíduos, utiliza um resultado fundamental da Teoria do Consumidor: em concorrência perfeita, os preços reflectem as preferências agregadas dos indivíduos e, conseqüentemente, da sociedade por eles formada. É importante notar que os preços não são utilizados em Análise Custo-Benefício unicamente com o objectivo de tornar comensuráveis as diferentes conseqüências dos projectos mas, essencialmente, pela informação que incorporam relativamente às preferências de (todos) os agentes.

Conseqüentemente, o interesse aplicativo da Análise Custo-Benefício em *decisões públicas*, i.e., em decisões que afectam largos grupos da sociedade, é imediato. Porém, será sempre sensata uma reflexão sobre os axiomas subjacentes, sobre os parâmetros utilizados (nomeadamente, a taxa de desconto), sobre a repartição dos ganhos, sobre o carácter *efectivamente* compensatório das medidas de variação de bem-estar e sobre a provável arbitrariedade e contingência dos métodos de cálculo de valores *intangíveis*.

A Metodologia Multicritério de Apoio à Decisão demarca-se por um carácter mais geral, essencialmente por três razões:

- Primeiro, porque encerra um entendimento, eminentemente contemporâneo, sobre a tomada de decisão e sobre a daí decorrente especificidade da actividade do apoio à decisão. A decisão é encarada como um *processo* - e não, somente, como o momento em que se efectua uma “escolha” - cuja complexidade justifica a existência da actividade concreta do *apoio à decisão*. Esta última, apesar da complexidade em que se encontra ancorada, deve ser científica (i.e., deve basear-se em conceitos rigorosos, em modelos bem formalizados e em procedimentos de cálculo bem definidos), deve assumir um papel interactivo e

construtivo perante os actores (permitindo a aprendizagem, por parte destes, das suas estruturas de preferências) e deve procurar construir enunciados e modelos adequados às situações problemáticas reais, evitando-se uma postura otimizante;

- Segundo, porque enquadra um conjunto muito variado de métodos e técnicas auxiliares da decisão, reconhecendo a literatura que existe “espaço” para a Análise Custo-Benefício caso se enquadre numa perspectiva de *apoio à decisão*;
- Finalmente, porque o seu âmbito de aplicação é extraordinariamente mais vasto, não se limitando à *decisão pública*.

Caso adopte uma postura não normativa (evitando o carácter de instrumento, não de *apoio*, mas de tomada da própria decisão), a Análise Custo-Benefício poderá ser, numa determinada etapa de um processo de apoio à decisão, uma base para encontrar consensos entre os actores, dado ter como objectivo intrínseco a descrição das preferências de todos os indivíduos pertencentes à sociedade relevante. Em contextos de *decisão pública*, poderá fornecer aos decisores indicações, nomeadamente, sobre as escolhas dos agidos.

Paralelamente, os métodos multicritério de estruturação e de avaliação poderão ser úteis sucedâneos dos métodos Custo-Benefício de valorização de *intangíveis* (Método da Valorização Contingente, Método dos Preços Implícitos, Método dos Custos de Viagem, Estimação de Funções Produção), dadas as suas capacidades em tratarem situações de imprecisão, incerteza e ou indeterminação de informação.

Estas sinergias são exploradas, nos § 3 e § 4, através da formulação de um conjunto de procedimentos a que se denominou **Modelo-Básico**. Restringindo-se a problemas de *decisão pública* entre projectos indivisíveis, mutuamente exclusivos, financiáveis nos respectivos custos esperados e de indiscutível interesse para a sociedade, o *Modelo-Básico* permite manter os propósitos teóricos da Análise Custo-Benefício, valorizando-os com a perspectiva do *apoio à decisão*.

Por último, a análise das diferenças e dos pontos de contacto entre a Análise Custo-Benefício e o Apoio Multicritério à Decisão constitui, em geral, temática rica, vasta e carente de investigação aprofundada e fundamentada.

## 6 Bibliografia

- 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”, UTL-IST, Lisboa.
- Bana e Costa, C. A.** (1993). “Processo de apoio à decisão: Problemáticas, actores e acções”, *Ambiente: Fundamentalismos e Pragmatismos (Seminário Pedro Nunes)*, Convento da Arrábida, Agosto.
- Bana e Costa, C. A.** (1993a). “Convictions et Aide à la Décision”, *Newsletter of the European Working Group «Multicriteria Aid for Decisions»*, Série 2, n.º 3, Agosto.
- Bana e Costa, C. A. e J.-C. Vansnick** (1994). “The MACBETH approach: General overview and applications”, policopiado.
- Bana e Costa, C. A., T. J. Stewart e J. C. Vansnick (et al.)** (1995). “Multicriteria decision analysis: Some thoughts based on the tutorial and discussion sessions of the ESIGMA meetings”, *14th European Conference on Operational Research*, Jerusalém, Julho.
- Bana e Costa, C. A. e P. A. Fernandes** (1995). “The case of the second bridge across the River Tagus: Which points of view were favoured with the decision taken?”, *CESUR-IST*, n.º 679, Lisboa. Apresentado nas *40èmes Journées Européennes sur l’Aide Multicritère à la Décision*, Paris-Bordéus, Outubro de 1994.
- Baumol, W. e W. Oates** (1988). *The Theory of Environmental Policy*, 2.<sup>a</sup> edição, Cambridge University Press, Cambridge.
- Bertier, P. e Montgolfier, J.** (1974). “On Multicriteria Analysis: An Application to a Forest Management Problem”, *Revue Metra*, vol. 13, 33-45.
- Betoland, Y. e Février, R.** (1973). “Conservation des Forêts Suburbaines et Passage des Autoroutes”, *Revue Forestière Française*, vol. XXV, n.º 3, 179-200.
- Bouyssou, D.** (1990). “Building Criteria: a Prerequisite for MCDA”, in Bana e Costa (1990), 58-80.
- Canhoto, A. I. D.** (1994). “Análise Custo-Benefício da Barragem do Alqueva”, *Working Paper*, n.º 225, FEUNL, Lisboa, Julho.
- Canhoto, A. I. D.** (1995). “Análise Custo-Benefício: Barragem do Alqueva”, *Nova Economia*, n.º 10, AEFUNL, Lisboa, Março-Maio.
- Dasgupta, A. K. e D. W. Pierce** (1978). *Cost-Benefit Analysis: Theory and Practice*, Macmillan, Londres e Basingstoke.
- Edwards, W. e J. R. Newman** (1982). *Multiattribute Evaluation*, Sage, Beverly Hills e Londres.
- Fernandes, P. A.** (1996). “Considerações Multicritério num Problema Custo-Benefício: Uma aplicação à Decisão de Localização da Segunda Travessia do Tejo em Lisboa”, *Tese de Mestrado em Planeamento Regional e Urbano*, UTL, Lisboa.

- Fishburn, P. C.** (1970). *Utility Theory for Decision-making*, John Wiley & Sons, Nova Iorque.
- Gilbert, R. e Gagey, D.** (1976). “Une méthode de réduction progressive de l’incomparabilité: Conservation des forêts suburbaines et passage des autoroutes”, *Bulletin Interministériel pour la Rationalisation des Choix Budgétaires*, n.º 24, Março.
- Goodwin, P. e G. Wright** (1991). *Decision Analysis for Management Judgement*, John Wiley & Sons, Nova Iorque.
- Gregory, R., Lichtenstein, S. e Slovic, P.** (1993). “Valuing Environmental Resources: A Constructive Approach”, *Journal of Risk and Uncertainty*, n.º 7, 177-197.
- Hanley, N. e C. L. Spash** (1993). *Cost-Benefit Analysis: Theory and Practice*, Edward Elgar, Hants.
- Janssen, R.** (1991). *Multiobjective Decision Support for Environmental Problems*, Free University of Amsterdam, Amesterdão.
- Keeney, R. L.** (1992). *Value Focused Thinking: A Path to Creative Decisionmaking*, Harvard University Press, Cambridge Ma..
- Keeney, R. L. e H. Raiffa** (1976). *Decisions with Multiple Objectives: Preferences and Value Tradeoffs*, John Wiley & Sons, Nova Iorque.
- Kelso, W. A.** (1984). “Benefit-Cost Analysis and Program Evaluation”, in Nigro (1984), 9-42.
- Maistre, L.Y., J. Pictet e J. Simos** (1994). *Méthodes Multicritères ELECTRE: Description, conseils pratiques et cas d'application à la gestion environnementale*, Presses Polytechniques et Universitaires Romandes, Lausanne.
- Musgrave, R. A. e P. B. Musgrave** (1989). *Public Finance in Theory and Practice*, 5.ª edição, McGraw-Hill, Nova Iorque.
- Nigro, L. G. (ed.)** (1984). *Decision Making in the Public Sector*, Marcel Dekker, Nova Iorque e Basel.
- Nijkamp, P., P. Rietveld, e H. Voogd** (1990). *Multicriteria Evaluation in Physical Planning*, North-Holland, Amesterdão.
- Oliveira, A. e V. Santos** (1994). “Selection of an Optimal Strategy to Control Tropospheric Ozone: A Cost-Benefit Analysis Applied to the Urban Area of Lisbon”, *Congresso de Economia da Saúde*, Coimbra, Novembro.
- Pearce, D. W. e K. R. Turner** (1990). *Economics of Natural Resources and the Environment*, Harvester Wheatsheaf.
- Randal, A.** (1987). *Resource Economics*, John Wiley & Sons, Nova Iorque.
- Roy, B.** (1985). *Méthodologie Multicritère d'Aide à la Décision*, Economica, Paris.
- Roy, B.** (1990). “Decision-Aid and Decision-Making”, in Bana e Costa (1990), 17-35.
- Roy, B. e D. Bouyssou** (1993). *Aide Multicritère à la Décision: Méthodes et Cas*, Economica, Paris.



- Roy, B. e Hassan, H.** (1994). “Intérêt des Méthodes Multicritères pour l’Aide à la Décision Concernant les Investissements em matière d’Infrastructures de Transports”, *Cahier du LAMSADE*, n.º 124, Université de Paris-Dauphine, Paris.
- Ruff, L. E.** (1977). “The Economic Common Sense of Pollution”, in Dorfman and Dorfman (eds.), *Economics of the Environment: Selected Readings*, 2.<sup>a</sup> edição, 41-58.
- Silberberg, E.** (1990). *The Structure of Economics: a Mathematical Analysis*, McGraw-Hill, Nova Iorque.
- Stiglitz, J.** (1986). *Economics of the Public Sector*, W.W. Norton, Nova Iorque.
- Turvey, R.** (1963). “On Divergences Between Social Cost and Private Cost”, *Economica*, Agosto, 309-313.
- Vansnick, J.-C.** (1995). “L’aide multicritère à la décision: une activité profondément ancrée dans son temps”, *Newsletter of the European Working Group «Multicriteria Aid for Decisions»*”, Série 2, n.º 6, Primavera.
- Varian, H. R.** (1990). *Intermediate Microeconomics: A Modern Approach*, 2.<sup>a</sup> ed., W.W. Norton, Nova Iorque.
- Vincke, Ph.** (1989). *L’Aide Multicritère à la Décision*, Éditions de l’Université de Bruxelles e Éditions Ellipses, Bruxelles e Paris.
- Von Winterfeldt D., Edwards W.** (1986). *Decision Analysis and Behavioral Research*. Cambridge University Press, Cambridge.