



M-MACBETH

M-MACBETH Versão 1.1

Guia do utilizador

Julho 2005



www.m-macbeth.com

**M-MACBETH permite avaliar opções
comparando-as qualitativamente
em termos das suas diferenças de atractividade
em múltiplos critérios.**

Copyright 2005 Carlos A. Bana e Costa, Jean-Marie De Corte, Jean-Claude Vansnick
(criadores de M-MACBETH)
Os seguintes membros do *M-MACBETH Team* também contribuíram para a produção deste guia
João C. B. Costa, Manuel P. Chagas, Émerson C. Corrêa, Isabel M. João,
Fátima M. Lopes, João C. Lourenço, Ramiro Sánchez-López.

ÍNDICE

Capítulo 1	Introdução	5
1.1	A abordagem MACBETH	5
1.2	Organização do guia	5
1.3	Exemplo	6
Capítulo 2	Como começar	7
2.1	Instalação de M-MACBETH	7
2.2	Personalização do ambiente de trabalho	8
2.3	Criação de um ficheiro M-MACBETH	9
2.4	Guardar um ficheiro M-MACBETH	10
2.5	Abrir um ficheiro M-MACBETH	10
Capítulo 3	Estruturação de um modelo	11
3.1	Fundamentos de estruturação	11
3.2	Definição de opções	12
3.2.1	Introdução de opções no modelo	12
3.2.2	Alteração de uma opção	12
3.2.3	Remoção de uma opção	13
3.3	Construção de uma árvore e definição de critérios	13
3.3.1	Tipos de nós e bases de comparação	13
3.3.2	Introdução de nós não-critérios	13
3.3.3	Introdução de nós critérios com uma base de comparação directa	14
3.3.4	Introdução de nós critérios com uma base de comparação indirecta	16
3.3.5	Alteração das propriedades de um nó	21
3.3.6	Remoção um nó da árvore	22
3.4	Introdução das performances das opções	22
Capítulo 4	Pontuação	24
4.1	Ordenação num critério	24
4.2	Julgamentos qualitativos de diferença de atractividade num critério	25
4.3	Resolução de inconsistências	26
4.4	Quantificação da atractividade num critério	27
4.4.1	Quantificação da atractividade por comparação de opções	27
4.4.2	Quantificação da atractividade por comparação de níveis qualitativos de performance	29
4.4.3	Quantificação da atractividade por comparação de níveis quantitativos de performance	31

Capítulo 5	<i>Ponderação</i>	35
5.1	Referências de ponderação	35
5.2	Ordenação dos pesos dos critérios	36
5.3	Avaliação qualitativa de diferenças de atractividade global	37
5.4	Quantificação dos pesos	37
Capítulo 6	<i>Análise de resultados do modelo</i>	39
6.1	Pontuações globais	39
6.2	Termómetro global	39
6.3	Perfis das opções	40
6.4	Perfis de diferenças de pontuações	41
6.5	Gráfico XY	43
6.5.1	Comparação das pontuações em dois critérios ou grupos de critérios	43
6.5.2	Análise custo-benefício	44
Capítulo 7	<i>Análises de sensibilidade e robustez</i>	47
7.1	Análises de sensibilidade	47
7.1.1	Análise de sensibilidade no peso de um critério	47
7.1.2	Interactividade de M-MACBETH	48
7.2	Análise de robustez	50
Capítulo 8	<i>Referências</i>	56



Capítulo 1 Introdução

1.1 A abordagem MACBETH

MACBETH é uma metodologia de apoio à tomada de decisão, que permite avaliar opções tendo em conta múltiplos critérios. A distinção fundamental entre MACBETH e outros métodos de Análise de Decisão com múltiplos critérios é que MACBETH requer apenas *juízos qualitativos* sobre as diferenças de atractividade entre elementos, para gerar pontuações para as opções em cada critério e para ponderar os critérios. Sete categorias semânticas de diferença de atractividade são introduzidas em MACBETH: diferença de atractividade *nula, muito fraca, fraca, moderada, forte, muito forte e extrema*. Daí a origem do nome da abordagem **MACBETH**: “**M**asuring **A**tractiveness by a **C**ategory **B**ased **E**valuation **T**echnique” (Medir a Atractividade por uma Técnica de Avaliação Baseada em Categorias).

À medida que os juízos qualitativos são expressos pelo avaliador e introduzidos em M-MACBETH (www.m-macbeth.com), o software verifica automaticamente a sua consistência e oferece sugestões para resolver eventuais inconsistências. Depois, o processo MACBETH de apoio à decisão evolui para a construção de um modelo quantitativo de avaliação. A partir dos juízos do avaliador e utilizando as funcionalidades do software, uma escala de pontuações em cada critério e pesos relativos para os critérios são gradualmente sugeridos e discutidos. Em seguida, uma pontuação global é calculada para cada opção, fazendo a soma ponderada das suas pontuações nos múltiplos critérios. Essa pontuação global reflecte a atractividade da opção respectiva no conjunto de todos os critérios. Diversas análises de sensibilidade e de robustez dos resultados do modelo, assim construído, permitirão compreender o problema em profundidade, de ajustar o modelo e de formar convicções sobre as prioridades a estabelecer ou as opções a seleccionar, em contextos de tomada de decisão individual ou em grupo. M-MACBETH oferece numerosas representações gráficas que facilitam a elaboração de um relatório justificando recomendações elaboradas.

1.2 Organização do guia

Este guia familiariza o utilizador de M-MACBETH com as mais importantes funções do software, concebidas para implementar a metodologia MACBETH de apoio à tomada de decisões. Contudo, este guia não mostra todas as potencialidades de M-MACBETH, nem descreve a metodologia MACBETH. Uma lista de publicações sobre MACBETH está disponível no [capítulo 8](#) deste guia.

Após a leitura deste guia, o utilizador será capaz de construir um modelo MACBETH analisar os seus resultados. Para facilitar a aprendizagem, cada passo da construção do modelo será ilustrada por um exemplo, introduzido na [secção 1.3](#).

Este guia está estruturado de forma a permitir fazer uso desse exemplo em cada etapa do processo MACBETH de apoio à tomada de decisões: estruturação, avaliação e elaboração de recomendações.

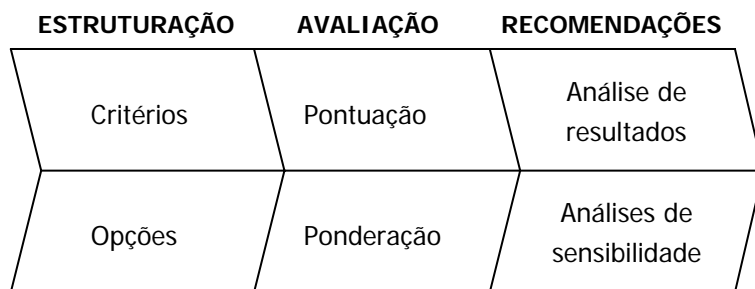


Figura 1

Estruturação:

Crítérios: Estruturar os pontos de vista e identificar os critérios.

Opções: Definir as opções a serem avaliadas e as suas performances.

Avaliação:

Pontuação: Avaliar a atractividade de cada opção em cada critério.

Ponderação: Ponderar os critérios.

Recomendações:

Análise de resultados: Analisar a atractividade global de cada opção e explorar os resultados do modelo.

Análises de sensibilidade: Analisar a sensibilidade e robustez aos resultados do modelo à luz de vários tipos de incerteza nos dados.

Na prática, a pertinência destas actividades e a ordem pela qual devem ser realizadas dependem da especificidade de cada contexto de decisão.

Nota: Este guia pode ser acedido através do menu "Ajuda" do software M-MACBETH em qualquer altura.

1.3 Exemplo

A Maria pretende adquirir uma impressora que lhe permita imprimir, de forma rápida e com qualidade profissional, documentos com figuras a cores. Para ela, o custo e o design da impressora são também pontos de vista fundamentais. Depois de ter consultado o mercado, a Maria seleccionou as cinco opções da Tabela 1.

Tabela 1 – Opções do exemplo de escolha de uma impressora.

Impressora	PH 96-03	Espon Planet-2	Sister 80	Nomark XPTO	Conan F-Colour
Custo (\$)	215	175	300	295	270

Este guia mostra como utilizar M-MACBETH para ajudar a Maria a escolher a impressora mais adequada à satisfação das suas expectativas.



Capítulo 2 Como começar

2.1 Instalação de M-MACBETH

➤ Para **instalar M-MACBETH**:

Aviso: Recomenda-se que comece por remover do seu sistema versões previamente instaladas do software M-MACBETH. O programa de instalação do M-MACBETH pode ajudá-lo nessa tarefa.

1. **Siga as instruções na secção “Downloads” em www.m-macbeth.com**, para guardar o ficheiro “M-MACBETH-Install” no seu computador.
2. **Execute “M-MACBETH-Install”**, para iniciar a instalação. Esta instrução abre a janela de instalação do M-MACBETH.

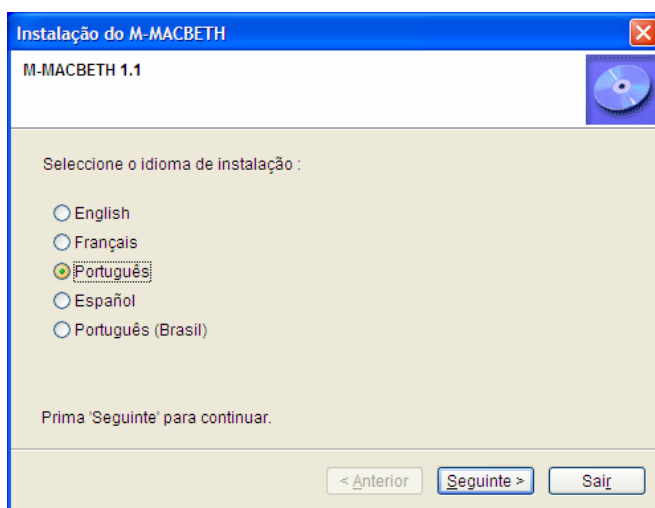


Figura 2

3. **Selecione o idioma** que pretende utilizar durante a instalação e **prima “Seguinte”**.
4. **Siga as instruções** que aparecem no ecrã.
5. No final da instalação abrir-se-á a janela “Informações do utilizador”, onde deve **indicar o seu nome, entidade e número de série** que lhe foi atribuído se adquiriu o software. Se apenas pretende instalar a **versão demo, introduza “demo”** no campo “Número de série:”.

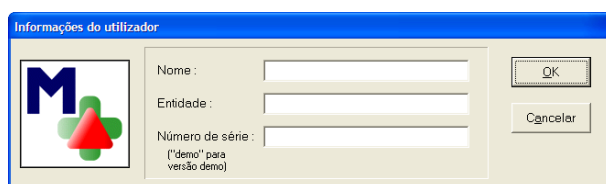


Figura 3

6. **Prima “OK”** após ter preenchido a informação do utilizador. A janela “Instalação do M-MACBETH” abrirá com a informação “Instalação terminada”. **Prima “Sair”**.

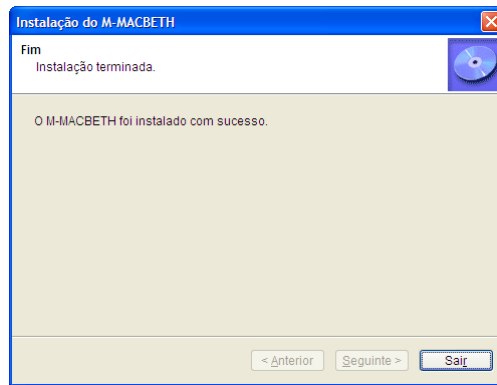


Figura 4

7. **Reinicie o computador** se solicitado.

Aviso: Se uma versão do M-MACBETH foi previamente instalada no seu computador e não foi removida antes de iniciar a actual instalação, o respectivo atalho no ambiente de trabalho não será actualizado se instalar a nova versão num directório diferente.

2.2 Personalização do ambiente de trabalho

➤ Para **alterar o idioma:**

1. Seleccione **Personalizar > Idioma**.
2. **Escolha o idioma desejado** a partir do menu de contexto.

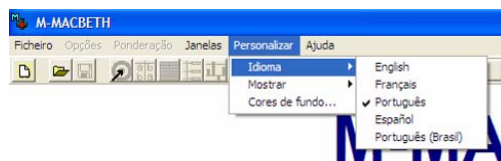


Figura 5

➤ Para **alterar as cores de fundo:**

1. Seleccione **Personalizar > Cores de fundo...** para abrir a janela "Cores de fundo".
2. **Prima no tipo de janela** cuja cor de fundo pretende alterar **e escolha a nova cor**.

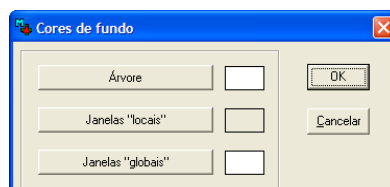


Figura 6

3. **Prima "OK"**.

➤ Para **activar** a janela "**Ferramentas para a árvore**" (para personalizar o aspecto da árvore.):

1. Seleccione **Personalizar > Mostrar**.

2. Prima em “ferramentas para a árvore” a partir do menu de contexto.



Figura 7

➤ Para **desactivar** a janela de “Ferramentas para a árvore”, prima

➤ Para **modificar o nível de zoom** de todas as janelas simultaneamente, use 100% na barra de ferramentas principal.

2.3 Criação de um ficheiro M-MACBETH

➤ Para **criar um ficheiro M-MACBETH**:

1. Seleccione **Ficheiro > Novo** (ou **prima** na barra de ferramentas principal) para abrir a janela “Novo ficheiro” (Figura 8).

2. **Insira o nome do ficheiro** no espaço correspondente a “Nome do modelo”. *Para o exemplo da Maria, insira “Escolha de uma impressora” como nome do modelo.*

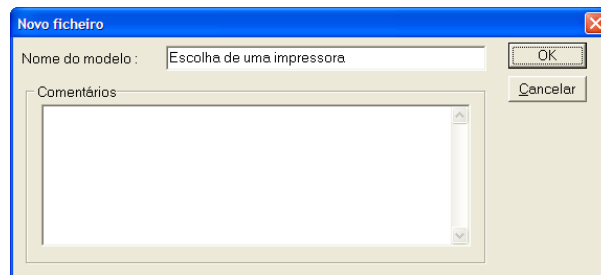


Figura 8

3. **Prima "OK"**. A Figura 9 mostra a janela principal do M-MACBETH.

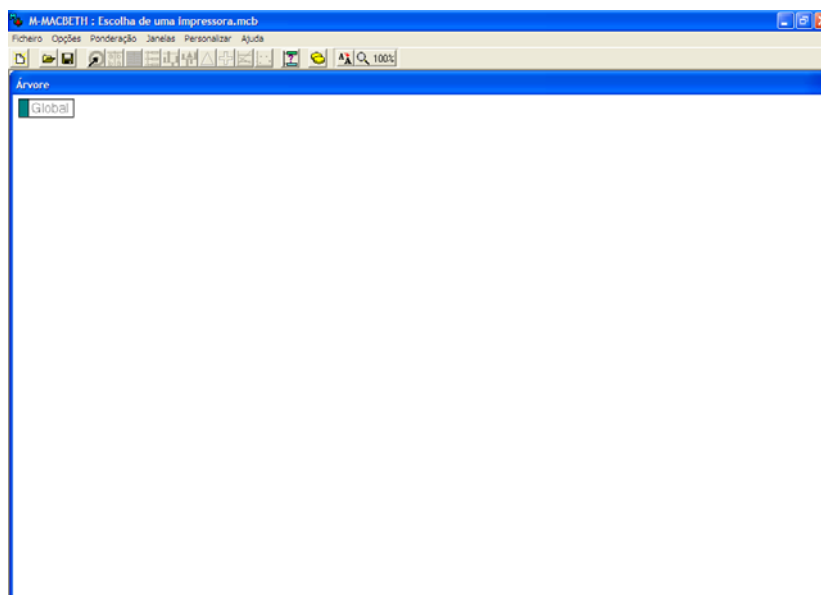



Figura 9


2.4 Guardar um ficheiro M-MACBETH

- Para **Guardar** um ficheiro M-MACBETH, seleccione **Ficheiro > Guardar** (ou prima  na barra de ferramentas principal).

Aviso: Por defeito, M-MACBETH sugere que guarde os modelos MACBETH numa pasta "MACBETH model" na sua pasta de DOCUMENTOS.

Nota: Quando guarda um modelo pela primeira vez, por defeito o software atribuirá ao ficheiro respectivo o nome introduzido na janela "Novo ficheiro" (Figura 8).

2.5 Abrir um ficheiro M-MACBETH

- Para **abrir um ficheiro M-MACBETH** existente, seleccione **Ficheiro > Abrir** (ou prima  na barra de ferramentas principal).

Nota: Todos os ficheiros M-MACBETH têm a extensão ".mcb".



Capítulo 3 Estruturação de um modelo

3.1 Fundamentos de estruturação

M-MACBETH designa por “opção” qualquer acção potencial ou alternativa de decisão (ver [secção 3.2](#)). *As opções do exemplo da Maria constam da Tabela 1.*

Uma opção é, por definição, um meio para alcançar fins. Portanto, uma boa tomada de decisão requer que se comece por reflectir sobre o que se pretende obter, isto é, sobre quais os pontos de vista com interesse para a avaliação, em cada contexto específico. Certos pontos de vista terão uma definição mais abrangente, outros serão mais específicos. A estruturação em árvore (ou “árvore de valores”) permite visualizar de forma organizada a totalidade dos aspectos importantes do problema.

A Figura 10 mostra a árvore MACBETH que será construída (ver [secção 3.3](#)) para exemplo da Maria. Os nós que se encontram abaixo do nó inicial (“Global” por defeito, “Escolha de uma impressora” no exemplo da Maria) correspondem aos pontos de vista que a Maria considera relevantes para escolher uma impressora. Note que três dos nós estão assinalados a vermelho, o que indica que “Qualidade de impressão a cores”, “Velocidade de impressão” e “Design da Impressora” são os critérios para avaliação da impressora. Note, também, que “Dimensões da impressora”, “Cor da impressora” e “Forma da impressora”, apesar de não terem sido definidos como critérios (e como tal não serem essenciais para o modelo) foram incluídos na árvore para explicitar quais os aspectos de design que são relevantes para a Maria. De uma forma análoga, a inclusão do nó “Características de Impressão” melhora a estrutura do modelo, tornando-o mais compreensível.

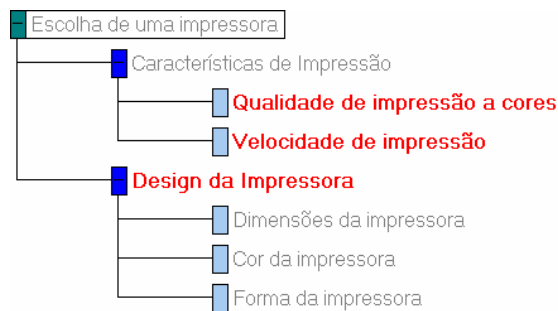


Figura 10

Assim, uma árvore MACBETH é formada por dois tipos distintos de nós (ver [secção 3.3.1](#)): “nós critérios” e “nós não critérios”. Na fase de avaliação, M-MACBETH permitirá atribuir uma pontuação a cada opção em cada critério introduzido no modelo, que reflecte a atractividade da opção, nesse critério, para o avaliador. As opções poderão ser pontuadas por um de dois processos: comparando-as duas a duas directamente, ou indirectamente através de uma função de valor. Uma função de valor constrói-se comparando níveis de performance no critério, previamente definidos na estruturação do critério; os níveis de performance podem ser quantitativos ou qualitativos (ver [secção 3.3.4](#)). A função de valor permitirá converter as performances das opções em pontuações, quer as performances das opções sejam descritas de uma forma quantitativa, quer de forma qualitativa (ver [secção 3.4](#)).

3.2 Definição de opções


3.2.1 Introdução de opções no modelo

➤ Para **introduzir opções** no modelo:

1. Selecciona **Opções > Definir** para abrir a janela “Opções”.



Figura 11

2. Prima  por cada opção a adicionar (*cinco, no exemplo da Maria*).

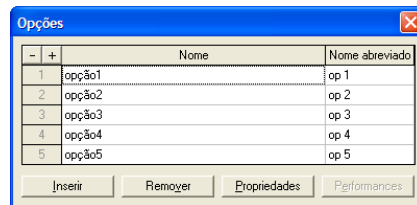


Figura 12

Nota: Para adicionar uma opção pode premir .

3. **Substitua cada “Nome” que aparece por defeito** pelo nome pretendido para cada uma das opções. *No exemplo da Maria, os nomes são PH 96-03, Espon Planet-2, Sister 80, Nomark XPTO e Conan F-Colour.*

4. **Substitua cada “Nome abreviado” que aparece por defeito** por um nome abreviado que permita identificar facilmente cada uma das opções. *No exemplo da Maria, os nomes abreviados são Ph, Espon, Sister, Nomark e Conan.*

Nota: O “Nome abreviado” de cada opção deve ser escolhido cuidadosamente, porque ele servirá para identificar a opção em qualquer fase do processo de construção modelo.

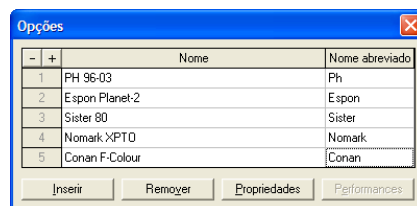



Figura 13

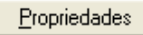
Nota: As opções podem ser adicionadas ou modificadas a qualquer momento.

Nota: É possível activar uma coluna de “Custo” na janela das “Opções” premindo  na barra de ferramentas principal (ver [secção 6.5.2](#)).

3.2.2 Alteração de uma opção

➤ Para **alterar uma opção**:

1. Selecciona **Opções > Definir** para abrir a janela “Opções”.

2. Para efectuar qualquer alteração **prima o item a modificar e** em seguida **prima o botão**  para abrir a janela “Propriedades de ...”.


Nota: As opções podem ser modificadas em qualquer momento.



3.2.3 Remoção de uma opção

➤ Para **remover uma opção** do modelo:

1. Selecciona **Opções > Definir** para abrir a janela “Opções”.

2. **Seleccione** a opção que deseja eliminar e **prima** .

Nota: Premindo  será sempre removida a última opção da lista, independentemente da opção que esteja seleccionada.

Para o exemplo da Maria, **prima**  para fechar a janela “Opções” e **prima**  na barra de ferramentas principal para guardar o seu modelo.

3.3 Construção de uma árvore e definição de critérios

3.3.1 Tipos de nós e bases de comparação

Cada nó numa árvore MACBETH pode ser um **nó critério** ou um **nó não-critério**, conforme seja ou não usado para avaliar a atractividade das opções. A cada nó critério deve ser sempre associada uma “base de comparação”, directa (ver [secção 3.3.3](#)) ou indirecta (ver [secção 3.3.4](#)).

Nota: Para construir uma árvore sem identificar imediatamente os critérios, introduza todos os nós como nós não-critérios.

Nota: Pode premir e arrastar qualquer nó para uma outra posição na árvore. No entanto, deve ter presente o facto de que um nó critério não pode ser nem “pai” nem “filho” de outro nó critério.

3.3.2 Introdução de nós não-critérios

➤ Para introduzir um **nó não-critério** no modelo:

1. **Prima o botão direito do rato sobre o nó “pai” (“Global”, no exemplo da Maria) e seleccione “Acréscitar um nó”** no menu de contexto para abrir a janela “Acréscitar um nó a ...”.

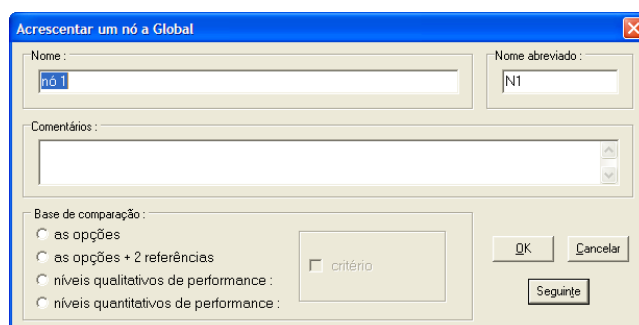


Figura 14

Nota: O nó "pai" de um nó não-critério pode ser qualquer tipo de nó.

2. **Substitua o nome do nó que aparece por defeito** (ex. "nó 1") pelo nome completo pretendido (*"Características de Impressão", no exemplo da Maria*).

3. **Substitua o nome abreviado do nó que aparece por defeito** (ex. "N1") pelo nome abreviado pretendido (*"Impressão", no exemplo da Maria*).

4. **Insira qualquer comentário** que pretenda associar a este nó.

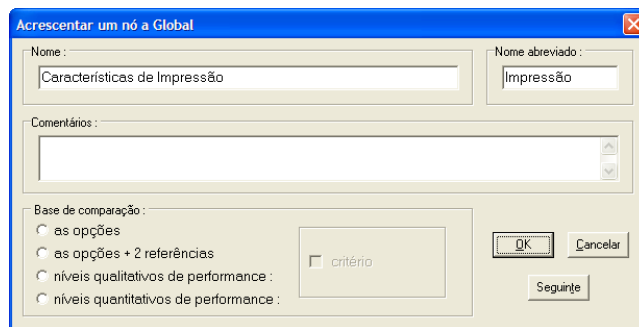


Figura 15

Nota: A um nó não-critério não deve ser associada qualquer base de comparação.

5. **Prima "OK"** para fechar a janela "Acrescentar um nó a ..." e inserir na árvore o novo nó não-critério criado.

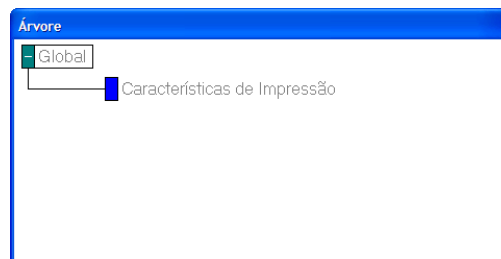


Figura 16

3.3.3 Introdução de nós critérios com uma base de comparação directa

M-MACBETH oferece-lhe duas bases de comparação directa: "as opções" e "as opções + 2 referências". Seleccionando "as opções", indica ao software que quer comparar directamente as opções entre si, para avaliar a sua atractividade relativa. Seleccionando "as opções + 2 referências", indica ao software que, para além de pretender compará-las directamente entre si, pretende, adicionalmente, comparar as opções com duas referências a definir, para avaliar também a atractividade intrínseca de cada opção com base nas duas referências. Além disso, a definição de duas referências permite ponderar os critérios sem necessidade de introduzir previamente opções no modelo.

➤ Para introduzir **um nó critério** com a base de comparação **"as opções"**:

Nota: A base de comparação "as opções" só está disponível se tiverem sido introduzidas previamente pelo menos duas opções no modelo.

1. **Prima o botão direito do rato sobre o nó "pai" do critério** que deseja introduzir e **selecione "Acrescentar um nó"** no menu de contexto para abrir a

janela "Acrescentar um nó a ...". *No exemplo da Maria, não existe nenhum critério com a base de comparação "as opções".*

Aviso: O nó "pai" de um nó critério tem de ser um nó não-critério.

2. **Substitua o nome do nó que aparece por defeito** (ex. "nó 1") pelo nome completo pretendido.
3. **Substitua o nome abreviado do nó que aparece por defeito** (ex. "N1") pelo nome abreviado pretendido.
4. **Insira qualquer comentário** que pretenda associar a este nó.
5. **Selecione a base de comparação "as opções".**
6. Quando estiver satisfeito com as propriedades do nó, **prima "OK"** para inserir na árvore o novo nó critério criado.

➤ Para introduzir **um nó critério** com a base de comparação **"as opções + 2 referências"**:

1. **Prima o botão direito do rato sobre o nó "pai" do critério** que deseja introduzir (*"Global", no exemplo da Maria*) e **selecione "Acrescentar um nó"** no menu de contexto para abrir a janela "Acrescentar um nó a ...".

Aviso: O nó "pai" de um nó critério tem de ser um nó não-critério.

2. **Substitua o nome do nó que aparece por defeito** (ex. "nó 1") pelo nome completo pretendido (*"Design da Impressora", no exemplo da Maria*).
3. **Substitua o nome abreviado do nó que aparece por defeito** (ex. "N1") pelo nome abreviado pretendido (*"Design", no exemplo da Maria*).
4. **Insira qualquer comentário** que pretenda associar a este nó. *Para o exemplo da Maria, insira "Até que ponto a impressora é visualmente atraente, tendo em conta as suas dimensões, cor e forma".*

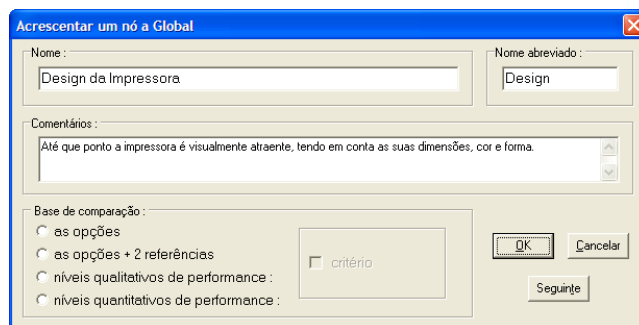


Figura 17

5. **Selecione a base de comparação "as opções + 2 referências"**. Este passo expande a janela "Acrescentar um nó a ..." para incluir as duas "Referências".

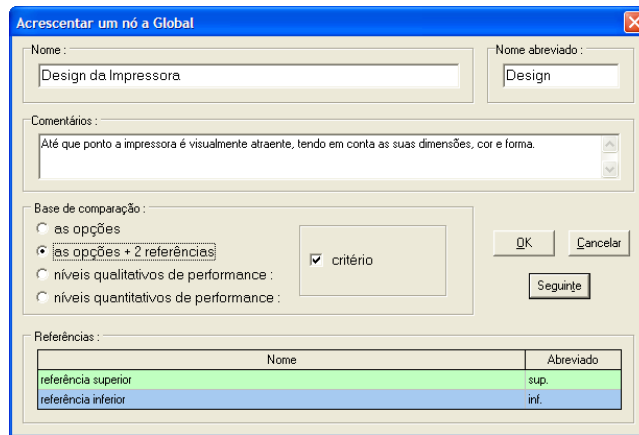


Figura 18

Nota: Ao seleccionar “as opções + 2 referências” define automaticamente as duas referências (“superior” e “inferior”) como as referências para ponderação dos critérios. Para saber mais sobre referências de ponderação, ver [secção 5.1](#).

6. Para modificar o “Nome” ou o nome “Abreviado” por defeito de qualquer das “Referências”, prima a célula respectiva e introduza o nome ou nome abreviado desejado. *Para o exemplo da Maria, substitua os nomes abreviados “sup.” e “inf.” por “Bom” e “Neutro”, respectivamente.*

7. Quando estiver satisfeito com as propriedades do nó, **prima "OK"** para inserir na árvore o novo nó critério criado.

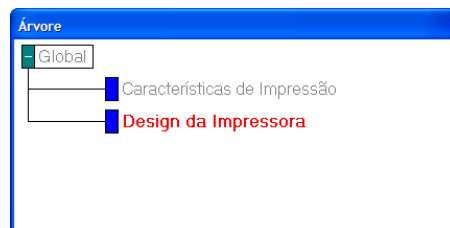


Figura 19

3.3.4 Introdução de nós critérios com uma base de comparação indirecta

M-MACBETH oferece-lhe duas bases de comparação indirecta: “níveis qualitativos de performance” e “níveis quantitativos de performance”. Seleccionando qualquer destas bases de comparação, indica ao software que pretende avaliar a atractividade das opções no critério indirectamente, usando uma função de valor para converter as performances das opções em pontuações.

- Para introduzir um **nó critério** com a base de comparação “**níveis qualitativos de performance**”:

1. **Prima o botão direito do rato sobre o nó “pai”** (“*Características de Impressão*”, para o exemplo da Maria) e **selecione “Acrescentar um nó”** no menu de contexto para abrir a janela “Acrescentar um nó a ...” (Figura 20).

Aviso: O nó “pai” de um nó critério deve ser um nó não-critério.

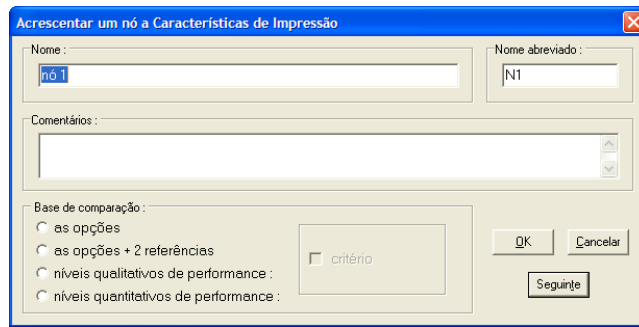


Figura 20

2. **Substitua o nome do nó que aparece por defeito** (ex. “nó 1”) pelo nome completo pretendido (*“Qualidade de impressão a cores”, no exemplo da Maria, conforme a Figura 21*).

3. **Substitua o nome abreviado do nó que aparece por defeito** (ex. “N1”) pelo nome abreviado pretendido (*“Cor”, no exemplo da Maria*).

4. **Insira qualquer comentário** que pretenda associar a este nó. *Para o exemplo da Maria, insira “Qualidade de impressão a cores, no modo de melhor qualidade disponível”.*

5. **Selecione a base de comparação “níveis qualitativos de performance”**. Este passo expande a janela “Acrescentar um nó a ...” para incluir os “Níveis qualitativos” (dois por defeito).

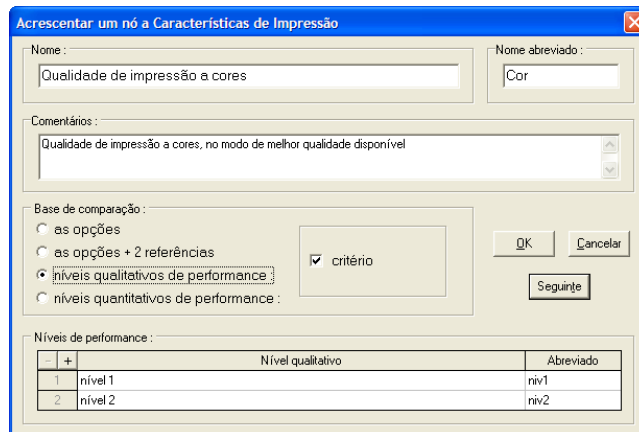



Figura 21

6. **Prima ** por cada nível qualitativo a adicionar (*três vezes, no exemplo da Maria*).

7. **Substitua os nomes dos níveis que aparecem por defeito** pelos nomes pretendidos para os níveis. *No exemplo da Maria:*

Nível 1 → *“As imagens impressas parecem produzidas num estúdio profissional”*

Nível 2 → *“Boas cores, pode ser utilizada para reproduzir imagens”*

Nível 3 → *“Os borrões são raros e minúsculos, alguns defeitos ligeiros”*

Nível 4 → *“A qualidade das cores é suficiente para imprimir esquemas, mas não imagens”*

Nível 5 → *“A qualidade das cores é suficiente apenas para imprimir texto a cor”*

8. **Substitua cada nome “Abreviado” que aparece por defeito** pelo nome abreviado pretendido para cada nível. *No exemplo da Maria:*

Nível 1 → “Muito boa”

Nível 2 → “Boa”

Nível 3 → “Suficiente”

Nível 4 → “Neutra”

Nível 5 → “Fraca”

9. **Selecione** o nível qualitativo que irá servir de “referência superior” **premindo o botão direito do rato** sobre o nível pretendido (*o nível 2, no exemplo da Maria*) e selecione “referência superior <--” no menu de contexto.

10. **Selecione** o nível qualitativo que irá servir de “referência inferior” **premindo o botão direito do rato** sobre o nível pretendido (*o nível 4, no exemplo da Maria*) e selecione “referência inferior <--” no menu de contexto.

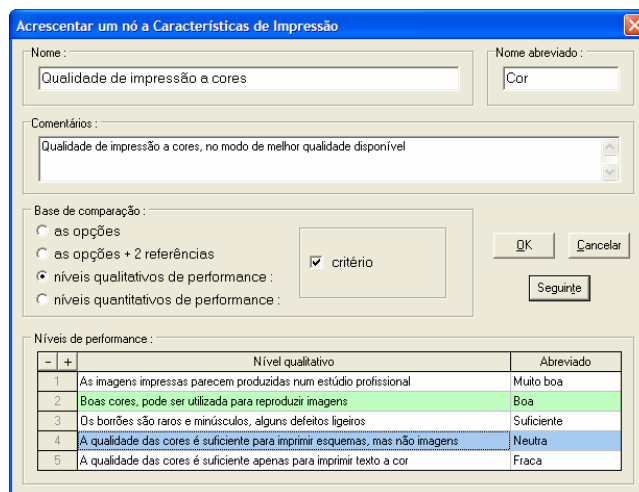


Figura 22

Nota: Ao seleccionar “níveis qualitativos de performance” define automaticamente as duas referências (“superior” e “inferior”) como as referências para ponderação dos critérios. Para saber mais sobre referências de ponderação, ver [secção 5.1](#).

11. Quando estiver satisfeito com as propriedades do nó, **prima "OK"** para inserir na árvore o novo nó critério criado.

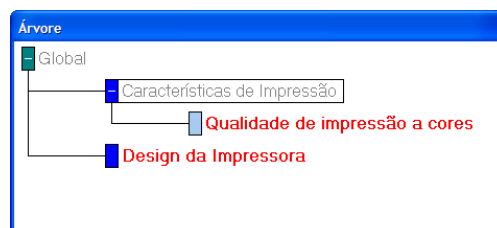


Figura 23

- Para introduzir um **nó critério** com a base de comparação “níveis quantitativos de performance”:

1. **Prima o botão direito do rato sobre o nó "pai"** (*"Características de Impressão", no exemplo da Maria*) e **selecione "Acrescentar um nó"** no menu de contexto para abrir a janela "Acrescentar um nó a ...".

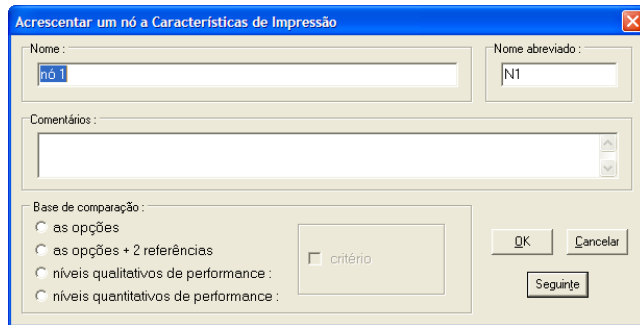


Figura 24

Aviso: O nó "pai" de um nó critério deve ser um nó não-critério.

2. **Substitua o nome do nó que aparece por defeito** (ex. "nó 1") pelo nome completo pretendido (*"Velocidade de impressão", no exemplo da Maria, conforme a Figura 25*).

3. **Substitua o nome abreviado do nó que aparece por defeito** (ex. "N1") pelo nome abreviado pretendido (*"Velocidade", no exemplo da Maria*).

4. **Insira qualquer comentário** que pretenda associar a este nó. *Para o exemplo da Maria, insira "Velocidade de impressão a cores, no modo de melhor qualidade disponível".*

5. **Selecione para base de comparação "níveis quantitativos de performance"**. Este passo expande a janela "Acrescentar um nó a ..." para incluir os "Níveis quantitativos" (dois por defeito).

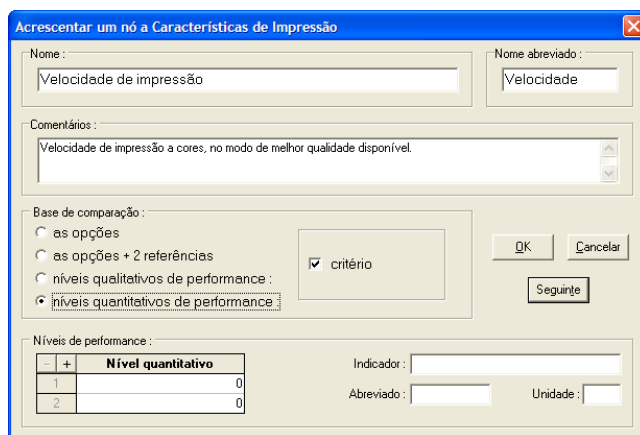



Figura 25

6. **Prima ** por cada nível quantitativo a adicionar (*três vezes, no exemplo da Maria*).

7. **Substitua os nomes dos níveis que aparecem por defeito** pelos nomes pretendidos para os níveis. *No exemplo da Maria:*

Nível 1 → "11"

- Nível 2 → "10"
- Nível 3 → "9"
- Nível 4 → "8"
- Nível 5 → "7"

8. **Selecione** o nível quantitativo que irá servir de **"referência superior"** **premindo o botão direito do rato** para o nível pretendido (*o nível 1, no exemplo da Maria*) e selecione **"referência superior <--"** no menu de contexto.

9. **Selecione** o nível quantitativo que irá servir de **"referência inferior"** **premindo o botão direito do rato** sobre o nível pretendido (*o nível 4, no exemplo da Maria*) e selecione **"referência inferior <--"** no menu de contexto.

Nota: Ao seleccionar "níveis quantitativos de performance" define automaticamente as duas referências ("superior" e "inferior") como as referências para ponderação dos critérios. Para saber mais sobre referências de ponderação, ver [secção 5.1](#).

10. Se pretender, **introduza o indicador** de performances no critério (*"Número de páginas impressas por minuto" no exemplo da Maria, conforme a Figura 26*).

11. Caso pretenda, **introduza em "Abreviado"** um nome abreviado para o indicador (*"Páginas por min", no exemplo da Maria*).

12. Caso pretenda, **introduza em "Unidade"** a unidade do indicador (*"ppm", no exemplo da Maria*).

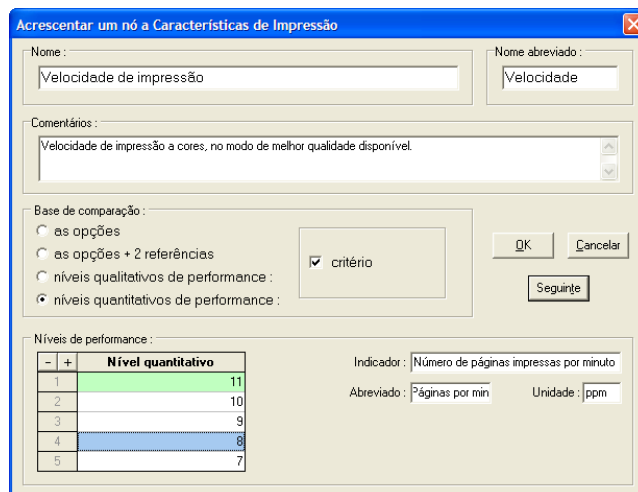


Figura 26

13. Quando estiver satisfeito com as propriedades do nó, **prima "OK"** para inserir na árvore o novo nó critério criado.

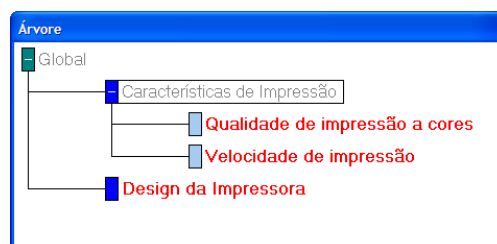


Figura 27

Para completar a árvore para o exemplo da Maria, introduza os seguintes nós não-crítérios como “filhos” do nó critério “Design da impressora”: “Dimensões da impressora” (abreviado: “Dimensões”), “Cor da impressora” (“Cor impr.”) e “Forma da impressora” (“Forma”).

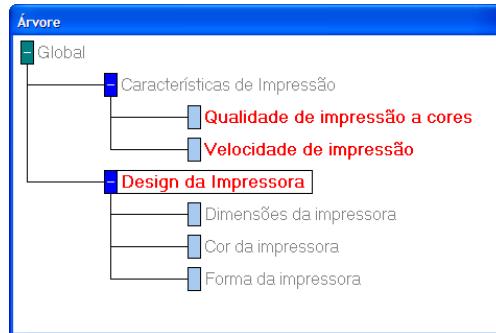


Figura 28

3.3.5 Alteração das propriedades de um nó

➤ Para **alterar as propriedades de um nó**:

1. **Prima o botão direito do rato sobre o nó pretendido** (“Global”, no exemplo da Maria) e **selecione “Propriedades do nó”** no menu de contexto para abrir a janela “Propriedades de ...”.

2. Para efectuar qualquer alteração **prima o item a modificar** na janela “Propriedades de ...” (para o exemplo da Maria, prima “Global” na caixa de texto). Esta operação abre a janela “Renomear ...”.

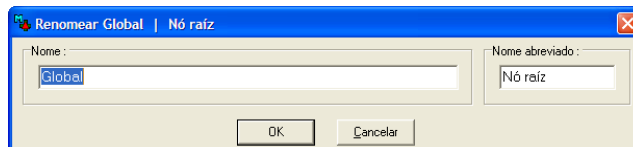


Figura 29

3. **Substitua a informação que aparece por defeito** (para o exemplo da Maria, substitua “Global” por “Escolha de uma impressora” e substitua o nome abreviado por “Esc. Impr.”).

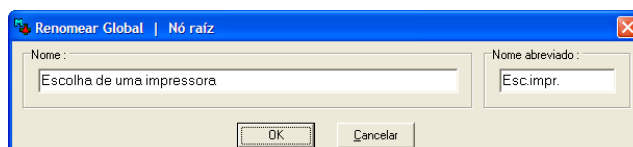


Figura 30

4. **Prima “OK”** para fechar a janela “Renomear ...” e inserir na janela “Propriedades de ...” as alterações efectuadas.

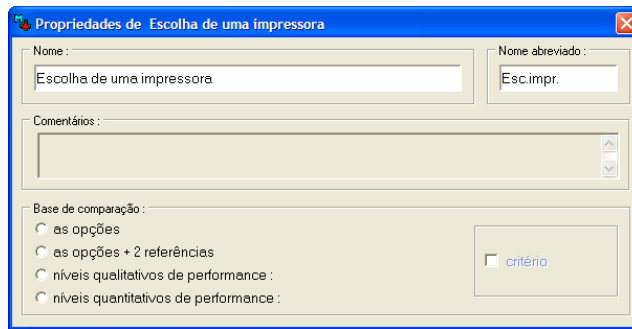


Figura 31

Nota: As propriedades de nós previamente introduzidos podem ser alteradas em qualquer altura.

Nota: A alteração do nome abreviado de um nó critério modifica automaticamente a respectiva "Referência global" (ver [secção 5.1](#)).

Nota: Para converter um nó critério num nó não-critério desactive critério.

Nota: Para converter um nó não-critério num nó critério seleccione uma base de comparação.

Para o exemplo da Maria, prima para fechar a janela "Propriedades de ...".

3.3.6 Remoção um nó da árvore

- Para **remover um nó** da árvore **prima o botão direito do rato sobre o nó pretendido e seleccione "Eliminar o nó"** do menu de contexto.

3.4 Introdução das performances das opções

Para os nós critérios com bases de comparação "níveis qualitativos de performance" ou "níveis quantitativos de performance", a conversão das performances das opções em pontuações requer a introdução prévia no modelo das performances das opções.

- Para **introduzir as performances das opções no modelo:**

1. Seleccione **Opções > Tabela de performances** (ou **prima** na barra de ferramentas principal) para abrir a janela "Tabela de performances".

Opções	Cor	Velocidade
Ph	?	?
Espion	?	?
Sister	?	?
Nomark	?	?
Conan	?	?

Figura 32

2. Na tabela de performances, prima a célula que corresponde à performance da opção que pretende introduzir (para o exemplo da Maria, prima a célula correspondente à performance de Ph em Cor). Esta operação abre a janela "Nova performance".

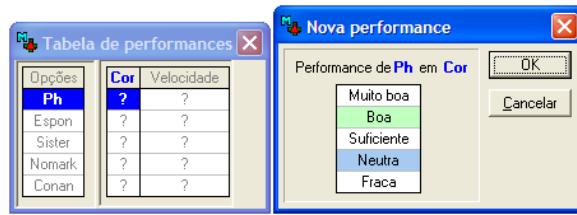


Figura 33

3. Se a base de compara o for “níveis qualitativos de performance”, selecione o nível qualitativo adequado da janela “Nova performance” (no exemplo da Maria, a performance de Ph em Cor   “Boa”). Prima “OK”.

Se a base de compara o for “níveis quantitativos de performance”, digite o nível quantitativo pretendido no respectivo espaço em branco na janela “Nova performance” (no exemplo, a performance de Ph em Velocidade   7). Prima “OK”.



4. Repita os passos 2 e 3 para as restantes performances das op es nos critérios. Para o exemplo da Maria, complete a tabela de performances de acordo com a Figura 34.

Op�es	Cor	Velocidade
Ph	Boa	7
Espon	Neutra	9
Sister	Boa	8.5
Nomark	Suficiente	10.5
Conan	Suficiente	9

Figura 34

Nota: A performance de uma op o num critério pode ser introduzida no modelo em qualquer momento após a defini o do respectivo n  critério.

Nota: Para realçar o perfil de uma op o, prima a célula respectiva na primeira coluna da “Tabela de performances”.

Para o exemplo da Maria, prima  para fechar a janela “Tabela de performances”; prima  na barra de ferramentas principal para guardar o seu modelo.

M Capítulo 4 Pontuação

4.1 Ordenação num critério

➤ Para ordenar opções ou níveis de performance num critério:

1. Na árvore, **prima duas vezes sobre o critério para o qual pretende ordenar as opções ou os níveis de performance** (conforme a base de comparação definida). Esta operação abrirá a matriz de julgamentos MACBETH para o critério seleccionado. *Para o exemplo da Maria, prima duas vezes sobre "Design da Impressora".*

	Bom	Ph	Espon	Sister	Nomark	Conan	Neutro	
Bom	nula	?	?	?	?	?	positiva	extrema
Ph	?	nula	?	?	?	?	?	mt. forte
Espon	?	?	nula	?	?	?	?	forte
Sister	?	?	?	nula	?	?	?	moderada
Nomark	?	?	?	?	nula	?	?	fraca
Conan	?	?	?	?	?	nula	?	mt. fraca
Neutro	?	?	?	?	?	?	nula	nula

Julgamentos não testados

Figura 35

2. **Prima e arraste cada opção, ou nível de performance, para a posição pretendida.** *Para o exemplo da Maria, estabeleça a seguinte ordenação: "Conan", "Bom", "Ph", "Nomark", "Espon", "Neutro" e "Sister".*

	Conan	Bom	Ph	Nomark	Espon	Neutro	Sister	
Conan	nula	?	?	?	?	?	?	extrema
Bom	?	nula	?	?	?	positiva	?	mt. forte
Ph	?	?	nula	?	?	?	?	forte
Nomark	?	?	?	nula	?	?	?	moderada
Espon	?	?	?	?	nula	?	?	fraca
Neutro	?	?	?	?	?	nula	?	mt. fraca
Sister	?	?	?	?	?	?	nula	nula

Julgamentos não testados


Figura 36

3. **Para indicar que duas opções, ou níveis de performance, são igualmente atractivas no critério seleccionado, prima sobre uma das duas células que as compara** (ex: a célula que corresponde à primeira opção, ou nível de performance, na horizontal e à segunda na vertical) e **selecione "nula"** da barra de julgamentos MACBETH. *No exemplo da Maria, a diferença de atractividade em design é nula entre "Espon" e "Neutro".*

	Conan	Bom	Ph	Nomark	Espon	Neutro	Sister	
Conan	nula	?	?	?	?	?	?	extrema
Bom	?	nula	?	?	?	positiva	?	mt. forte
Ph	?	?	nula	?	?	?	?	forte
Nomark	?	?	?	nula	?	?	?	moderada
Espon	?	?	?	?	nula	nula	?	fraca
Neutro	?	?	?	?	nula	nula	?	mt. fraca
Sister	?	?	?	?	?	?	nula	nula

Julgamentos consistentes

Figura 37

4. Uma vez estabelecida a ordenação pretendida, **prima**  e seleccione “Validar a ordenação” no menu de contexto. *No exemplo da Maria, esta operação mostrará a janela da Figura 38.*



	Conan	Bom	Ph	Nomark	Espon	Neutro	Sister
Conan		nula	positiva	positiva	positiva	positiva	positiva
Bom			nula	positiva	positiva	positiva	positiva
Ph				nula	positiva	positiva	positiva
Nomark					nula	nula	positiva
Espon						nula	positiva
Neutro							nula
Sister							

extrema
mt. forte
forte
moderada
fraca
mt. fraca
nula

Julgamentos consistentes

Figura 38

Nota: A ordenação num critério, embora recomendada, não é obrigatória.

4.2 Julgamentos qualitativos de diferença de atractividade num critério

➤ Para **introduzir julgamentos MACBETH** de diferença de atractividade num critério:

1. Se a janela com a matriz de julgamentos para o critério pretendido não se encontrar aberta, **prima duas vezes na árvore sobre o critério** em que pretende **avaliar diferenças de atractividade** entre opções ou entre níveis de performance (conforme a base de comparação do critério). Esta operação abrirá a **matriz de julgamentos MACBETH** para o critério seleccionado. *No exemplo da Maria, a matriz “Design da Impressora” já se encontra aberta.*

2. **Prima a célula que compara as duas opções pretendidas, ou níveis de performance**, com a opção ou nível de performance mais atractivo na linha da célula e a opção ou nível de performance menos atractivo na coluna da célula corresponde. *Para o exemplo da Maria, prima a célula no canto direito do topo da matriz, onde “Conan” é mais atractiva que “Sister”.*

3. **Prima com o botão direito do rato sobre a barra de julgamentos**, que se encontra do lado direito da janela, para limpar a célula em que pretende introduzir um julgamento.

Nota: Omita o passo 3 se não tiver validado a ordenação no critério.

4. **Seleccione o julgamento MACBETH pretendido** (ou gama de julgamentos) na barra de julgamentos. (*“mt. forte”, no exemplo da Maria*).

Nota: Pode escolher qualquer uma das sete categorias semânticas, ou qualquer sequência desde “mt. fraca” a “extrema” (por exemplo, muito fraca a muito forte, fraca a moderada, etc.). Como “nula” representa igual atractividade, “nula” não pode ser combinada com qualquer das outras seis categorias de diferença de atractividade.

5. **Repita este processo** para cada uma das células em que pretende introduzir julgamentos de diferença de atractividade. *Para o exemplo da Maria, complete a matriz de julgamentos de acordo com a Figura 39.*

	Conan	Bom	Ph	Nomark	Espon	Neutro	Sister	
Conan	nula	fraca	fraca	mod-fort	forte	forte	mt. forte	extrema
Bom		nula	fraca	positiva	positiva	positiva	fort-mfort	mt. forte
Ph			nula	mt. fraca	positiva	positiva	forte	forte
Nomark				nula	moderada	moderada	mod-fort	moderada
Espon					nula	nula	frac-mod	fraca
Neutro						nula	frac-mod	mt. fraca
Sister							nula	nula

Figura 39

Nota: Para obter pontuações, não é necessário introduzir um julgamento para cada par de opções ou níveis de performance na matriz.

Nota: Note que, se tiver validado a ordenação: preencher a última coluna da matriz corresponde a comparar cada uma das opções (ou níveis de performance) com a menos atractiva; preencher a primeira linha corresponde a comparar a opção (ou nível de performance) mais atractiva com cada uma das restantes; preencher a diagonal imediatamente acima da diagonal principal corresponde a comparar cada duas opções (ou níveis de performance) consecutivas na ordenação.

➤ Para **alterar um julgamento MACBETH previamente introduzido:**

1. **Prima a célula que contém o julgamento** que pretende alterar.
2. **Prima o botão direito do rato sobre a barra de julgamentos** para limpar a célula em que pretende inserir o novo julgamento.
3. **Selecione o julgamento MACBETH pretendido** (ou gama de julgamentos) na barra de julgamentos.

4.3 Resolução de inconsistências

À medida que cada julgamento é introduzido na matriz de julgamentos, M-MACBETH verifica automaticamente a sua compatibilidade com os julgamentos previamente introduzidos na matriz. Em caso de incompatibilidade, M-MACBETH ajuda-o a resolver as inconsistências detectadas.

➤ Para **resolver inconsistências nos julgamentos:**

1. Quando se introduz na matriz um julgamento incompatível, abre-se automaticamente uma janela de confirmação. *Para o exemplo da Maria, na matriz de julgamentos para "Design da impressora" (que já se encontra aberta) introduza a categoria "moderada" na célula que compara "Bom" com "Nomark".*

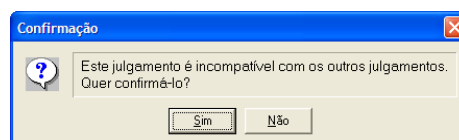


Figura 40

2. **Prima "Sim"** para **perceber com pode resolver as inconsistências** com a ajuda de M-MACBETH. Isto torna a matriz inconsistente e abre uma janela (Figura 41) com informação sobre o número de possibilidades que o software encontrou para tornar uma matriz consistente com o menor número de mudanças de categoria.

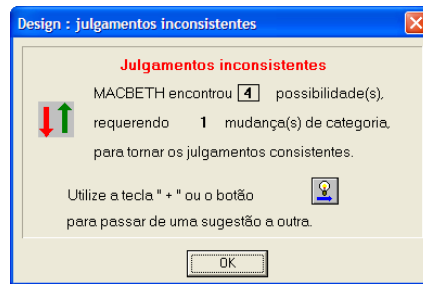


Figura 41

3. **Prima "OK"** para **analisar as sugestões** que M-MACBETH mostra sobre a matriz inconsistente.

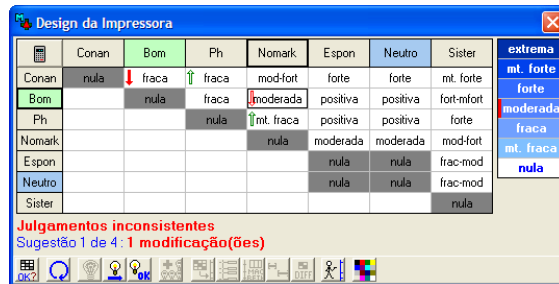




Figura 42

4. **Prima** , na barra de ferramentas que se encontra na parte inferior da janela da matriz, **para passar de uma sugestão a outra.**

5. **Prima**  para aceitar a sugestão corrente, numerada na parte inferior da janela e indicada na matriz por uma seta (ou setas) a cheio. Esta operação tornará a matriz consistente. *Para o exemplo da Maria, aceite a sugestão 2 de 4.*

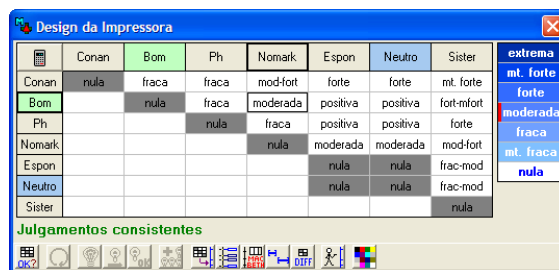



Figura 43

4.4 Quantificação da atractividade num critério

4.4.1 Quantificação da atractividade por comparação de opções

➤ Para **quantificar a atractividade** a partir da comparação directa de **opções**:

1. Se a janela da matriz de julgamentos para o critério pretendido não se encontra aberta, **prima duas vezes na árvore sobre o nó do critério.** *Para o exemplo da Maria, a matriz para "Design da impressora" já se encontra aberta.*

2. **Prima** , na barra de ferramentas que se encontra na parte inferior da janela da matriz, **para criar uma escala MACBETH de pontuação** (Figura 44) a partir dos julgamentos introduzidos na matriz.

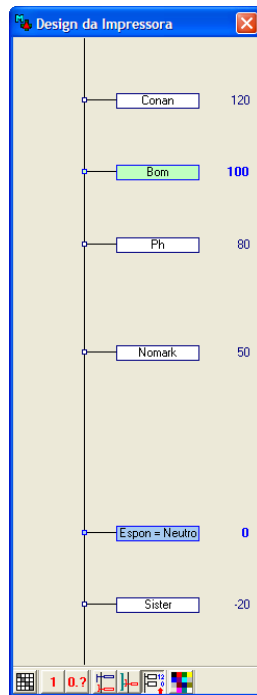



Figura 44


Nota: Por defeito, M-MACBETH apresenta uma escala de pontuação ancorada nos dois níveis de referência previamente definidos nas propriedades do critério e atribui as pontuações 0 e 100 às referências inferior e superior, respectivamente. Se os níveis de referências não tiverem sido definidos antes, M-MACBETH atribui automaticamente as pontuações 0 e 100 aos extremos da escala.

Nota: Seleccione **Ponderação > Pontuações de referência...** (ou prima  na barra de ferramentas principal) para abrir a janela "Pontuações de referência" e modificar as pontuações de referência definidas por defeito para todos os critérios.

3. **Prima e arraste qualquer opção cuja pontuação pretenda ajustar.** Esta operação abre o intervalo em que a pontuação da opção pode ser alterada, mantendo fixas as pontuações das restantes opções e respeitando a compatibilidade com a matriz de julgamentos. *Para o exemplo da Maria, considere que para a Maria a diferença de atractividade entre "Ph" e "Nomark" é semelhante à diferença de atractividade entre "Bom" e "Ph", em vez de ser maior como sugerido pela escala MACBETH proposta; prima e arraste "Ph" até a sua pontuação ser aproximadamente 75.*

Nota: Para inserir uma pontuação precisa, prima o botão direito do rato sobre a opção pretendida e seleccione "Alterar a pontuação de ..." no menu de contexto.

Nota: Se a pontuação pretendida se encontra fora do intervalo, considere a hipótese de rever alguns dos julgamentos efectuados.

4. Para arredondar as pontuações para valores inteiros, **prima**  na barra de ferramentas que se encontra na parte inferior da janela da escala. *Efectue esta operação para o exemplo da Maria.*

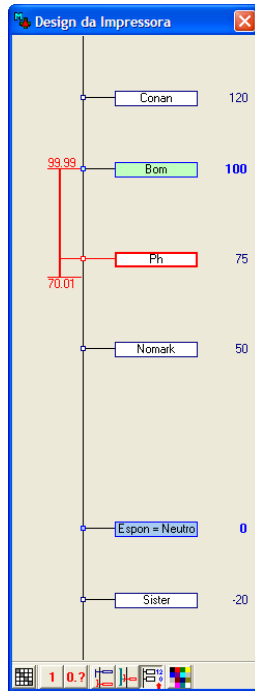




Figura 45

5. **Repita este processo** até estar satisfeito com as diferenças entre pontuações na escala.

Aviso: Ao premir , na barra de ferramentas na parte inferior da janela da matriz, é criada uma escala de pontuação MACBETH, para o conjunto de julgamentos introduzidos na matriz, anulando qualquer alteração que tenha sido feita na escala. Em alternativa, ao premir  pode visualizar a escala mais recente, sem ter que recriar a escala (permitindo, assim, preservar todas as modificações de pontuações que tenham sido efectuadas na escala).

*Para o exemplo da Maria, seleccione **Janelas > Fechar todas** para fechar as janelas da escala e da matriz.*

4.4.2 Quantificação da atractividade por comparação de níveis qualitativos de performance


➤ Para **quantificar a atractividade** a partir da comparação de **níveis qualitativos de performance**:

1. Se a janela com a matriz de julgamentos para o critério pretendido não se encontra aberta, **prima duas vezes na árvore sobre o nó critério**.

Para o exemplo da Maria, prima duas vezes sobre o nó "Qualidade de impressão a cores" e introduza os julgamentos da matriz da Figura 46.



Figura 46

2. **Prima** , na barra de ferramentas que se encontra na parte inferior da janela da matriz, **para criar uma escala MACBETH de pontuação** (Figura 47) a partir dos julgamentos introduzidos na matriz.

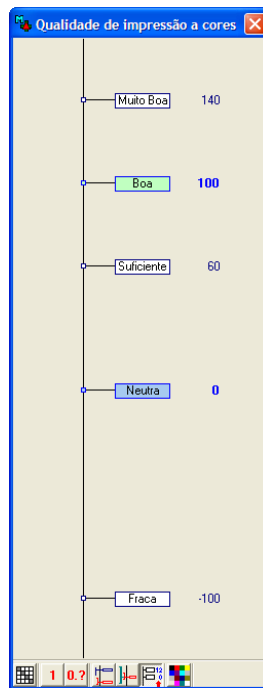



Figura 47

Nota: Por defeito, M-MACBETH apresenta uma escala de pontuação ancorada nos dois níveis de referência previamente definidos nas propriedades do critério e atribui as pontuações 0 e 100 às referências inferior e superior, respectivamente. Se os níveis de referências não tiverem sido definidos antes, M-MACBETH atribui automaticamente as pontuações 0 e 100 aos extremos da escala.

Nota: Seleccione **Ponderação > Pontuações de referência...** (ou prima  na barra de ferramentas principal) para abrir a janela "Pontuações de referência" e modificar as pontuações de referência definidas por defeito para todos os critérios.

3. **Prima e arraste qualquer nível de performance cuja pontuação pretenda ajustar.** Esta operação abre o intervalo em que a pontuação do nível de performance pode ser alterada, mantendo fixas as pontuações dos restantes níveis de performance e respeitando a compatibilidade com a matriz de julgamentos. *Para o exemplo da Maria, considere que para a Maria a diferença de atractividade entre "Suficiente" e "Neutra" é semelhante à diferença de atractividade entre "Boa" e "Suficiente", em vez de ser maior como sugerido pela escala MACBETH proposta; prima e arraste "Suficiente" até a sua pontuação ser aproximadamente 50.*

Nota: Para inserir uma pontuação precisa, prima o botão direito do rato sobre o nível de performance pretendido e seleccione "Alterar a pontuação de ..." no menu de contexto.

Nota: Se a pontuação pretendida se encontra fora do intervalo, considere a hipótese de rever alguns dos julgamentos efectuados.

4. Para arredondar as pontuações para valores inteiros, **prima 1** na barra de ferramentas que se encontra na parte inferior da janela da escala. *Efectue esta operação para o exemplo da Maria.*

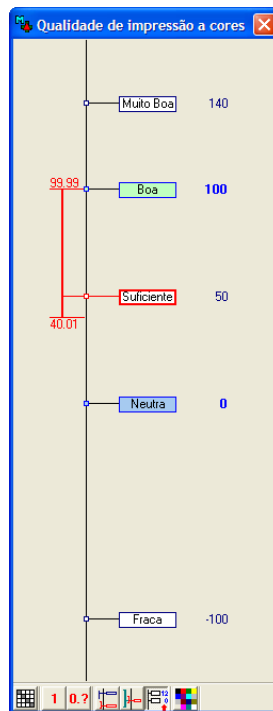




Figura 48

5. **Repita este processo** até estar satisfeito com as diferenças entre pontuações na escala.

Aviso: Ao premir , na barra de ferramentas na parte inferior da janela da matriz, é criada uma escala de pontuação MACBETH, para o conjunto de julgamentos introduzidos na matriz, anulando qualquer alteração que tenha sido feita na escala. Em alternativa, ao premir  pode visualizar a escala mais recente, sem ter que recriar a escala (permitindo, assim, preservar todas as modificações de pontuações que tenham sido efectuadas na escala).

*Para o exemplo da Maria, seleccione **Janelas > Fechar todas** para fechar as janelas da escala e da matriz.*

4.4.3 Quantificação da atractividade por comparação de níveis quantitativos de performance

➤ Para **quantificar a atractividade** a partir da comparação de **níveis quantitativos de performance**:

1. Se a janela com a matriz de julgamentos para o critério pretendido não se encontra aberta, **prima duas vezes na árvore sobre o nó critério.**

Para o exemplo, prima duas vezes sobre o nó "Velocidade de impressão" e introduza os julgamentos da matriz da Figura 49.




	11	10	9	8	7	
11	nula	mfrac-frac	fraca	forte	mfort-extr	extrema
10		nula	fraca	moderada	mt. forte	mt. forte
9			nula	frac-mod	forte	forte
8				nula	moderada	moderada
7					nula	fraca

Julgamentos consistentes

extrema
mt. forte
forte
moderada
fraca
mt. fraca
nula

Figura 49

2. **Prima** , na barra de ferramentas que se encontra na parte inferior da janela da matriz, **para criar uma escala MACBETH de pontuação** (Figura 50) a partir dos julgamentos introduzidos na matriz. Esta operação abre uma janela com dois gráficos: à esquerda, um eixo vertical no qual as pontuações propostas são apresentadas junto aos níveis quantitativos de performance respectivos; à direita, um gráfico da correspondente função de valor linear por troços, com níveis quantitativos de performance representados no eixo horizontal e as pontuações respectivas no eixo vertical. Os troços lineares permitem o cálculo da pontuação de qualquer opção cuja performance no critério esteja compreendida entre níveis quantitativos de performance consecutivos.

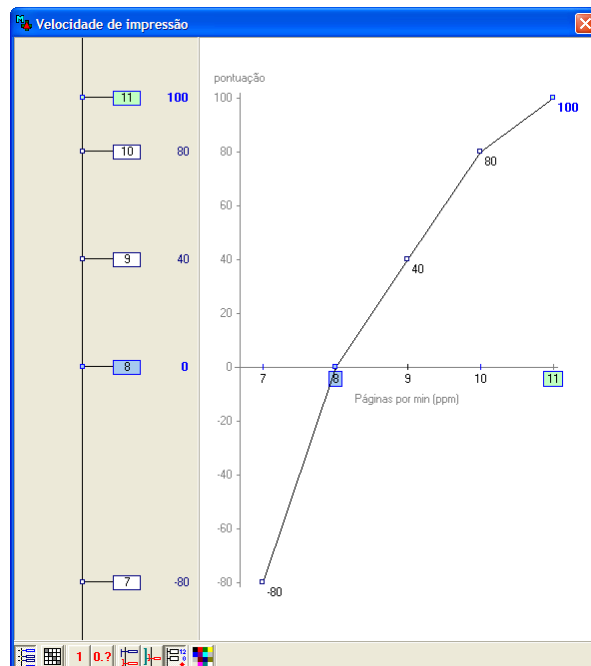




Figura 50

Nota: Premindo , na barra de ferramentas da zona inferior da janela da escala, esconde-se o eixo vertical que se encontra do lado esquerdo.


Nota: Por defeito, M-MACBETH apresenta uma escala de pontuação ancorada nos dois níveis de referência previamente definidos nas propriedades do critério e atribui as pontuações 0 e 100 às referências inferior e superior, respectivamente. Se os níveis de referências não tiverem sido definidos antes, M-MACBETH atribui automaticamente as pontuações 0 e 100 aos extremos da escala.

Nota: Seleccione **Ponderação > Pontuações de referência...** (ou prima  na barra de ferramentas principal) para abrir a janela "Pontuações de referência" e modificar as pontuações de referência definidas por defeito para todos os critérios.

3. **Prima e arraste qualquer nível de performance** no gráfico da esquerda, ou o correspondente ponto no gráfico da função de valor, **cuja pontuação pretenda ajustar**. Esta operação abre o intervalo em que a pontuação do nível de performance pode ser alterada, mantendo fixas as pontuações dos restantes níveis de performance e respeitando a compatibilidade com a matriz de julgamentos. *Para o exemplo da Maria, considere que para a Maria a diferença de atractividade entre 11 e 9 páginas por minuto é semelhante à diferença de atractividade entre 9 e 8 páginas por minuto, em vez de ser maior como sugerido pela escala MACBETH proposta; prima e arraste 9 até que a sua pontuação seja aproximadamente 50.*

Nota: Para inserir uma pontuação precisa, prima o botão direito do rato sobre o nível de performance pretendido e seleccione "Alterar a pontuação de ..." no menu de contexto.

Nota: Se a pontuação pretendida se encontra fora do intervalo, considere a hipótese de rever alguns dos julgamentos efectuados.

4. Para arredondar as pontuações para valores inteiros, **prima ** na barra de ferramentas que se encontra na parte inferior da janela da escala. *Efectue esta operação para o exemplo da Maria.*

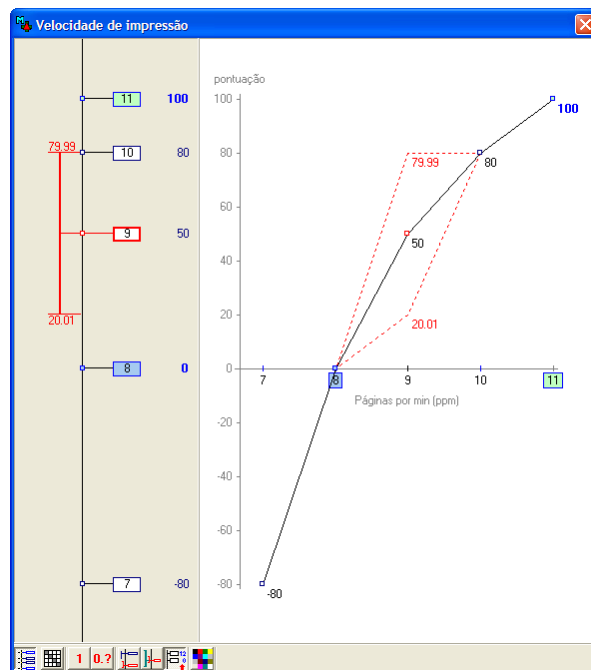





Figura 51

5. **Repita este processo** até estar satisfeito com as diferenças entre pontuações na escala.

Aviso: Ao premir , na barra de ferramentas na parte inferior da janela da matriz, é criada uma escala de pontuação MACBETH, para o conjunto de julgamentos introduzidos na matriz, anulando qualquer alteração que tenha sido feita na escala. Em alternativa, ao premir  pode visualizar a escala mais recente, sem ter que recriar a escala (permitindo, assim, preservar todas as modificações de pontuações que tenham sido efectuadas na escala).

Para o exemplo da Maria, seleccione **Janelas > Fechar todas** para fechar as janelas da escala e da matriz; prima  na barra de ferramentas principal para guardar o seu modelo.

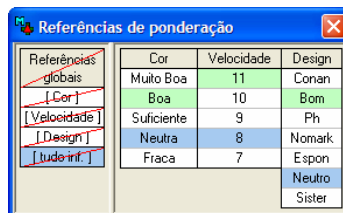
M Capítulo 5 Ponderação

5.1 Referências de ponderação

A ponderação dos critérios requer que sejam definidas em cada critério duas referências de ponderação (uma “superior” e uma “inferior”).

- Para **definir uma referência de ponderação superior (ou inferior)** num critério (para o exemplo da Maria, as referências foram definidas quando se introduziram as propriedades dos três nós critérios – ver [secção 3.3.3](#) e [secção 3.3.4](#)):

1. Seleccione **Ponderação > Referências de ponderação...** para abrir a janela “Referências de ponderação”.



Referências	Cor	Velocidade	Design
globais	Muito Boa	11	Conan
[Cor]	Boa	10	Bom
[Velocidade]	Suficiente	9	Ph
[Design]	Neutra	8	Nomark
[tudo inf.]	Fraca	7	Espan
			Neutro
			Sister


Figura 52

Nota: Se a “referência superior” de um critério não foi previamente definida, não existe nenhuma célula colorida a verde na coluna respectiva da janela “Referências de ponderação”; de forma análoga, se a “referência inferior” de um critério não foi previamente definida, não existe nenhuma célula colorida a azul na coluna respectiva.

2. **Prima com o botão direito do rato sobre a célula pretendida** na coluna do critério, e **selecione “referência superior <-- ...” (ou “referência inferior <-- ...”)** no menu de contexto.

Nota: Na coluna da esquerda (i.e. “Referências globais”) da janela de “Referências de ponderação”: [tudo inf.] representa uma “Referência global” com performances nos critérios iguais às respectivas referências inferiores; o nome abreviado de um critério indicado entre parênteses rectos, [nome abreviado], representa uma “Referência global” com performance nesse critério igual à sua referência superior e com performances nos restantes critérios iguais às respectivas referências inferiores ([Cor], [Velocidade] e [Design], para o exemplo da Maria).

Nota: Para visualizar o perfil de uma referência global prima a respectiva célula sobre a coluna mais à esquerda da janela “Referências de ponderação”. Para modificar o nome de uma referência global, prima com o botão direito do rato sobre a célula e selecione “Renomear” no menu de contexto. Excepto para [tudo inf.], este procedimento altera automaticamente o “Nome abreviado” do respectivo critério, de acordo com o nome alterado da referência global.

Nota: Seleccionando “Ponderação > Referências de ponderação...” (ou primindo  na barra de ferramentas principal) abre a janela “Referências de ponderação”, em que pode modificar, para além do nome de [tudo inf.], também o nome de [tudo sup.],

que representa uma “Referência global” com performances nos critérios iguais às respectivas referências superiores.

5.2 Ordenação dos pesos dos critérios

A ordenação dos pesos dos critérios é determinada pela ordenação das “Referências globais” em termos da sua atractividade global.

➤ Para **ordenar os pesos** (se as referências superiores e inferiores de todos os critérios ainda não estiverem definidas, ver [secção 5.1](#)):

1. Seleccione **Ponderação > Julgamentos** para abrir a matriz de julgamentos MACBETH de ponderação.

2. **Prima e arraste cada uma das referências globais para a posição pretendida**, até que as mesmas se encontrem ordenadas por ordem decrescente de atractividade (global), de cima para baixo na coluna. *Para o exemplo da Maria, a ordenação é: [Cor], [Design], [Velocidade] e [tudo inf.].*

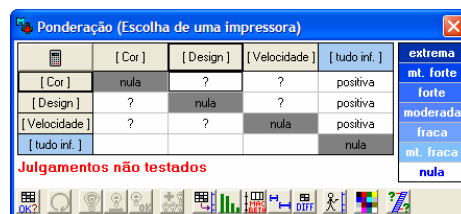


Figura 53

Nota: A referência global [tudo inf.] deverá estar sempre na base da ordenação, porque [tudo inf.] é dominado por qualquer das outras referências globais (por definição, cada uma destas é mais atractiva que [tudo inf.] no critério respectivo e igualmente atractiva em cada um dos restantes critérios).

2. **Para indicar que duas referências globais são igualmente atractivas, prima sobre a célula que as compara** (ex: a célula que corresponde à primeira referência global na horizontal e à segunda na vertical) e **seleccione “nula”** da barra de julgamentos MACBETH. *Para o exemplo da Maria, a diferença de atractividade entre [Cor] e [Design] é nula.*


4. Uma vez introduzida a ordenação pretendida, **prima ** e **seleccione “Validar a ordenação”** do menu de contexto. *Efectue esta operação para o exemplo da Maria.*



Figura 54

Nota: Uma vez validada a ordenação, as células das referências globais deixam de estar traçadas, como se pode observar na janela “Referências de ponderação”.

Nota: A ordenação dos pesos, embora recomendada, não é obrigatória.

5.3 Avaliação qualitativa de diferenças de atractividade global

➤ Para **introduzir julgamentos qualitativos** de diferença de atractividade global entre referências globais:

1. Seleccione **Ponderação > Julgamentos** para abrir a matriz de julgamentos MACBETH de ponderação.

2. **Prima a célula da parte superior da matriz que compara as duas referências globais pretendidas.**

3. **Prima com o botão direito do rato sobre a barra de julgamentos**, que se encontra no lado direito da janela, para limpar a célula em que pretende introduzir um julgamento.

Nota: Omita o passo 3 se não tiver validado a ordenação no critério.

4. **Seleccione o julgamento MACBETH pretendido** (ou gama de julgamentos) na barra de julgamentos.

Nota: Pode escolher qualquer uma das sete categorias semânticas, ou qualquer sequência desde “mt. fraca” a “extrema” (por exemplo, muito fraca a muito forte, fraca a moderada, etc.). Como “nula” representa igual atractividade, “nula” não pode ser combinada com qualquer das outras seis categorias de diferença de atractividade.

Nota: Ver secção 4.3 para solucionar quaisquer inconsistências que possam ocorrer.

5. **Repita este processo** para cada uma das células em que pretende introduzir julgamentos de diferença de atractividade global. *Para o exemplo da Maria, introduza os julgamentos de ponderação de acordo com a Figura 55.*



Figura 55

Nota: Para obter pesos para os critérios não é necessário introduzir um julgamento para cada par de critérios.

5.4 Quantificação dos pesos

➤ Para **construir uma escala de ponderação** a partir da matriz de julgamentos de ponderação:

1. Se a janela da matriz de julgamentos de ponderação não se encontrar aberta, seleccione **Ponderação > Julgamentos**. *Para o exemplo da Maria, a matriz já se encontra aberta.*

2. **Prima  para criar a escala de pesos MACBETH.**

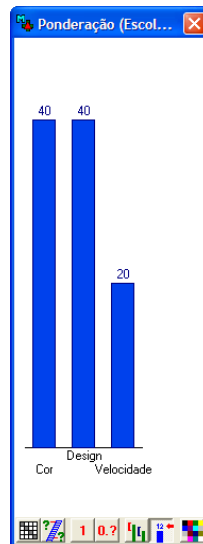





Figura 56


3. **Prima e arraste o topo da barra do critério cujo peso pretende ajustar.** Esta operação abre o intervalo em que o peso relativo do critério pode ser alterado, respeitando a compatibilidade com a matriz de julgamentos de ponderação.

Nota: Para inserir um peso preciso para um critério, prima com o botão direito do rato sobre a respectiva barra e seleccione "Alterar o peso de..." no menu de contexto.

Nota: Se o peso pretendido se encontra fora do intervalo, considere a hipótese de rever alguns dos julgamentos de ponderação efectuados.

4. Para arredondar os pesos a valores inteiros, **prima**  na barra de ferramentas na parte inferior da janela de ponderação.

Aviso: Ao premir  na barra de ferramentas na parte inferior da janela da matriz de julgamentos de ponderação, é criada uma escala de ponderação MACBETH, para o conjunto de julgamentos de ponderação introduzidos na matriz, anulando qualquer alteração que tenha sido feita nos pesos. Em alternativa, ao premir  pode visualizar o histograma com os pesos mais recentes, sem ter que recriar a escala (permitindo, assim, preservar todas as modificações de pesos que tenham sido efectuadas).


*Para o exemplo da Maria, seleccione **Janelas > Fechar todas** para fechar as janelas das referências de ponderação, da matriz de ponderação e do histograma dos pesos; prima  na barra de ferramentas principal para guardar o seu modelo.*



Capítulo 6 Análise de resultados do modelo

6.1 Pontuações globais


Depois de construir um modelo MACBETH, pode analisar os resultados (pontuações e pesos) numa tabela de pontuações.

- Seleccione **Opções > Tabela de pontuações** (ou **prima**  na barra de ferramentas principal) para abrir a janela “Tabela de pontuações”.

Opções	Global	Cor	Velocidade	Design
Ph	54.00	100.00	-20.00	75.00
Espon	10.00	0.00	50.00	0.00
Sister	37.00	100.00	25.00	-20.00
Nomark	58.00	50.00	90.00	50.00
Conan	78.00	50.00	50.00	120.00
[tudo sup.]	100.00	100.00	100.00	100.00
[tudo inf.]	0.00	0.00	0.00	0.00
Pesos :		0.4000	0.2000	0.4000

Figura 57


Nota: [tudo inf.] representa uma referência global com performances nos critérios iguais às respectivas referências inferiores; [tudo sup.] representa uma referência global com performances nos critérios iguais às respectivas referências superiores. Ambas são referências de atractividade global intrínseca.

Nota: Seleccione “Ponderação > Pontuações de referência” (ou **prima**  na barra de ferramentas principal) para modificar os nomes de [tudo sup.] e [tudo inf.].

Nota: Por defeito, na tabela de pontuações as opções são apresentadas pela mesma ordem da janela “Opções”; prima a célula “Global” para ordenar as opções por ordem decrescente de atractividade global, de cima para baixo, na tabela de pontuações.

6.2 Termómetro global

As pontuações globais das opções podem ser visualizadas graficamente num “Termómetro global”.

- Seleccione **Opções > Termómetro Global** (ou **prima**  na barra de ferramentas principal) para abrir a janela “Termómetro global”.

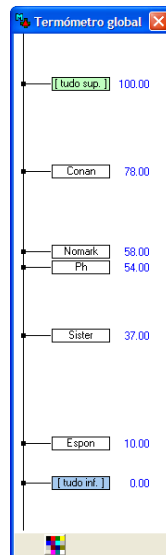


Figura 58

Para o exemplo da Maria, seleccione **Janelas > Fechar todas** para fechar as janelas “Tabela de pontuações” e “Termómetro global”.

6.3 Perfis das opções

Para permitir uma melhor compreensão dos resultados do modelo, M-MACBETH permite analisar a contribuição da pontuação de uma opção num critério para a sua pontuação global.

➤ Para **visualizar o perfil de uma opção**:



1. Seleccione **Opções > Perfis** (ou **prima**  na barra de ferramentas principal) e **seleccione a opção pretendida** no menu de contexto (“Sister”, no exemplo da Maria). Esta operação abre uma janela com o perfil de pontuações nos critérios da opção seleccionada (ver figura 59).



Figura 59

Nota: Por defeito, as barras correspondem às pontuações da opção nos critérios, que se encontram na linha respectiva da “Tabela de pontuações”; as pontuações em critérios diferentes não são comparáveis entre si, pois não têm em conta os pesos dos critérios. No entanto, as barras fornecem uma visualização gráfica das pontuações da opção relativamente às referências globais [tudo sup.] e [tudo inf.].

2. **Active a caixa**  para visualizar as barras que definem o **perfil ponderado** de uma opção.

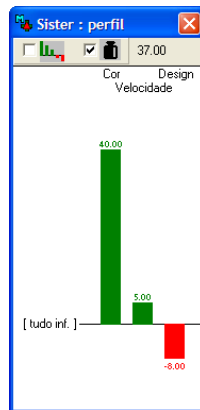




Figura 60

Nota: Cada barra do perfil ponderado de uma opção corresponde ao produto da pontuação da opção no critério respectivo pelo peso desse critério; o perfil ponderado representa, assim, as contribuições individuais das pontuações da opção nos critérios para a pontuação global da opção, mostrada à direita de  (37.00, no exemplo da *Maria*).

3. **Active a caixa**  para ordenar as barras das pontuações ponderadas da opção por ordem decrescente, da esquerda para a direita, das suas contribuições para a pontuação global da opção.


Para o exemplo da Maria, prima  para fechar a janela "Sister : perfil".

6.4 Perfis de diferenças de pontuações

O M-MACBETH permite-lhe analisar as diferenças entre as pontuações de quaisquer duas opções.

➤ Para **visualizar os perfis de diferenças para quaisquer duas opções:**

1. Selecciona **Opções > Perfis de diferenças** (ou **prima**  na barra de ferramentas principal) para abrir a janela "Perfis de diferenças" (Figura 61).

2. Para **seleccionar as duas opções** a analisar, **prima**  junto a cada uma das opções que aparecem por defeito e **selecciona as duas opções pretendidas** nos menus de contexto (para o exemplo da Maria, selecciona "Conan" e "Nomark").

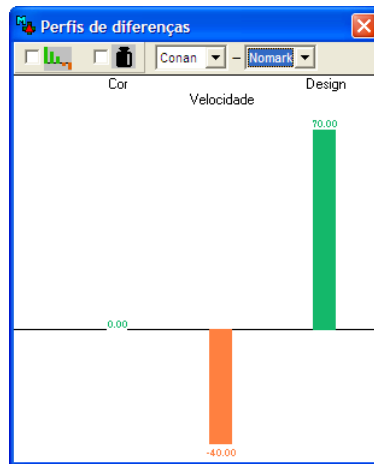



Figura 61

Nota: As barras mostram as diferenças de pontuações nos critérios entre a primeira das duas opções seleccionadas e a segunda; as diferenças positivas (barras verdes) correspondem aos critérios em que as performances da primeira das duas opções são mais atractivas que as performances da segunda opção (*Design, no exemplo da Maria*); as diferenças negativas (barras laranjas) correspondem aos critérios em que as performances da segunda das duas opções seleccionadas são mais atractivas que as performances da primeira opção (*Velocidade, no exemplo da Maria*); uma diferença nula significa que as duas opções são igualmente atractivas no critério respectivo (*Cor, no exemplo da Maria*).

Nota: Por defeito, as barras correspondem às diferenças das pontuações nos critérios das duas opções seleccionadas; as diferenças de pontuação em critérios diferentes não são comparáveis entre si, pois não têm em conta os pesos dos critérios.

3. **Active a caixa**  para visualizar as barras que correspondem às **diferenças de pontuação ponderadas** das duas opções seleccionadas.

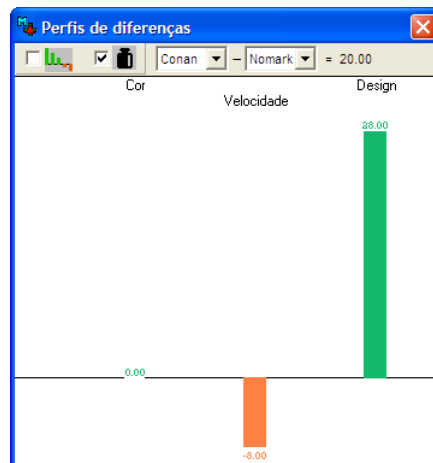



Figura 62

Nota: As barras de diferenças ponderadas permitem analisar em que medida as diferenças em favor da primeira das duas opções seleccionadas compensam, ou não, as diferenças em favor da segunda opção; a diferença de pontuação global é mostrada à direita de  (*20.00, no exemplo da Maria*).


4. **Active a caixa**  **para ordenar as barras das diferenças ponderadas por ordem decrescente, da esquerda para a direita, das suas contribuições para a diferença global entre duas opções.**



Figura 63


Para o exemplo da Maria, prima  para fechar a janela "Perfis de diferenças".


6.5 Gráfico XY


6.5.1 Comparação das pontuações em dois critérios ou grupos de critérios

M-MACBETH permite analisar os resultados do modelo num gráfico bidimensional ("Gráfico XY"), comparando as pontuações das opções em dois critérios ou grupos de critérios.

➤ Para **comparar as pontuações das opções em dois critérios ou grupos de critérios:**

1. Selecciona **Opções > Gráfico XY** (ou prima  na barra de ferramentas principal) para abrir a janela "Gráfico XY".

2. Para **seleccionar os dois critérios ou grupos de critérios** nos quais pretende comparar as pontuações das opções, **prima**  à direita de cada nome por defeito correspondente a cada eixo e **selecciona os nomes abreviados dos nós pretendidos** nos menus de contexto. *Para o exemplo da Maria, seleccione "Impressão" e "Design".*

3. **Prima**  para visualizar a **fronteira de eficiência**.

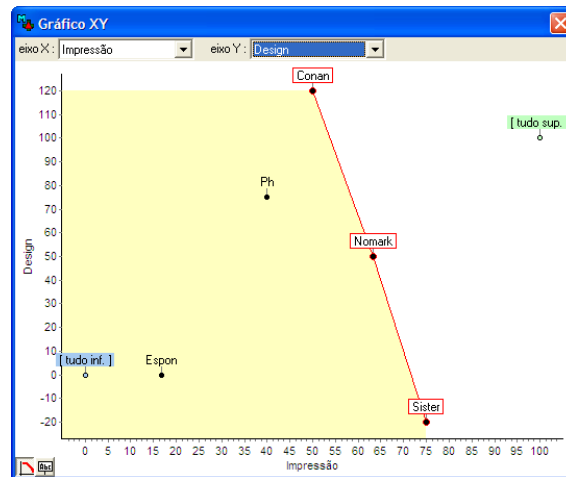
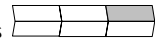


Figura 64

4. Para **remover** qualquer **legenda** desnecessária, **prima com o botão direito do rato sobre a opção** cuja legenda pretende remover e **selecione "Ocultar legenda de..."** no menu de contexto.


Para o exemplo da Maria, prima  para fechar a janela "Gráfico XY".

6.5.2 Análise custo-benefício

Pode criar um gráfico bidimensional de custo-benefício que contrasta a pontuação global de cada opção (benefício) com o seu respectivo custo. Para tal, é necessário introduzir **o custo** de cada opção, sem introduzir na árvore um nó para ponto de vista custo.

➤ Para **introduzir o custo de uma opção no modelo**:

1. Selecione **Opções > Definir** para abrir a janela "Opções".

2. **Prima**  na barra de ferramentas principal, para abrir a **coluna "Custo"** na janela "Opções".

- +	Nome	Nome abreviado	Custo
1	PH 96-03	Ph	0
2	Espon Planet-2	Espon	0
3	Sister 80	Sister	0
4	Nomark XPTD	Nomark	0
5	Conan F-Colour	Conan	0

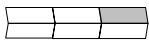
Buttons: Inserir, Remover, Propriedades, Performances

Figura 65

3. **Prima duas vezes sobre a célula** da coluna "Custo" **que corresponde ao custo a introduzir** (para o exemplo da Maria, prima a célula correspondente ao custo de Ph). Esta operação abre uma janela de propriedades da opção correspondente.

4. Na janela "Propriedades de ..." corresponde à opção, substitua o custo que aparece por defeito (0) pelo custo pretendido (para o exemplo da Maria, o custo de Ph é 215). **Prima "OK"**.

5. **Repita os passos 3 e 4** para introduzir os custos das restantes opções. Para o exemplo da Maria, os custos das opções encontram-se indicados na Tabela 1.





-	+	Nome	Nome abreviado	Custo
1		PH 96-03	Ph	215
2		Espon Planet-2	Espon	175
3		Sister 80	Sister	300
4		Nomark XPTD	Nomark	295
5		Conan F-Colour	Conan	270

Inserir Remover Propriedades Performances

Figura 66

➤ Para **confrontar as pontuações globais das opções com os respectivos custos:**

1. Selecione **Opções > Gráfico XY** (ou **prima**  na barra de ferramentas principal) para abrir a janela "Gráfico XY".

2. **Prima**  à direita dos nomes por defeito que correspondem aos eixos e **selecione "Custo" e "Esc. impr."** nos menus de contexto. *Efectue esta operação para o exemplo da Maria.*

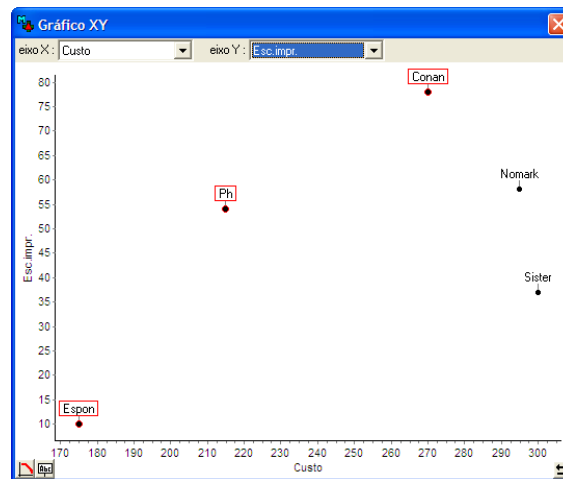




Figura 67

Nota: Prima  se pretende inverter a ordem dos custos no eixo horizontal.

3. Para **remover** qualquer **legenda** desnecessária, **prima com o botão direito do rato sobre a opção** cuja legenda pretende remover e **selecione "Ocultar legenda de..."** no menu de contexto.

4. **Prima**  para visualizar a **fronteira de eficiência**.

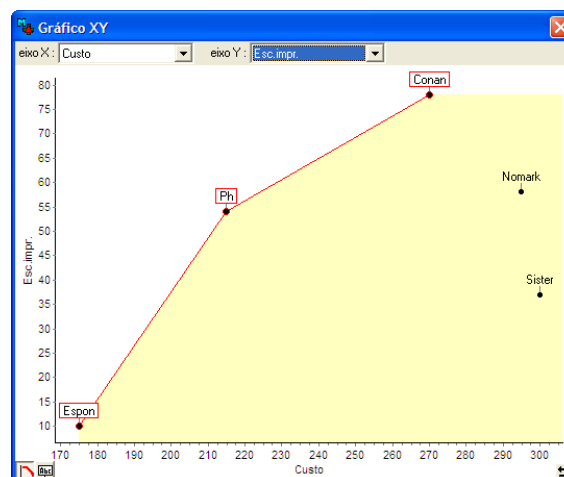



Figura 68

Nota: As opções que se encontram na fronteira de eficiência são as opções não dominadas em termos custo-benefício.

*Para o exemplo da Maria, seleccione **Janelas > Fechar todas** para fechar as janelas “Gráfico XY” e “Opções”; prima  na barra de ferramentas principal para guardar o seu modelo.*


Capítulo 7 Análises de sensibilidade e robustez


7.1 Análises de sensibilidade

7.1.1 Análise de sensibilidade no peso de um critério

A análise de sensibilidade no peso de um critério permite analisar em que medida as recomendações do modelo se alteram ao variar o peso de um critério (mantendo as relações de proporcionalidade entre os restantes pesos).

➤ Para **efectuar análise de sensibilidade no peso de um critério**:

1. Seleccione **Ponderação > Análise de sensibilidade no peso** (ou **prima**  na barra de ferramentas principal) para abrir a janela “Análise de sensibilidade no peso”.

2. Para **seleccionar o critério** em que pretende analisar os efeitos da variação do seu peso sobre as pontuações globais das opções, **prima**  no canto superior esquerdo da janela e **selecione o nome abreviado do critério pretendido** no menu de contexto (*Velocidade, no exemplo da Maria*).

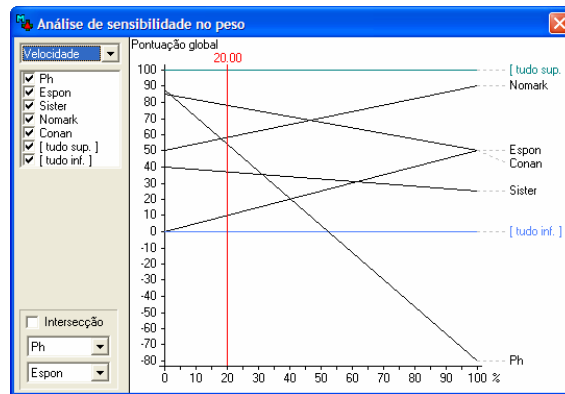


Figura 69

Nota: Cada linha do gráfico mostra a variação da pontuação global da opção correspondente quando o peso do critério varia entre 0% a 100%.

Nota: A linha vermelha vertical no gráfico representa o peso actual do critério em análise (*20.00 no exemplo da Maria*).

3. Para **remover do gráfico a linha correspondente a uma opção**, **desactive a opção pretendida** na caixa de activação (*para o exemplo da Maria, remova [tudo sup.] e [tudo inf.]*).

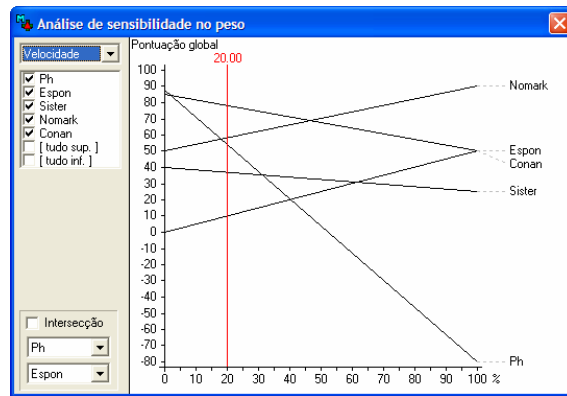


Figura 70

4. Para encontrar o peso correspondente à intersecção das linhas de duas quaisquer opções (i.e. o peso de indiferença global entre essas duas opções), **active a caixa** **Intersecção** e **selecione as duas opções pretendidas** nos menus de contexto que aparecem quando se **prime nos dois botões** (para o exemplo da Maria, seleccione *Nomark* e *Conan*).

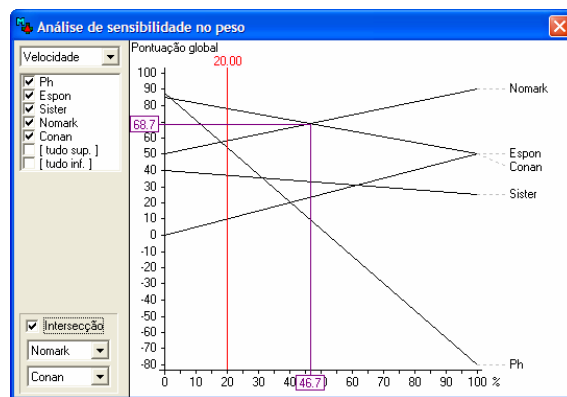


Figura 71

Nota: Se as linhas das duas opções não se intersectam, tal significa que uma das opções é sempre mais atractiva que a outra independentemente do peso do critério.

O ponto de intersecção seleccionado para o exemplo da Maria (Figura 71) mostra que: quando o peso do critério “Velocidade” é inferior a 46.7, Conan é globalmente mais atractiva que Nomark; a partir de 46.7, Nomark passa a ser globalmente mais atractiva.


Aviso: é importante ter em atenção que o peso de indiferença pode não ser compatível com os julgamentos de ponderação introduzidos no modelo.

Para o exemplo da Maria, prima para fechar a janela “Análise de sensibilidade no peso”.

7.1.2 Interactividade de M-MACBETH

Todas as janelas de *output* do software podem ser usadas de uma forma interactiva com quaisquer janelas de *input*, permitindo analisar interactivamente as consequências nos resultados do modelo de alterar julgamentos, performances, pontuações ou pesos.

➤ Para **analisar o efeito global da alteração da pontuação de uma opção:**

1. **Prima**  na barra de ferramentas principal, para abrir a janela “Termómetro global”; **prima na árvore com o botão direito do rato sobre o critério pretendido e seleccione Abrir > Termómetro** no menu de contexto, para abrir a janela da escala de pontuações no critério (*Design da impressora, no exemplo da Maria*).

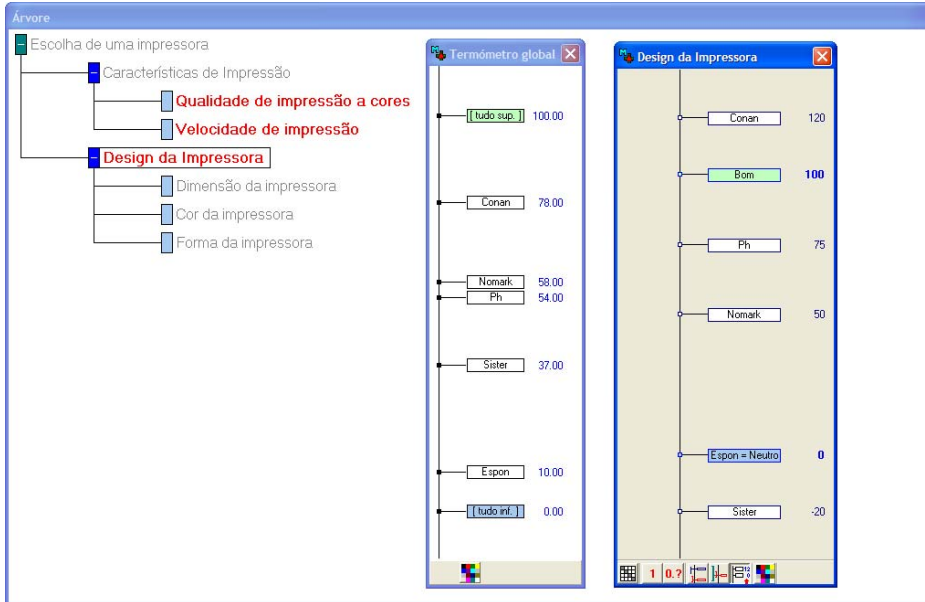


Figura 72

2. Na janela da escala do critério, **prima e arraste a opção** para a qual pretende analisar o efeito global de modificar a sua pontuação no critério. *Para o exemplo da Maria, prima e arraste Ph para o seu limite superior (99.99)*.

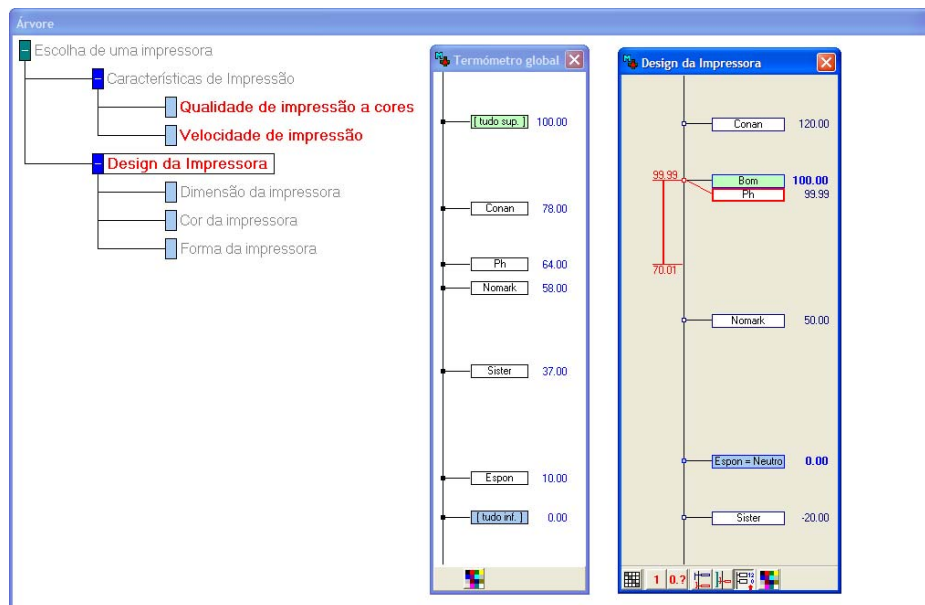



Figura 73

No exemplo da Maria, observe no “Termómetro global” (Figura 73) que, ao alterar a pontuação de Ph no critério Design da Impressora para 99.99, a pontuação global de Ph é automaticamente actualizada (de 54 para 64), fazendo com que Ph passe a ser globalmente mais atractiva que Nomark. Também pode observar o efeito dessa alteração sobre a diferença global de pontuação entre as duas opções, abrindo a janela com as barras das diferenças ponderadas.

No exemplo da Maria, reponha a pontuação anterior (75) de Ph em “Design da Impressora”; seleccione **Janelas > Fechar todas** para fechar as janelas “Termómetro Global” e da escala de pontuações em “Design da Impressora”.

➤ Para **analisar o efeito global da alteração do peso de um critério**:

1. **Prima**  na barra de ferramentas principal para abrir a janela “Termómetro global” e **seleccione Ponderação > Histograma** para abrir a janela do histograma dos pesos.

2. **Prima e arraste o topo da barra** correspondente ao critério para o qual pretende analisar o efeito global de **modificar o respectivo peso**. Para o exemplo da Maria, prima e arraste o topo da barra de Velocidade para o seu limite superior (33.32).

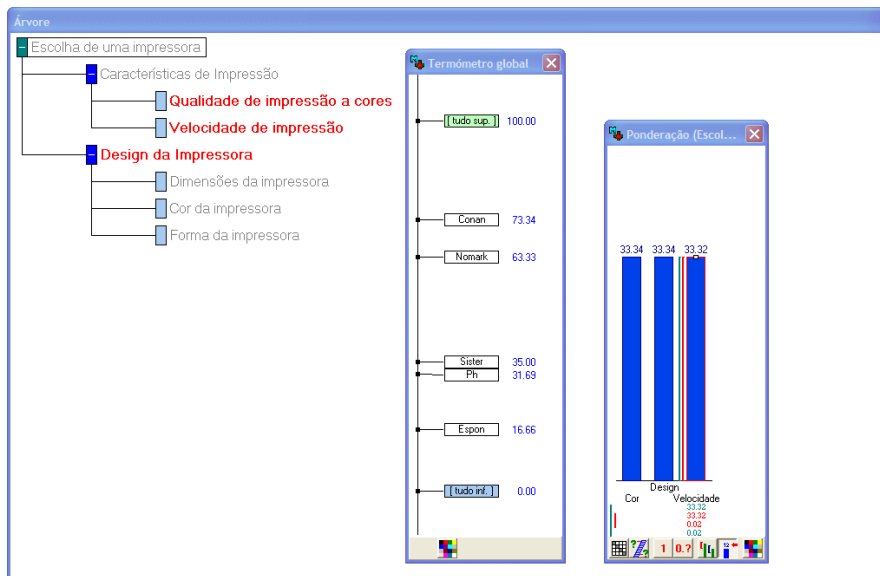


Figura 74

No exemplo da Maria, observe no “Termómetro global” da Figura 74 que, ao alterar o peso do critério Velocidade de Impressão, as pontuações das opções são automaticamente actualizadas e que Conan continua a ser a melhor opção, embora Sister passe a ser globalmente mais atractiva que Ph (também pode observar o efeito dessa alteração sobre a diferença global de pontuação entre as duas opções, abrindo a janela com as respectivas barras das diferenças ponderadas).


No exemplo da Maria, reponha os pesos anteriores. Para fazer isto, pode premir com o botão direito do rato sobre a barra de “Velocidade” no histograma dos pesos, seleccionar “Alterar o peso de Velocidade” no menu de contexto, digitar “20” no espaço em branco na janela que se abre e premir “OK”. Seleccione **Janelas > Fechar todas** para fechar as janelas “Termómetro Global” e do histograma dos pesos.

7.2 Análise de robustez

A tomada de decisão envolve, com frequência, informação escassa, imprecisa ou incerta. Pode ser útil, por isso, analisar que conclusões robustas se podem extrair do modelo para níveis variados de escassez, imprecisão ou incerteza na informação, utilizando a função “Análise de Robustez” de M-MACBETH.

Os símbolos seguintes são usados na janela “Análise de robustez”:

- ▲ representa uma situação de “dominância”: uma opção domina outra opção se for pelo menos tão atractiva quanto a outra em todos os critérios e se for mais atractiva do que outra em pelo menos um dos critérios.
 - + representa uma situação de “dominância aditiva”: uma opção domina aditivamente outra opção se, para um determinado conjunto de restrições na informação, resultar sempre globalmente mais atractiva do que a outra opção da aplicação do modelo aditivo.
- Para **analisar** que **conclusões robustas** se podem extrair do modelo para níveis variados de **informação local e global**:

1. Seleccione **Opções > Análise de robustez** (ou **prima**  na barra de ferramentas principal) para abrir a janela “Análise de robustez”.

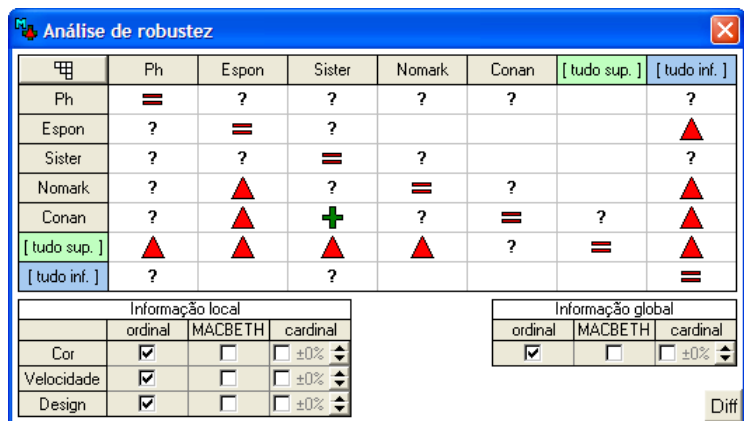



Figura 75

Nota: M-MACBETH organiza a informação que é introduzida no modelo em três tipos (“ordinal”, “MACBETH” e “cardinal”) e duas secções (“Informação local” e “Informação global”). A informação **ordinal** refere-se somente à ordenação, excluindo qualquer informação de diferença de atractividade (intensidade de preferência). A informação **MACBETH** inclui os julgamentos semânticos introduzidos no modelo, mas ignora qualquer escala de pontuação ou ponderação compatível com esses julgamentos. A informação **cardinal** denota uma escala específica e validada pelo avaliador. A **informação local** diz respeito a informação específica num determinado critério, ao passo que a **informação global** diz respeito à informação de ponderação dos critérios.

Nota: Por defeito, ao abrir pela primeira vez a janela de análise de robustez, as conclusões são apresentadas considerando somente informação ordinal local e global.

2. **Prima**  para organizar as opções de forma que os símbolos ▲ e + só apareçam na parte superior da tabela.

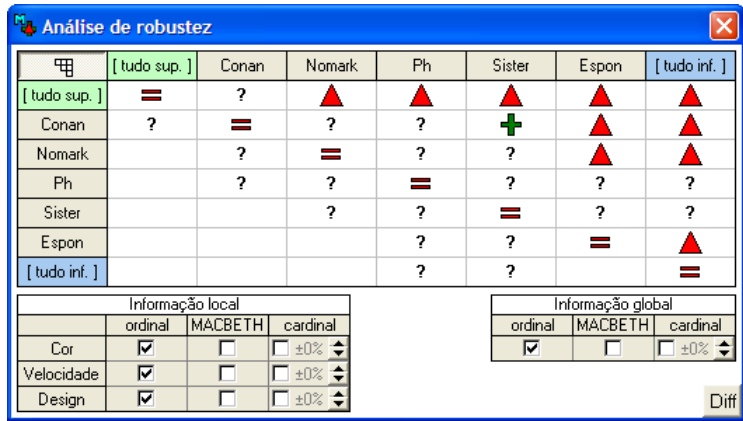


Figura 76

No exemplo da Maria, o símbolo **+** na Figura 76 significa que é robusto concluir que Conan domina aditivamente Sister apenas com informação ordinal local e global.

3. Para incluir a informação local MACBETH na análise, prima a caixa de activação de cada critério desejado na coluna “MACBETH” da secção “Informação local”. Para o exemplo da Maria, active todos os critérios na coluna de informação local MACBETH.

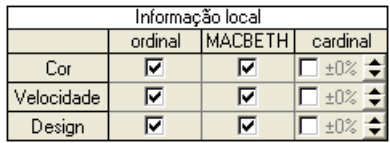


Figura 77

4. Para adicionar qualquer outro tipo de informação, prima na caixa de activação respectiva, na secção e coluna pretendidas. Para o exemplo da Maria, inclua toda a informação local e a informação global MACBETH.

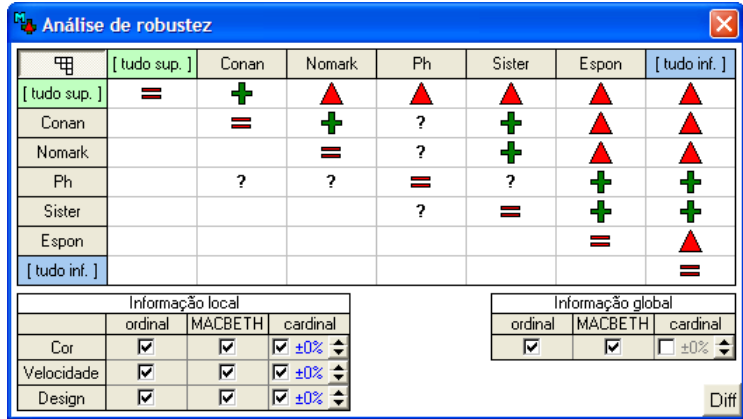


Figura 78

Para o exemplo da Maria, a Figura 78 mostra que não é robusto concluir que Conan é a melhor impressora sem dispor de informação global cardinal.

➤ Para analisar que conclusões robustas se podem extrair do modelo para níveis variados de incerteza nas pontuações das opções num critério (informação local cardinal):

1. Se a janela de “Análise de robustez” não se encontra aberta, **prima** na barra de ferramentas principal; **prima** para organizar as opções; **prima com o botão**

direito do rato sobre "cardinal" na secção "Informação local" e seleccione "Activar em TODOS" no menu de contexto; active a caixa "cardinal" na secção "Informação global". Para o exemplo da Maria, execute apenas a última instrução.

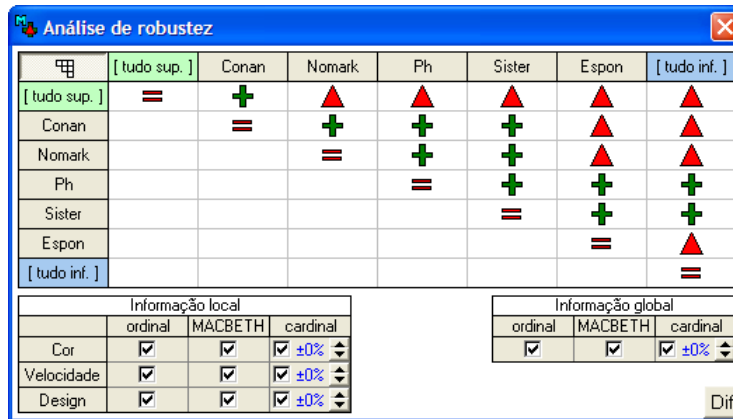


Figura 79

2. Prima quer ▲ ou ▼ na célula do critério desejado na coluna "cardinal" (para o exemplo da Maria, a margem de incerteza das pontuações no critério "Cor" é de 11%, conforme a Figura 80).

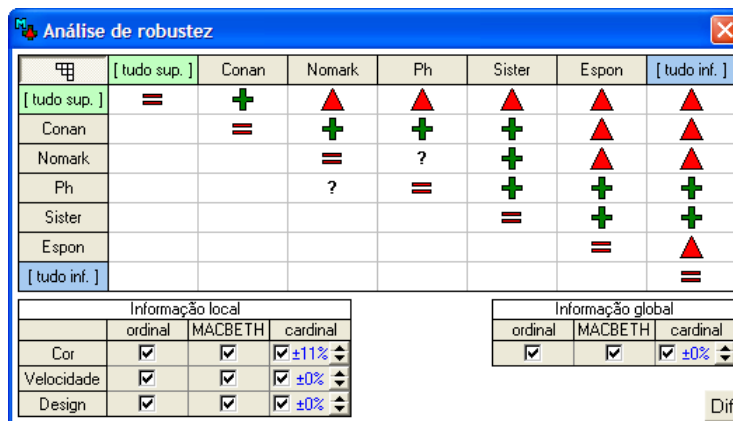


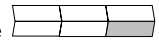
Figura 80

Nota: A margem de incerteza associada a um determinado critério é um intervalo centrado na pontuação precisa de cada opção no critério; a margem é igual para todas as pontuações no critério e é uma percentagem fixa da diferença (100 por defeito) das pontuações definidas para os níveis de referência.


No exemplo da Maria, a Figura 80 mostra que, para uma margem de incerteza de 11% nas pontuações das opções no critério Cor, é robusto concluir que Conan continua a ser a opção globalmente mais atractiva; no entanto, nas mesmas condições de informação, não se pode concluir que Ph é globalmente mais atractiva que Nomark (ou vice-versa).

Nota: Uma análise de robustez idêntica pode ser efectuada para níveis variados de incerteza nos pesos dos critérios. Neste caso, a margem é uma percentagem fixa da soma dos pesos (100%, por defeito).



No exemplo da Maria, volte à situação anterior, repondo de 11% para 0 a imprecisão das pontuações no critério Cor.



- Para **analisar** que **conclusões robustas** se podem extrair do modelo em presença de **imprecisão ou incerteza na performance de uma opção** num critério:

1. **Prima**  na barra de ferramentas principal, para abrir a janela “Tabela de performances”.

2. **Prima com o botão direito do rato sobre a performance** acerca da qual existe incerteza (*para o exemplo da Maria, existe incerteza no que respeita à velocidade de impressão de Nomark*) e **selecione “Imprecisão na performance”** no menu de contexto. Esta instrução abre a janela “Imprecisão na performance : ...”.

3. Para um critério com base de comparação **“níveis quantitativos de performance”**, introduza o **limite inferior da performance** na caixa da esquerda na janela “Imprecisão na performance...” e introduza o **limite superior da performance** na caixa da direita na mesma janela (*para o exemplo da Maria, os limites são 9 e 11 páginas por minuto*). Para um **critério** com base de comparação **“níveis qualitativos de performance”**, **prima**  junto à caixa do lado esquerdo na janela “Imprecisão na performance...” e **selecione o nível de performance desejado para limite inferior da performance** no menu de contexto, e **prima**  junto à caixa do lado direito e **selecione o nível de performance desejado para limite superior** no menu de contexto.

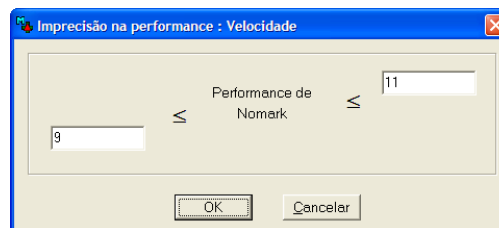


Figura 81


4. **Prima "OK"**.


Opções	Cor	Velocidade
Ph	Boa	7
Espan	Neutra	9
Sister	Boa	8.5
Nomark	Suficiente ±	10.5
Conan	Suficiente	9

Figura 82

Nota: Se foi introduzida no modelo imprecisão numa performance de uma opção, a performance precisa vem precedida do símbolo \pm na janela “Tabela de performances”.

Nota: Pode-se incluir no modelo imprecisão em várias performances simultaneamente, repetindo os passos anteriores para cada imprecisão que queira incluir.

5. **Prima**  na barra de ferramentas principal, para abrir a janela “Análise de robustez”; **prima o botão direito do rato sobre “cardinal” na secção “Informação local”** e **selecione “Activar em TODOS”** no menu de contexto; **active a caixa “cardinal” na secção “Informação global”** (*para o exemplo da Maria, não precisa de efectuar estas instruções*).

6. **Prima**  no canto inferior direito da janela “Análise de robustez”, para abrir a janela “Imprecisão das performances”.

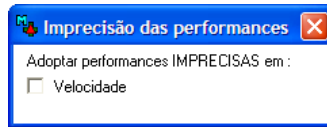


Figura 83

7. Na janela de “Imprecisão das performances”, **active a caixa** do critério no qual pretende analisar as consequências de incertezas de performances introduzidas (*para o exemplo da Maria, active a caixa do critério “Velocidade”*).

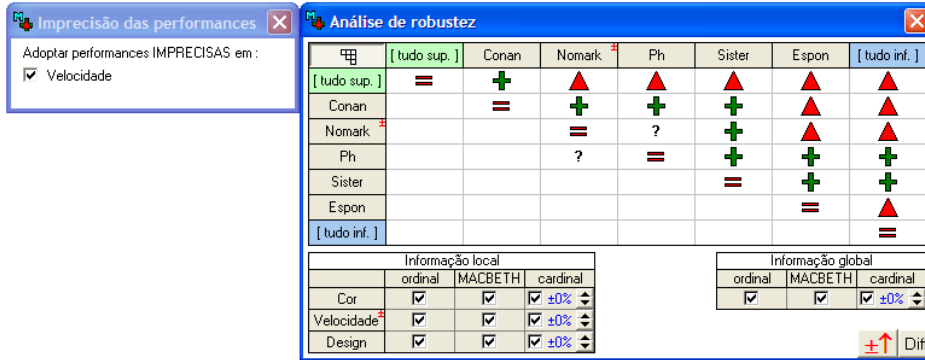



Figura 84

No exemplo da Maria, a Figura 84 mostra que a incerteza na velocidade de impressão de Nomark faz com que deixe de ser robusto concluir que Nomark é globalmente mais atractiva que Ph.

Para o exemplo da Maria, prima  na barra de ferramentas principal para guardar o seu modelo.



Capítulo 8 Referências

Bana e Costa C.A., De Corte J.M., Vansnick J.C. (2005), "On the Mathematical Foundations of MACBETH", in J. Figueira, S. Greco and M. Ehrgott (eds.), *Multiple Criteria Decision Analysis: State of the Art Surveys*, Springer, New York, pp. 409-442.

Bana e Costa C.A., De Corte J.M., Vansnick J.C. (2004), "MACBETH", *LSE OR Working Paper 03.56*, London School of Economics, London.

Bana e Costa C.A., Chagas, M.P. (2004), "A career choice problem: an example of how to use MACBETH to build a quantitative value model based on qualitative value judgments", *European Journal of Operational Research*, 153, 2 (323-331).