

Seleção de Sistemas/Tecnologias perante alternativas uso metodologias multicritério – abordagem baseada num caso de estudo

Maria Teresa R. Pereira
Instituto Politécnico do Porto
Porto, Portugal
teresapereira@eseig.ipp.pt

Maria Sameiro Carvalho
Universidade do Minho
Departamento de Produção e Sistemas
Braga, Portugal
sameiro@dps.uminho.pt

Resumo

Neste trabalho discute-se o desenvolvimento de um modelo de apoio à decisão baseado na metodologia multicritério, para análise e seleção dos SI/TI no contexto empresarial. Apresentam-se as motivações que estão na base do trabalho desenvolvido e são discutidos e analisados os critérios e propriedades inerentes aos mesmos, bem como a metodologia de agregação e ponderação dos critérios a utilizar.

Apresenta-se a aplicação do modelo ao caso específico de uma empresa que necessitava de implementar um ERP – Enterprise Resource Planning.

Concluimos este trabalho com a discussão de resultados e do trabalho futuro a ser desenvolvido, nomeadamente a análise de sensibilidade e robustez do modelo.

Palavras-chave: Sistemas de Apoio à Decisão, Processos de Decisão, Análise multicritério, Sistemas de Informação.

1. Introdução

1.1. Identificação da problemática decisional

Nos últimos anos tem-se verificado um acentuado desenvolvimento a nível tecnológico dos Sistemas de Informação (SI) e Tecnologias de Informação (TI), e também das inúmeras aplicações existentes no mercado para apoio à decisão ao nível organizacional.

Este crescimento exponencial das ofertas de SI/TI, origina ciclos cada vez mais curtos de investimento em novas tecnologias e uma vasta oferta de soluções standardizadas, algumas delas com possibilidade de adaptações à realidade empresarial. Outra consequência, foi a evolução de sistemas organizacionais fechados para sistemas organizacionais abertos e com filosofias de gestão rigorosas. Os SI/TI, ao

penetrarem no contexto organizacional das empresas, quebraram barreiras departamentais e culturais internas, criando a possibilidade de partilha e cruzamento de actividades, informação e know-how entre unidades organizacionais tradicionalmente isoladas. Perante este cenário, a Tomada de Decisão (TD) referente aos SI/TI torna-se ainda mais complicada, devido às interacções organizacionais e consequente necessidade de comunicação entre os SI/TI, que suportam as actividades e processos organizacionais.

Tendo em conta este contexto, o suporte de processos organizacionais com SI/TI ou, a substituição de SI/TI já existentes e que se revelam inadequados, obriga a que inúmeros parâmetros de natureza distinta e, por vezes, com relações de dependência, tenham que ser considerados no processo de decisão inerente à escolha dos mesmos. Dada a importância dos SI/TI e quase sempre, os altos valores monetários associados à sua obtenção, uma decisão não racional pode ter consequências futuras, a curto, médio e longo prazo no posicionamento estratégico das organizações.

O objectivo deste trabalho é apresentar uma metodologia que permita uma avaliação sistemática dos SI/TI, incorporando o conjunto dos aspectos considerados relevantes no processo de selecção. O trabalho é organizado da seguinte maneira: na secção 2, faz-se o enquadramento da metodologia multicritério, com particular ênfase para os vários aspectos que deverão ser incorporados no processo de tomada de decisão.

Na secção 3, é apresentado o modelo multicritério desenvolvido e sua justificação, dando particular relevo à fase de estruturação do modelo, nomeadamente ao levantamento de informação para suporte do modelo desenvolvido. Os critérios incorporados no modelo são também justificados. É apresentada a metodologia de agregação utilizada para a operacionalização dos critérios e avaliação das alternativas em análise em cada um desses critérios.

Na secção 4, apresenta-se a aplicação da metodologia multicritério a um caso de estudo. Os resultados obtidos do exemplo real de escolha de SI/TI no contexto empresarial, são apresentados e discutidos.

Como conclusão, são discutidos os resultados obtidos com o modelo desenvolvido, bem como o trabalho a desenvolver: análise de sensibilidade e de robustez do modelo e; desenvolvimento de uma ferramenta informática que comporte o modelo, possibilitando de forma expedita e, se possível sem ajuda de um analista, o apoio na selecção de SI/TI.

2. Metodologia multicritério

2.1 Análise de decisão multicritério - ADMC

Por análise de decisão multicritério entende-se uma metodologia que permite apoiar o(s) decisor(es) na avaliação e selecção de soluções alternativas. O processo de decisão é caracterizado pela existência de

vários critérios de avaliação, muito frequentemente de natureza conflituosa, qualitativos e/ou quantitativos, os quais têm que ser considerados em conjunto e escalonados (hierarquizados) segundo valores de importância ou pontos de vista do(s) decisor(es), por forma a atingir um determinado objectivo.

A ADMC pode ser vista como um processo comportando 4 fases [Guitouni e Martel 1998]:

1. Estruturação do problema;
2. Articulação e modelação das preferências,
3. Agregação das avaliações das alternativas (preferências) e;
4. Recomendações.

A fase de estruturação do problema tem como objectivo a criação de um modelo que os decisores aceitam como uma representação dos elementos que são fundamentais no processo de decisão, sendo portanto uma fase crucial deste processo. ([Keeney 1992]], [Brans 1994], [Roy 1985], [Bana e Costa et al. 2000]).

A figura 1, sistematiza as fases de um modelo multicritério, realçando as fases envolvidas e sua inter-relação com o contexto decisional.

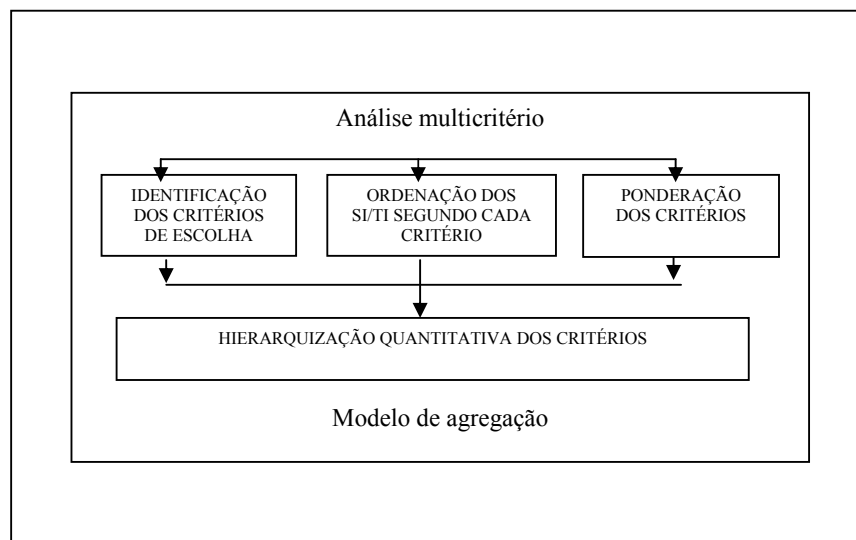


Figura 1- Modelo multicritério de apoio à decisão

2.2. Metodologia de agregação

Após a definição dos critérios, é necessário definir uma escala de valor para o(s) decisor(es), por forma a atribuir "pesos" de acordo com a importância relativa de cada critério em relação aos outros e em cada critério para cada alternativa.

Pesos e utilidades podem ser agregados com uma variedade de modelos [Winterfeldt 1986, p.275]. O mais frequente, pela sua simplicidade, é o modelo aditivo. Por esta razão, e por se verificarem todas as condições necessárias e suficientes para a sua aplicabilidade, o modelo de agregação utilizado é o aditivo, onde definimos:

$$v(x) = \sum_{i=1}^n w_i v_i(x_i), \text{ com } \sum_{i=1}^n w_i = 1 \text{ e } w_i > 0 \text{ e } \left\{ \begin{array}{l} V_i(\text{muito pior}) = -100 \\ (\text{valor de atractividade negativa extremo---}) \\ V_i(\text{pior}) = \text{v. de atractividade --} \\ V_i(\text{ligeiramente pior}) = \text{v. de atractividade -} \\ V_i(\text{neutro}) = 0 (\text{indiferente}) \\ V_i(\text{ligeiramente melhor}) = \text{v. de atractividade +} \\ V_i(\text{melhor}) = \text{v. de atractividade ++} \\ V_i(\text{muito melhor}) = 100 \\ (\text{valor de atractividade positiva extremo+++}) \end{array} \right.$$

Onde:

x é a alternativa em avaliação,

x_i é a sua quantificação no critério i ,

v_i é a função valor do critério,

w_i é o peso do critério i . (definido pelo procedimento da amplitude de pesos),

v é o valor global de x ,

n é o número de critérios.

2.3. Propriedades desejáveis na estruturação dos critérios

Para a aplicação de um modelo de agregação, tivemos em consideração as propriedades desejáveis na definição dos critérios:

Keeney e Raiffa [Keeney e Raiffa 1976],[Keeney 1992, p.82] propõe o seguinte critério para examinar os objectivos e critérios numa árvore de valor: abrangência, inclusão de todos os valores relevantes na estrutura de decisão; operacionalidade, que os valores atribuídos aos critérios tenham significado e possam ser avaliados; decomposibilidade; inteligibilidade e isolabilidade, os critérios têm que ser claros em compreensão e independentes; ausência de redundância (dois critérios ou valores não significam a mesma coisa), exaustividade e tamanho mínimo (necessidade de manter o número de critérios pequeno o suficiente para ser possível a sua operacionalização e gestão). Estes requisitos são por vezes conflituosos, porque se podem relacionar, tendo que haver, nesta situação, uma relação de compromisso.[Winterfeldt 1986, p.43],[Bana e Costa et al. 2000, p.343].

O conjunto de critérios deve também ter o estatuto de família, que lhe é dado por duas propriedades (lógicas) de natureza intercritérios - a exaustividade e não redundância. A definição de diferentes critérios que, afinal representam um mesmo “ponto de vista fundamental”, introduz no modelo redundância, tendo como consequência a sobrevalorização do que deveria ser um único critério. Por outro lado, a exigência de que a família de critérios seja exaustiva (ou completa) pode, de certo modo, funcionar contra a sua concisão e a isolabilidade de cada critério. O número de critérios não deve ser reduzido ao ponto que se corra o risco de deixar de fora alguns aspectos fundamentais de avaliação.[Bana e Costa et al .2000, p.344]

2.4. Valorização de cada um dos critérios

Quanto a processos de ponderação existem vários, sendo os mais conhecidos os seguintes: *tradeoff* - valor de substituição [Keeney e Raifa 1976], *swing weighting* – amplitude de pesos [Winterfeldt 1986, cap.7, p.205-257] e Macbeth [Bana e Costa e Vansnick 1997c].

O quadro abaixo sintetiza os procedimentos para o escalonamento de constantes.

Procedimentos	referências
Tradeoff (valor de substituição)	[Keeney e Raifa 1976]
Swing weighting (amplitude de pesos – baloiço)	[Winterfeldt 1986]
Macbeth	[Bana e Costa e Vansnick 1997c]

Quadro 1 – Principais processos de escalonamento

2.4.1 Valor de substituição - *tradeoff*

O valor de substituição (*tradeoff*) é um conceito muito importante em análise multicritério, e mesmo fundamental em certo tipo de abordagens. Ao avaliador é pedido para especificar pares de consequências (critérios) que são indiferentes. O valor de substituição entre esses dois critérios é a quantidade de performance segundo um critério que o decisor está disposto a abdicar para obter um acréscimo de uma unidade de performance segundo o outro critério. Ao escolher a alternativa preferida dos dois, o decisor decide qual o critério mais importante [Keeney e Raifa 1976],[Bana e Costa 1986], [Keeney 1992, p.178].

É importante reconhecer que o valor substituição deve depender dos critérios iniciais e da classe de critérios definida.

A tentativa de avaliar o valor substituição frequentemente indica resultados deficientes nos objectivos fundamentais. Quando o decisor verifica que tem dificuldades, ou não faz ideia qual deve ser o valor substituição entre dois critérios, então, ou os critérios estão pouco definidos (não há clareza), ou há necessidade de clarificar os objectivos subjacentes ao critério.

2.4.2 Amplitude de pesos - *swing weighting*

Este procedimento começa considerando uma alternativa fictícia com os piores impactos em todos os critérios fundamentais. Ao decisor é permitido mudar do pior impacto para o melhor e apenas num critério fundamental. É pedido aos decisores para dar a amplitude maior do pior para o melhor impacto, a segunda maior e assim sucessivamente, melhorando a atractividade global. Ao critério com a amplitude maior é atribuído 100 pontos. A magnitude de cada uma das outras amplitudes é expressa

em percentagem da maior amplitude, podendo haver amplitudes iguais. As percentagens normalizadas dos outros critérios derivam do valor atribuído a cada um deles, a dividir pelo sumatório de todos os valores atribuídos [Weber e Borchering 1993].

2.5. Definição de níveis de referência para a avaliação de cada alternativa, em cada critério

Nesta fase, é necessário a definição da metodologia de atribuição de pesos, os quais devem estar relacionados com pontos de referência.[Keeney 1992, p.129]. No nosso caso, as referências são a definição de SI/TI “neutro” e “melhor” em cada um dos critérios.

A atribuição de um valor relativo a cada nível de referência deve ser definido pelo conjunto dos decisores, tendo em consideração qual a atractividade de passar de um nível para outro.

Para facilitar o procedimento, devemos, em primeiro lugar, ordenar as alternativas da melhor para a pior, ou vice-versa, em cada critério.

3. Modelo proposto para selecção dos SI/TI

3.1 Fase de estruturação

A definição dos critérios relevantes no processo de avaliação e selecção de SI/TI teve por base uma revisão da literatura e um conjunto de entrevistas realizadas em PME's da região, junto de gestores e responsáveis pelo departamento de SI (informática, na maior parte das empresas), responsáveis pela escolha de SI/TI. Vários aspectos foram considerados neste levantamento, o qual se revelou fundamental para a definição do modelo apresentado.

Como resultado do trabalho de identificação e caracterização da problemática decisional junto das empresas, é possível enumerar alguns aspectos considerados relevantes neste processo:

- Há necessidade de procurar metodologias para a problemática em questão, verificando-se a inexistência das mesmas;
- De um modo geral, verifica-se a falta de Planeamento de Sistemas de Informação (PSI) e de definição de um plano estratégico referente aos SI/TI;

- Há referência a "frustrações" e erros do passado e que, apesar de terem ganho experiência e haver o máximo cuidado com os aspectos que consideram relevantes, continuam a incorrer em determinados erros;
- Há, cada vez mais, por parte dos fornecedores de SI/TI uma maior preocupação de desenvolvimento de SI/TI, por forma a que estes, vão de encontro às necessidades das empresas. Há a preocupação de realizar inquéritos, de analisar o seu portfólio de clientes em termos de resultados e pontos fracos das suas aplicações. Paralelamente, estão atentos à evolução dos seus competidores, à evolução tecnológica em termos de SI/TI, da electrónica, das linguagens de programação e de sistemas de comunicações, e, não menos importante, do contexto organizacional e concorrencial dos seus potenciais clientes;
- Há uma forte influência do marketing agressivo dos fornecedores de SI/TI, havendo cada vez mais alternativas de SI/TI em oferta e, o aumento da implantação a nível nacional de representantes de novas empresas vocacionadas para os SI/TI;
- Foi referido como um dos aspectos mais importantes para a tomada de decisão, a análise do portfólio de clientes de cada fornecedor de SI/TI (a que chamaremos de "base instalada", que se deve entender como, o número de clientes que implementaram os SI/TI e podem dar uma opinião sobre os mesmos). Além da demonstração dos fornecedores de SI/TI, geralmente há sempre a preocupação de ver o sistema a funcionar em pleno em empresas similares, havendo por parte destas abertura;
- Aspectos como: a confiança no fornecedor e sua estrutura financeira, também assumem uma importância de cúpula. Preferindo estes aspectos ao factor preço, apesar da importância deste último;
- Há tendência de preferência por SI/TI já dominados;
- A modularidade dos sistemas revela-se também de elevada importância, uma vez que permite uma implementação mais eficaz e segura, tendo em consideração os recursos da organização, adequação aos mesmos e formação dos recursos humanos;
- Em grandes empresas, com departamento de informática e quando há capacidade de desenvolvimento, manifesta-se a tendência para adquirir as fontes e fazer desenvolvimento para adaptar o SI às necessidades específicas da organização;
- Relacionada com os pontos anteriores está a portabilidade e integrabilidade dos SI/TI;
- A facilidade de utilização dos SI/TI e formação específica necessária, são de elevada importância, tendo em consideração a formação média dos recursos humanos nas organizações;
- A dificuldade de adaptar os SI à organização e não a organização ao SI;

- Velocidade de processamento e relevância da informação;
- Custo de aquisição, manutenção, implementação, formação e amortização dos SI/TI.
- Inovação Tecnológica.

Tendo por base estas considerações, e todo o levantamento bibliográfico realizado na área dos SI/TI, foi possível sistematizar os factores relevantes na avaliação de um SI/TI:

- **Sistemas** (aplicações; informação, nomeadamente a classe de dados; necessidades insatisfeitas (justifica a necessidade dos sistema)).
- **Recursos Humanos** (utilizadores; gestores; informáticos; custos de formação).
- **Tecnologia** ((protocolos); linguagem; evolução e tendências (inovação tecnológica), arquitectura).
- **Desempenho** (qualidade (da informação e do sistema - fiabilidade); portabilidade, integrabilidade, gestão da informação (dados); normas e responsabilidades; inovação tecnológica; desenvolvimento e implementação; estrutura da organização, dos processos e classes de dados; segurança (da informação e do sistema)).
- **Estratégia** (Levantamento de necessidades reais, tendo em consideração as estratégias de negócio, alinhamento e impacto);

Tendo em conta o exposto, passamos à estruturação do modelo tendo em consideração o desenvolvimento de uma metodologia atractiva e simples para o decisores. Assim, optámos por sistematizar, de forma exhaustiva, os critérios considerados relevantes para a problemática em questão ("check list").

Esta fase de estruturação, sendo do tipo "check list", suporta e facilita a fase de discussão com e entre os AD - Agentes de Decisão e, tal como já foi referido, é considerada por vários autores a fase mais importante e crucial do processo decisional [Ackoff 1978],[Bana e Costa 1993],[Bana e Costa et al. 1999],[Belton et al. 1997],[Brans 1994], [Checkle e Holwell 1993], [Checkle e Scholes 1990], [Guitouni e Martel 1998],[Winterfeldt 1986,p.26]. Como resultado desta fase, deverão ficar identificados, com consenso dos decisores, os critérios relevantes de avaliação das alternativas em análise.

Assim, a metodologia é composta por duas fases - figura 2: uma primeira fase com as necessidades específicas, nomeadamente; importância para o negócio; alinhamento com a estratégia empresarial; nível de suporte decisional e organizacional, etc, com o intuito de reduzir as alternativas à problemática de TD. Nesta primeira fase, é feita a redução dos SI/TI aos que efectivamente vão de encontro com as necessidades específicas e estratégicas da organização para a problemática em análise. Esta fase está facilitada ou pode mesmo ser suprimida quando já houve PSI. A segunda fase,

de âmbito mais técnico (funções, atributos e características), permite uma análise por critérios específicos dos SI/TI em alternativa.

Na segunda fase, optámos por uma listagem exhaustiva dos critérios considerados relevantes em termos de escolha de SI/TI, discutidos na secção seguinte e apresentados numa estrutura em árvore, na figura 3. Estes, serão hierarquizados em termos de importância, podendo algum (uns) deles não ser(em) incorporados, caso não apresente(m) nenhuma relevância para os AD intervenientes no processo. É também apresentada a justificação de cada critério, bem como os aspectos a serem considerados em cada um deles, de forma a ser possível a sua quantificação, operacionalização e agregação.

Houve a preocupação, na fase de ponderação dos critérios, de fazer a validação das relações de independência, tarefa esta que se revelou muito difícil por haver sobreposição em alguns critérios. Como refere Bana e Costa [Bana e Costa et al. 2000], a isolabilidade é crucial para a aplicação de qualquer método multicritério, mas outras hipóteses de independência devem também considerar-se no âmbito da agregação aditiva (...) esta é a razão pela qual, muitas vezes, diversos “pontos de vista” identificados como “fins” têm que ser agrupados num mesmo critério de avaliação.



Figura 2 - modelo multicritério proposto

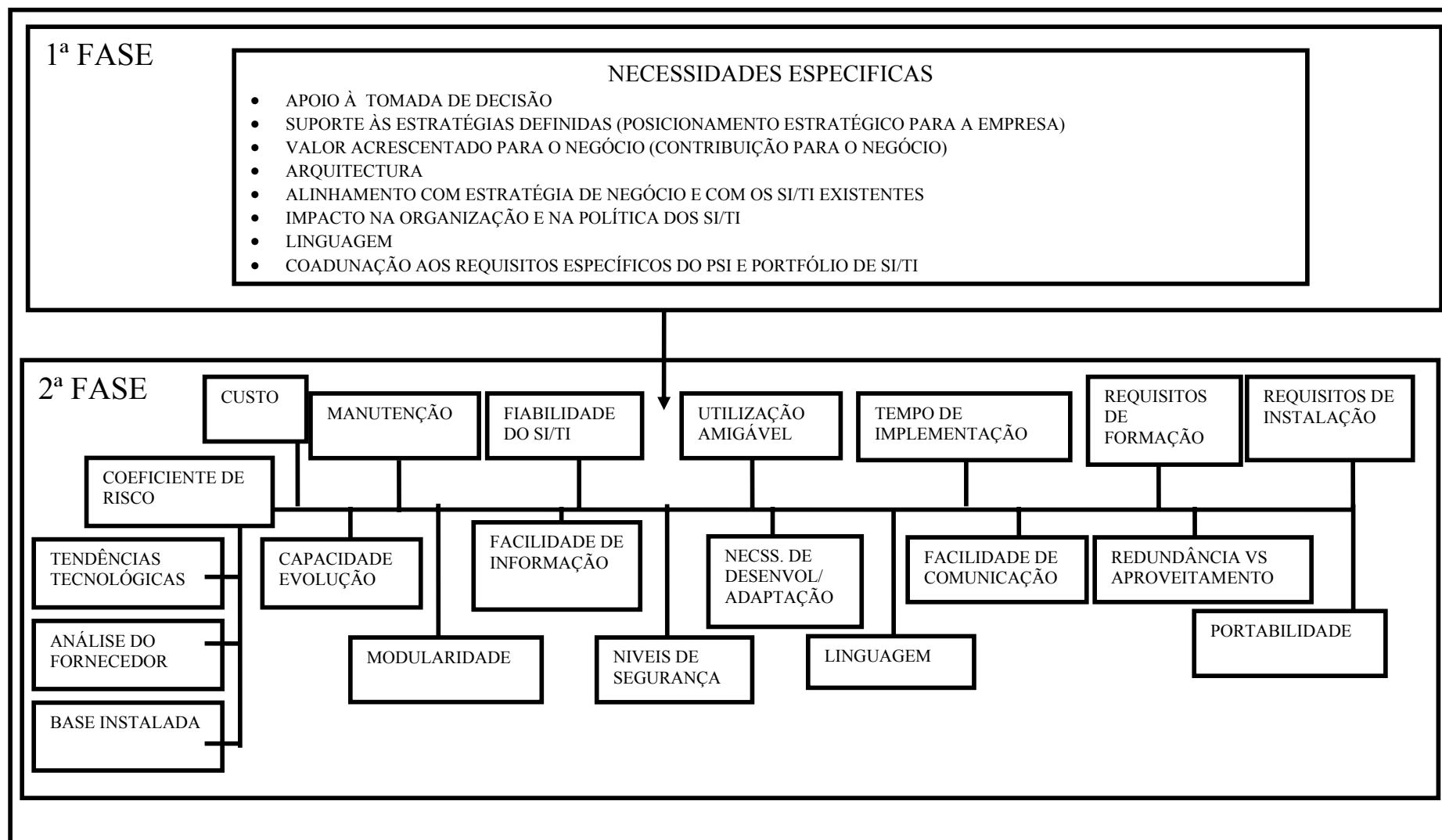


Figura 3 – Árvore de critérios do modelo proposto

3.2 Justificação e operacionalização dos critérios de avaliação

O quadro seguinte descreve de modo sucinto, mas exaustivo, o modelo que incorpora o conjunto dos critérios a tomar em consideração no processo de decisão e o modo como podem ser avaliados (operacionalização). Todos os critérios não aplicáveis são excluídos.

1ª Fase			
Código	Critérios	Subcritérios ou Observações	operacionalização
A1	Necessidades específicas	<ul style="list-style-type: none"> • Apoio à decisão • Valor acrescentado para o negócio • Suporte às estratégias definidas • Arquitectura . [Zachman 1987] • Alinhamento • Impacto 	<ul style="list-style-type: none"> • Valor esperado da agregação dos subcritérios • conjunto de alternativas a passar à 2ª fase
2ª Fase			
Código	Critérios	Observações	
A2	Coefficiente de risco (mede a inovação tecnológica e risco fase à maturidade dos SI/TI.)	<ul style="list-style-type: none"> • A2.1 - "saúde financeira do fornecedor" • A2.2 - Base Instalada • A2.3 - Tendências tecnológicas 	Escala qualitativa
A3	Custo	<ul style="list-style-type: none"> • N° de licenças 	valor
A4	Manutenção	<ul style="list-style-type: none"> • Custo anual com a mesma • Análise do contrato tipo 	Rácio: custo manutenção/ Base empresa(\$)
A5	Fiabilidade do SI/TI	<ul style="list-style-type: none"> • Medida através de inquérito à base instalada e Utilidade do(s) técnico(s) • N° entidades base instalada/ idade comercial do SI 	Escala qualitativa A idade do SI pode ser analisada useo as curvas de aprendizagem [Earl 1989]
A6	Modularidade	<ul style="list-style-type: none"> • Há vários níveis de modularidade 	Escala qualitativa
A7	Níveis de segurança	<ul style="list-style-type: none"> • Personalizado • Monitorização de posição de transição 	Escala Qualitativa
A8	Capacidade de integração dos dados.(redundância versus aproveitamento)	<ul style="list-style-type: none"> • Medida pelo índice de entidades partilhadas sobre o total de entidades, isto por pares de alternativas 	Relação entre alternativas
A9	Requisitos de formação	<ul style="list-style-type: none"> • Custos versus qualidade da formação. • Esta última medida através de inquérito à base instalada 	Rácio: Qualidade/ custos formando x n° formandos
A10	Capacidade de evolução	<ul style="list-style-type: none"> • Se são sistemas abertos ou fechados • Se há capacidade de desenvolvimento e consequentemente de adquirir as fontes. 	Custo hora técnico especializado nas mesmas. (é muito diferente de fonte para fonte)
A11	Necessidades de desenvolvimento/ adaptação	<ul style="list-style-type: none"> • Medido pelo tempo/técnico 	N° de horas técnico x custo hora
A12	Facilidade de informação	<ul style="list-style-type: none"> • Qualidade da informação versus suporte de output (texto, folha de cálculo, gráfico, imagem, vídeo, etc) 	Escala qualitativa
A13	Utilização amigável	<ul style="list-style-type: none"> • Facilidade de inputs e outputs 	Escala qualitativa
A14	Facilidade de comunicação	<ul style="list-style-type: none"> • A14.1 Externa (WEB; EDI, etc) • A14.2 Interna (protocolos mais comuns) 	Escala qualitativa
A15	Requisitos de instalação	<ul style="list-style-type: none"> • Recursos humanos adicionais • SI e TI adicionais 	custo
A16	Portabilidade (Capacidade de integração dos SI)	<ul style="list-style-type: none"> • Medir qualitativamente o grau de integração • Existem Normas standards que permitem a integração entre sistema diferentes (DDE; DBC, etc) 	Se nível superior a um valor previamente especificado então obriga à mesma plataforma
A17	Linguagem	<ul style="list-style-type: none"> • Avaliação da linguagem de desenvolvimento das aplicações 	Escala qualitativa
A18	T. de implementação	<ul style="list-style-type: none"> • Estimativa em horas dada pelo fornecedor 	N° de horas

Quadro 2 - Critérios e subcritérios a serem considerados no modelo

Tal como já foi referido na secção 2.2, o modelo de agregação utilizado é o aditivo, sendo atribuído um peso a cada um dos critérios usando a metodologia de amplitude de pesos, referida em 2.4.2. Na fase seguinte, procede-se à avaliação de cada alternativa em cada um dos critérios, assumindo os seguintes níveis de referência:

Sistema “neutro”: é aquele que é considerado satisfatório. Quando há dificuldade nesta definição, o sistema existente na empresa, e que vai ser substituído, pode ser considerado como “neutro”.

Sistema “ligeiramente melhor”: é aquele que tem uma atractividade positiva superior ao sistema definido como “neutro”, mas inferior ao sistema definido como “melhor”.

Sistema “melhor”: é aquele que tem uma atractividade positiva superior ao sistema definido como “ligeiramente melhor”, mas inferior ao sistema definido como “muito melhor”.

Sistema “muito melhor”: é aquele que tem uma atractividade para os decisores indiscutivelmente muito melhor do que o “neutro”, e tem uma atractividade positiva superior ao sistema definido como “melhor”.

Por oposição, SI/TI considerados piores que o “neutro” também se deve ter a mesma preocupação na atribuição de uma medida de atractividade (neste caso negativa), não sendo necessariamente a mesma.

Sistema “ligeiramente pior”: é aquele que tem uma atractividade negativa e inferior ao sistema definido como “neutro” mas superior ao sistema definido como “pior”.

Sistema “pior”: é aquele que é que tem uma atractividade negativa e superior ao sistema definido como “ligeiramente pior” mas superior ao sistema definido como “muito pior”.

Sistema “muito pior”: é aquele que tem uma atractividade para os decisores indiscutivelmente muito pior do que o sistema definido como “neutro”, e tem uma atractividade negativa superior ao sistema definido como “pior”.

4. Caso de estudo

4.1 Enquadramento

O modelo foi testado numa empresa multinacional de média/grande dimensão, situada no concelho do Porto. Esta empresa vai implementar um novo ERP – *Enterprise Resource Planning*, pelo facto do sistema actual se encontrar ultrapassado.

A empresa encontra-se na fase de levantamento de necessidades, de processos e classes de dados.

Uma vez que, a empresa já tinha especificado quais os SI que se coadunavam à estratégia de negócio, a problemática decisional reduzia-se à escolha entre três ERP, definidos como S1, S2 e S3. Por este motivo, não foi realizada a primeira parte do modelo. Consequentemente, os decisores intervenientes no processo metodológico foram três técnicos de informática.

4.2 Escolha dos critérios relevantes e sua operacionalização

Como já referido, a primeira parte do modelo foi suprimida.

Os decisores chegaram ao consenso que os critérios relevantes para o caso em questão eram (ver quadro 2): A2, A3, A4, A5, A6, A7, A8, A9, A10, A11, A12, A13, A14, A15, A16, A17 e A18. O critério A4 é tratado junto com o A3.

4.3 Atribuição de um valor a cada critério

Para a atribuição de um valor relativo a cada critério, tendo em consideração todos os critérios, utilizámos o procedimento amplitude de pesos - *swing weighting* - de acordo com o ponto 2.4.2.

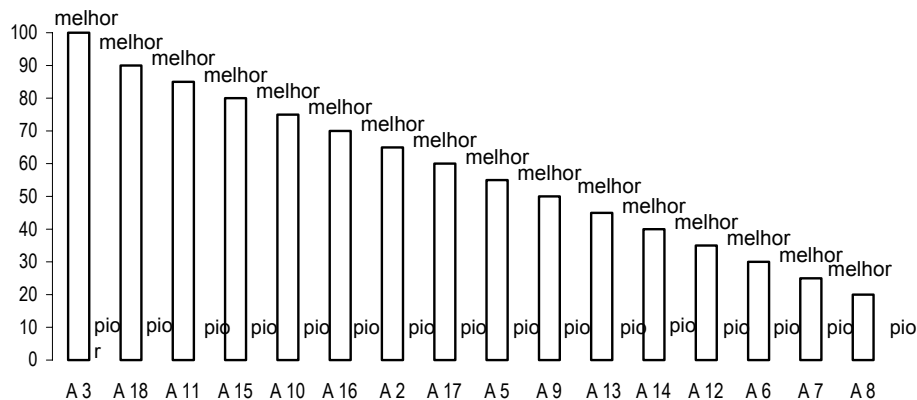


Figura 4 – Procedimento de amplitude de pesos

A figura 4, representa o resultado da aplicação do procedimento amplitude de pesos.

Para aferir os pesos, somam-se todas as amplitudes e, o valor atribuído a cada critério é o valor da amplitude respectiva a dividir pela soma de todas as amplitudes, de acordo com expressão seguinte:

$$W_i = \frac{P}{\sum_i^n P_i}$$

Os resultados obtidos são apresentados na segunda linha do quadro 4, no ponto 4.5.

4.4 Atribuição de um valor relativo a cada alternativa em cada critério

Foi definido para cada critério, os níveis de referência, de acordo com o ponto 3.2. Os valores atribuídos a cada nível resultaram, em consenso dos decisores, da atractividade de passar de um nível para outro, em relação ao nível considerado “neutro” e melhor”. Por simplicidade, os decisores definiram valores opostos de atractividade para os níveis abaixo do nível considerado como “neutro”. No quadro 3 apresentamos o valor atribuído a cada nível pelos decisores.

Níveis de referência	Muito pior	Pior	Ligeira/ pior	Neutro	Ligeira/ melhor	melhor	Muito melhor
Atractividade em relação ao neutro	-100	-60	-20	0	20	60	100

Quadro 3 – Atractividade para os decisores de cada nível de referência em relação ao nível definido como “neutro” e “melhor”.

4.5 Apresentação de Resultados

Para a atribuição do valor a cada alternativa em cada critério, foi solicitado aos decisores, em consenso, a definição de SI/TI “neutro” e “melhor” em cada um dos critérios. Assim, evitámos qualquer ambiguidade na atribuição dos valores a cada alternativa em cada critério.

O quadro seguinte sintetiza os resultados obtidos pela aplicação do modelo de agregação.

Crítérios	A3	A18	A11	A15	A10	A16	A2	A17	A5	A9	A13	A14	A12	A6	A7	A8	Valor global
W_i	0.011	0.097	0.092	0.086	0.081	0.076	0.07	0.065	0.06	0.05	0.049	0.04	0.038	0.032	0.03	0.022	1
SI neutro	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S1	-60	-60	0	100	-60	-20	-20	100	100	100	60	-20	60	100	-60	20	16.252
S2	-20	100	20	60	0	60	60	60	20	60	20	-60	20	60	-20	60	34.664
S3	-100	60	60	20	60	60	20	20	60	-20	-60	-100	20	20	100	100	24.86

Quadro 4 – Resultados do modelo de agregação

Em relação ao sistema definido como “neutro”, os três SI em análise mostram valores globais superiores.

O S2 é sugerido como 1ª opção, seguido do S3 e por último S1.

Estes resultados são válidos para este caso de estudo e este conjunto de decisores. A metodologia utilizada foi bem aceite por estes, no entanto, houve algumas dificuldades, nomeadamente:

- Falta de disponibilidade para reunir todos os “actores” do processo decisional;
- Dificuldade em consenso na definição de um sistema “neutro” e “melhor” em cada critério;
- Dificuldade em consenso na atribuição dos níveis;
- Dificuldades no levantamento de informação referente aos SI em análise para operacionalização dos critérios;
- Dificuldade de disponibilidade de tempo por parte dos decisores.

5. Conclusão

O modelo multicritério proposto para selecção de SI/TI revelou-se de fácil aplicação, compreensão e aceitação, o que facilitou o desenrolar de todo o processo metodológico.

A fase de estruturação, pelo facto de estar pré-defenida, com os critérios do tipo *check list* e operacionalizados, facilita a fase de discussão e, consequentemente possibilita uma redução de tempo substancial desta fase, que é considerada fundamental numa metodologia multicritério. A

maior dificuldade encontrada nesta fase resultaria da necessidade da empresa ter a informação necessária para aplicar a metodologia.

A aplicação de um modelo de agregação aditivo permitiu simplificar o processo de cálculo e dotar a metodologia de maior transparência para os intervenientes no processo.

Com o objectivo de validar o modelo proposto, foi apresentado neste trabalho um caso de estudo, o qual permitiu identificar as limitações e potencialidades do modelo desenvolvido.

A escolha dos critérios relevantes e, no final, dos resultados obtidos com a aplicação da metodologia sugerida depende da empresa (sua organização sistémica e recursos), dos decisores intervenientes no processo decisional, bem como dos SI/TI em análise e seu âmbito de aplicação.

Como trabalho futuro, será realizada a análise de sensibilidade e robustez desta aplicação.

O processo metodológico será novamente repetido, mas sem considerar no procedimento de amplitude de pesos, os critérios que são custos. Assim, será possível avaliar o valor de substituição - *tradeoff* - entre os custos e os valor global de benefícios. Os resultados deste procedimento terão que ser discutidos com os decisores em causa.

O modelo será informatizado por forma a facilitar a implementação da metodologia.

6. Bibliografia

Ackoff, Russell L. *The Art of Problem Solving*: A. Wiley, 1978.

Bana e Costa, Leonardo Ensslin, Émerson Corrêa, e Jean-Claude Vansnick. "Decision Support Systems in Action: Integrated Application in a Multicriteria Decision Aid Process." *European Journal of Operational Research* 113, no. 2 (1999): 315-335.

Bana e Costa, e Vansnick. "Applications of the MACBETH Approach in the Framework of an Additive Aggregation Model." *Journal of Multi-Criteria Decision Analysis* 6, no. 2 (1997c): 107-114.

Bana e Costa, C. A. "Apoio À Tomada de Decisão Segundo Critérios Múltiplos." : IST/CESUR, 1986.

Bana e Costa, C. A. "Les Problématiques dans le Cadre de l'activité d'aide à la Décision." *LAMSADE. Université de Paris-Dauphine* 80 (1993).

Bana e Costa, Carlos A., Antunes; Ferreira, e Émerson Corrêa. "Metodologia Multicritério de Apoio à Avaliação de Propostas em Concurso Públicos." In *Casos de Aplicação da Investigação Operacional*, 337-363: McGrawHill, 2000.

- Belton, Valerie, Fran Ackermann, e Ian Shepherd. "Integrated Support from Problem Structuring through to Alternative Evaluation Using COPE e V.I.S.A." *Journal of Multi-Criteria Decision Analysis* 6 (1997): 115-130.
- Brans, Jean-Pierre. "The PROMCALC & GAIA decision support system for multicriteria decision aid." *Decision Support Systems* 12 (1994): 297-310.
- Checkle, P, e S Holwell. "Information management e organizacional processes: an approach through soft systems methodology." *Journal of Information Systems* 3, no. 1 (1993): 3-16.
- Checkle, Peter, e Jim Scholes. *Soft Systms Methodology in Action*: John wiley&Sons, 1990.
- Earl, M. J. *Management Strategies for Information Tecnology* Hemaël Hempstead: Prentice Hall, 1989.
- Goodwin, Paul, e George Wright. *Decision Analysis for Management Judgment*: John Wiley & Sons, 1991.
- Guitouni, Adel, e Jean-Marc Martel. "Tentative guidelines to help choosing an appropriate MCDA method." *European Journal of Operational Research* 109, no. 2 (1998): 501-521.
- Keeney, R. L. *Value-Focused Thinking: A Path to Criative Decision-Making*: Harvard University Press, 1992.
- Keeney, Ralph L., e Howard Raifa. *Decisions With Multiple Objectives: Preferences e Value Tradeoffs*: John wiley&Sons, 1976.
- Roy, Bernard. *Méthodologie Multicritère D'Aide à la Décision* Production et techniques quantitatives appliquées à la gestion: Economica, 1985.
- Weber, M., e K. Borchering. "Behavioral influences on weight judgements in multiattribute decision making." *European Journal of Operacional Research* , no. 67 (1993): 1-12.
- Winterfeldt, Detlof Von. *Decision Analysis e Behavioral Research*: Cambridge University Press, 1986.
- Zachman, J. A. "A framework for information systems architecture." *IBM Systems Journal* 26, no. 3 (1987): 276-292.