



## Sistema de Apoio à tomada de Decisão em Grupo baseado na Web que considera aspetos cognitivos

LUÍS MANUEL DA SILVA CONCEIÇÃO

outubro de 2017

# **Sistema de Apoio à tomada de Decisão em Grupo baseado na Web que considera aspetos cognitivos**

**Luís Conceição**

**Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em  
Engenharia Informática, Área de Especialização em  
Sistemas de Informação e Conhecimento**

**Orientador: Doutora Goreti Marreiros  
Co-Orientador: Mestre João Carneiro**

**Júri:**

Presidente:

Dr. Jonny Smith, Professor, DEI/ISEP

Vogais:

Dr. Jaimie Smith, Professor, DEI/ISEP

Dr. Jones Smith, Professor, DEI/ISEP

Dr. Jagger Smith, Professor, DEI/ISEP



*«Those who can imagine anything,  
can create the impossible.»*

Alan Turing



# Resumo

A tomada de decisão é um processo cognitivo que consiste na seleção de uma ou mais alternativas para solucionar um determinado problema. O atual contexto macroeconómico em que se inserem a maioria das organizações, assim como a forma como estas estão estruturadas, implica que grande parte das decisões sejam tomadas em grupo. Tradicionalmente, estes processos implicam que os intervenientes tenham a necessidade de se encontrarem num mesmo local ao mesmo tempo. Para suportar os processos de tomada de decisão em grupo neste contexto, têm sido estudados os Sistemas de Apoio à Decisão em Grupo baseados na web (SADGWeb). Estes sistemas utilizam mecanismos capazes de proporem uma ou mais alternativas para um determinado problema tendo em conta as preferências dos decisores e permitem a participação em processos de decisão em grupo em qualquer altura e em qualquer lugar. No entanto, os SADGWeb existentes apresentam várias limitações relacionadas com: a interação entre os decisores, a representação das preferências, objetivos e intenções dos decisores e à necessidade de configurações demasiado complexas e morosas.

O trabalho descrito nesta dissertação teve como objetivo colmatar algumas das referidas falhas através de uma abordagem que permitisse suportar grupos (com elementos geograficamente dispersos) tirando proveito dos benefícios associados à decisão em grupo cara-a-cara. Para atingir este objetivo foi estudado se: (1) considerar aspetos cognitivos num algoritmo multi-critério permite alcançar decisões mais satisfatórias; (2) é possível gerar relatórios inteligentes que se adaptem às necessidades de cada decisor.

Para alcançar o objetivo definido foi desenvolvido um SADGweb especificamente desenhado para lidar com problemas multi-critério e com grupos dispersos. Com o intuito de ultrapassar alguns dos problemas associados à dificuldade de os decisores expressarem as suas preferências, objetivos e intenções, e às complexas e morosas configurações, foi formulado um método multi-critério que considera aspetos cognitivos. O algoritmo multi-critério desenvolvido considera, para além das preferências dos decisores sobre as alternativas e critérios, o estilo de comportamento que o utilizador selecionar para o processo, o seu nível de *expertise* em relação ao tópico da decisão e ainda a avaliação que cada decisor faz da credibilidade de cada um dos outros decisores relativamente ao tópico da decisão. Além disto, foram ainda propostos aquilo que se designou de relatórios inteligentes para ultrapassar algumas das limitações inerentes à impossibilidade de interação dos decisores através da forma como a informação sobre o processo é reportada aos decisores. Para isso, foi proposto um algoritmo que permite que os relatórios apresentem a informação aos decisores de acordo com: a disponibilidade que decisor tem para dedicar ao processo e o seu estilo de comportamento.

Os resultados obtidos nas experiências realizadas permitiram concluir que o método multi-critério proposto permite obter decisões de maior qualidade quando comparado com outros métodos existentes. Em relação aos relatórios inteligentes foi desenvolvida uma metodologia que permite a personalização dos mesmos de acordo com os interesses de cada decisor.

**Palavras-chave:** Sistema de Apoio à tomada de Decisão em Grupo, Algoritmos multi-critério, Relatórios Inteligentes, Tomada de Decisão Cognitiva



# Abstract

Decision-making is a cognitive process that consists of selecting one or more alternatives to solve a given problem. The current macroeconomic context of most organizations, as well as the way they are structured, implies that most decisions are taken in groups. Traditionally, these processes imply that the actors need to be in the same place at the same time. To support group decision-making processes in this context, web-based Group Decision Support Systems (WebGDSS) have been studied. These systems use mechanisms capable of proposing one or more alternatives to a given problem taking into account the preferences of decision makers and allow participation in group decision making anytime, anywhere. However, existing webGDSS present several limitations related to: interaction between decision makers, representation of preferences, goals and intentions of decision makers, and the need for overly complex and time-consuming configurations.

The work described in this dissertation was aimed at fulfill some of these failures through an approach that allowed groups (with geographically dispersed elements) to take advantage of the benefits associated with face-to-face group decision making. To achieve this goal, we have studied whether: (1) considering cognitive aspects in a multi-criteria algorithm allows us to reach more satisfactory decisions; (2) it is possible to generate intelligent reports that are adapted to the needs of each decision maker.

To achieve the defined objective, a webGDSS specifically designed to deal with multi-criteria problems and with scattered groups was developed. In order to overcome some of the problems associated with the difficulty of decision-makers express their preferences, goals and intentions, and the complex and time-consuming configurations, a multi-criteria method was formulated that considers cognitive aspects. The multi-criteria algorithm developed considers, in addition to the preferences of the decision makers on the alternatives and criteria, the style of behavior that the user selects for the process, their level of expertise in relation to the decision topic, and also the evaluation that each decision maker makes the credibility of each of the other decision makers regarding the topic of the decision. In addition, what was called intelligent reporting was proposed to overcome some of the limitations inherent in the inability of decision makers to interact through the way information about the process is reported to decision makers. For this, an algorithm was proposed that allows the reports to present the information to the decision makers according to: the availability that the decision maker has to dedicate to the process and its style of behavior.

The results obtained in the realized experiments allowed to conclude that the proposed multi-criterion method allows to obtain decisions of greater quality when compared with other existing methods. In relation to intelligent reports, a methodology was developed that allows to customize them according to the interests of each decision-maker.



# Agradecimentos

Em primeiro lugar, e porque sem eles esta dissertação não existiria, quero agradecer aos meus orientadores: À professora Goreti Marreiros, pelo apoio prestado ao longo deste processo, pelo conhecimento transmitido, por todas as oportunidades e experiências que me proporcionou. Ao João Carneiro, por todo o conhecimento transmitido, todos os ensinamentos, todos os sermões e todos os serões (ainda foram alguns, bastantes até!!) e, acima de tudo, pela amizade e por todo o apoio prestado do primeiro ao último dia.

Quero também deixar um agradecimento especial ao João Ribeiro, amigo de longa data, por toda a ajuda e apoio prestado.

Ao João Pereira, um sincero obrigado por todas as dicas e por todos os problemas que me ajudou a resolver durante a fase de implementação da solução.

Ao Diogo e ao Jorge, colegas de equipa e amigos do GECAD, obrigado pelo companheirismo, apoio e por todos os momentos de convívio.

Agradeço também a todos os restantes colegas do GECAD que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho.

Agradeço ao GECAD, porque para além de ter sido uma segunda casa ao longo de todo este tempo, proporcionou-me um bom ambiente de trabalho e todas as condições necessárias para a realização deste trabalho.

Por último, mas não menos importante, agradeço à minha família. Aos meus pais, por tudo o que me proporcionaram ao longo da vida, pelo amor e carinho que me dão e peço desculpa pelas vezes em que nos momentos mais complicados, eu reclamava por tudo e por nada! Ao meu irmão, agradeço apenas por me dar sempre motivos para eu reclamar com ele! Afinal os irmãos servem para isso mesmo!



# Conteúdo

|   |             |
|---|-------------|
| <b>Lista de Figuras</b>   | <b>xiii</b> |
| <b>Lista de Tabelas</b>   | <b>xv</b>   |
| <b>Lista de Algoritmos</b>  | <b>xvii</b> |
| <b>Lista de Acrónimos</b>   | <b>xix</b>  |
| <b>1 Introdução</b>   | <b>1</b>    |
| 1.1 Enquadramento . . . . .   | 1           |
| 1.2 Motivação . . . . .   | 2           |
| 1.3 Objetivos e Breve Descrição do Trabalho Realizado . . . . .                   | 4           |
| 1.4 Estrutura do documento . . . . .  | 5           |
| <b>2 Estado da Arte</b>   | <b>7</b>    |
| 2.1 Análise de Valor de Negócio . . . . .   | 7           |
| 2.1.1 Valor para o cliente . . . . .  | 10          |
| 2.1.2 Modelo de Negócio . . . . .   | 11          |
| 2.2 Sistemas de Apoio à Tomada de Decisão em Grupo . . . . .                      | 14          |
| 2.2.1 A origem dos Sistema de Apoio à tomada de Decisão em Grupo (SADG) . . . . . | 14          |
| 2.2.2 Exemplos de SADG . . . . .  | 16          |
| 2.3 Problemas Multi-critério . . . . .  | 19          |
| 2.3.1 Teoria de Utilidade Multi-Atributo . . . . .                                | 20          |
| 2.3.2 Analytic Hierarchy Process . . . . .  | 20          |
| 2.3.3 Analytic Network Process . . . . .  | 21          |
| 2.3.4 Teoria Fuzzy . . . . .  | 21          |
| 2.3.5 Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution . . . . .    | 21          |
| 2.3.6 ELECTRE . . . . .   | 22          |
| 2.3.7 PROMETHEE . . . . .   | 22          |
| 2.3.8 MACBETH . . . . .   | 23          |
| 2.4 Computação Afetiva . . . . .  | 23          |
| 2.4.1 Modelos de Personalidade . . . . .  | 24          |
| 2.4.2 Trabalhos Relacionados . . . . .  | 28          |
| 2.5 Relatórios Inteligentes . . . . .   | 30          |
| 2.5.1 A Informação . . . . .  | 32          |
| 2.5.2 Componente Afetiva . . . . .  | 33          |
| 2.5.3 Relacionamentos . . . . .   | 34          |
| 2.5.4 Interesses pessoais . . . . .   | 34          |
| 2.5.5 Usabilidade . . . . .   | 34          |
| 2.6 Conclusões . . . . .  | 35          |

|          |   |           |
|----------|---|-----------|
| <b>3</b> | <b>Design e Desenvolvimento da Solução</b>              | <b>37</b> |
| 3.1      | Sistema de Apoio à tomada de Decisão em Grupo . . . . . | 37        |
| 3.1.1    | Arquitetura do Sistema . . . . .                        | 38        |
| 3.1.2    | Funcionalidades do Sistema . . . . .                    | 39        |
| 3.2      | Algoritmo Multi-critério . . . . .                      | 45        |
| 3.2.1    | Conceitos utilizados no CAP . . . . .                   | 45        |
| 3.2.2    | Cognitive Analytic Process . . . . .                    | 46        |
| 3.3      | Relatórios Inteligentes . . . . .                       | 53        |
| <b>4</b> | <b>Experimentação e Avaliação</b>                       | <b>59</b> |
| 4.1      | Métricas de avaliação . . . . .                         | 59        |
| 4.2      | Caso de Estudo: Cognitive Analytic Process . . . . .    | 60        |
| <b>5</b> | <b>Conclusões</b>                                       | <b>69</b> |
| 5.1      | Síntese e conclusões do trabalho . . . . .              | 69        |
| 5.2      | Impacto Científico . . . . .                            | 71        |
| 5.3      | Trabalho Futuro . . . . .                               | 71        |
|          | <b>Bibliografia</b>                                     | <b>73</b> |

# Lista de Figuras

|      |   |    |
|------|---|----|
| 2.1  | Modelo New Concept Development (NCD)  | 8  |
| 2.2  | Modelo Canvas   | 13 |
| 2.3  | Arquitetura de um SADG  | 15 |
| 2.4  | Arquitetura de um agente participante   | 17 |
| 2.5  | Hierarquia de Problema de Decisão com AHP   | 21 |
| 2.6  | Modelo de Rahim e Magner, adaptado de Rahim e Magner (1995).                        | 28 |
| 3.1  | Diagrama de casos de uso [UML].   | 38 |
| 3.2  | Diagrama de componentes [UML].  | 39 |
| 3.3  | Ecrã de login da aplicação web.   | 39 |
| 3.4  | Ecrã de criação do problema.  | 40 |
| 3.5  | Ecrã de criação do critério.  | 40 |
| 3.6  | Ecrã de criação da alternativa.   | 41 |
| 3.7  | Ecrã de criação da matriz do problema.  | 41 |
| 3.8  | Ecrã de adição de participante ao problema.   | 42 |
| 3.9  | Exemplo de um Relatório Inteligente com informação mínima.                          | 43 |
| 3.10 | Ecrã de configuração das preferências de cada participante.                         | 44 |
| 4.1  | Gráfico comparativo da satisfação acumulada de 100 simulações de um total de 10000. | 61 |
| 4.2  | Comparação da satisfação obtida entre o CAP e o AHP.                                | 62 |
| 4.3  | Comparação da satisfação obtida entre o CAP e a FU.                                 | 63 |
| 4.4  | Comparação da satisfação obtida entre o CAP e o TOPSIS.                             | 64 |
| 4.5  | Comparação entre o CAP e o AHP.   | 67 |
| 4.6  | Comparação entre o CAP e a FU.  | 67 |
| 4.7  | Comparação entre o CAP e o TOPSIS.  | 68 |



# Lista de Tabelas

|      |   |    |
|------|---|----|
| 2.1  | Proposta longitudinal de valor. . . . .   | 11 |
| 2.2  | Categorias dos SADG de acordo com a proximidade dos participantes e duração da reunião, adaptado de DeSanctis e Gallupe (1985). . . . . | 15 |
| 2.3  | Versões dos métodos ELECTRE. . . . .  | 22 |
| 2.4  | Modelo dos 5 fatores, adaptado de P. J. Howard e J. M. Howard (1995). . . . .   | 26 |
| 2.5  | Temas baseados no Modelo dos Cinco Fatores, adaptado de P. J. Howard e J. M. Howard (1995). . . . .                                     | 27 |
| 2.6  | Possíveis argumentos para cada personalidade nos estilos de conflito, adaptado de Santos et al. (2009). . . . .                         | 29 |
| 2.7  | Facetas que definem comportamentos específicos no contexto da tomada de decisão, adaptado de Martinho et al. (2015). . . . .            | 30 |
| 2.8  | Classificação dos estilos de conflito para as dimensões propostas, adaptado de Rahim e Magner (1995). . . . .                           | 30 |
| 2.9  | Classificação de cada estilo de comportamento de acordo com cada dimensão, adaptado de Martinho et al. (2015). . . . .                  | 30 |
| 3.1  | Expertise Levels. . . . .   | 46 |
| 3.2  | Correspondência de notação. . . . .   | 46 |
| 3.3  | Níveis de $F_{Dif}$ . . . . .   | 48 |
| 3.4  | Importância do critério. . . . .  | 48 |
| 3.5  | Valorização dos níveis de detalhe. . . . .  | 55 |
| 3.6  | Classificação dos tópicos em relação ao seu nível de interesse. . . . .   | 55 |
| 3.7  | Profissões dos inquiridos. . . . .  | 57 |
| 3.8  | Classificação dos tópicos em relação ao seu nível de detalhe. . . . .   | 57 |
| 3.9  | Coeficiente de Correlação IntraClasse - Nível de detalhe dos tópicos. . . . .   | 58 |
| 3.10 | Classificação dos tópicos em relação ao seu nível de interesse. . . . .   | 58 |
| 3.11 | Coeficiente de Correlação IntraClasse - Nível de interesse dos tópicos. . . . .   | 58 |
| 4.1  | Problema multi-critério. . . . .  | 60 |
| 4.2  | Resultados obtidos para cada método ao longo das 10000 simulações. . . . .  | 61 |
| 4.3  | Comparação entre o CAP e o AHP em 10000 simulações. . . . .   | 62 |
| 4.4  | Comparação entre o CAP e a FU em 10000 simulações. . . . .  | 63 |
| 4.5  | Comparação entre o CAP e o TOPSIS em 10000 simulações. . . . .  | 64 |
| 4.6  | Comparação da satisfação obtida entre todos os métodos. . . . .   | 65 |
| 4.7  | Exemplo da ordenação dos critérios de acordo com cada método. . . . .   | 66 |



# Lista de Algoritmos

|     |   |    |
|-----|---|----|
| 3.1 | Algoritmo de classificação da importância de um critério. . . . .   | 49 |
| 3.2 | Seleção dos tópicos a incluir num relatório (pseudocódigo). . . . . | 56 |



# Lista de Acrónimos

|           |  |
|-----------|--|
| AHP       | Analytic Hierarchy Process.  |
| ANP       | Analytic Network Process.  |
| API       | <i>Application Programming Interface.</i>  |
| CAP       | <i>Cognitive Analytic Process.</i>   |
| e-ASA     | Aggregation based on Situation Assessment.   |
| ELECTRE   | Elimination Et Choix Traduisant la REalité.  |
| EVA       | Escala Visual Analógica.   |
| FFE       | Fuzzy Front End.   |
| FU        | Função de Utilidade.   |
| GRASS     | Group Remote Asynchronous Screening Support.   |
| I&D       | Investigação e Desenvolvimento.  |
| ICC       | Coeficiente de Correlação Intra-classe ( <i>Intra-class Correlation Coefficient</i> ). |
| MACBETH   | Measuring Attractiveness by a Categorical Based Evaluation Technique.                  |
| MAUT      | Teoria de Utilidade Multi-Atributo ( <i>Multi-Attribute Utility Theory</i> ).          |
| MAVT      | Multi-Attribute Value Theory.  |
| MCDM      | Multiple-Criteria Decision Analysis.   |
| MCDM      | Multiple-Criteria Decision-Making.   |
| NCD       | New Concept Development.   |
| NPD       | New Product Development.   |
| OCEAN     | Openness, Conscientiousness, Extraversion, Agreeableness, Neuroticism.                 |
| PROMETHEE | Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluation.                      |
| SAD       | Sistema de Apoio à tomada de Decisão.  |
| SADG      | Sistema de Apoio à tomada de Decisão em Grupo.   |

|        |   |
|--------|---|
| SAW    | Ponderação Aditiva Simples <i>Simple Additive Weighting</i> .   |
| SOA    | <i>Services-Oriented Architecture</i> .                         |
| TOPSIS | Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution. |

# Capítulo 1

## Introdução

Este capítulo pretende fazer uma descrição global do tema abordado nesta dissertação, a proposta de um sistema de apoio à decisão em grupo que considera aspetos cognitivos dos decisores e que apresenta as informações e os resultados dos processos de decisão sob a forma de relatórios inteligentes. Estes relatórios são apresentados no final de cada iteração de um processo de decisão e a informação que contêm é dirigida ao decisor a que se destinam. Na secção 1.1 é efetuado o enquadramento do tema, de seguida na secção 1.2 são expostas as motivações que levaram ao desenvolvimento deste trabalho. A secção 1.3 apresenta os objetivos, as hipóteses que se pretendem validar e ainda uma breve descrição do trabalho realizado. Finalmente, na secção 1.4 é descrita a estrutura e organização da dissertação.

### 1.1 Enquadramento

A tomada de decisão está presente no dia a dia de qualquer ser humano, mesmo que, muitas das vezes este não a perceione (Thomas L. Saaty 2008). As decisões podem ser relativas aos problemas do quotidiano, como por exemplo a escolha da hora para despertar no dia seguinte, ou podem ser relativas a questões mais complexas, nomeadamente de cariz organizacional, como por exemplo a aquisição de uma nova unidade fabril para uma empresa multinacional. No primeiro caso, estamos perante uma decisão que diz respeito a um só indivíduo; no segundo, este processo é normalmente executado por um grupo de pessoas, adotando por isso a denominação de processo de tomada de decisão em grupo (Chen 2000).

Hoje em dia, o sucesso de uma organização está fortemente relacionado com a qualidade das decisões tomadas. Com o objetivo de maximizar a qualidade dessas decisões, têm sido desenvolvidos ao longo dos últimos anos, diversos sistemas que visam apoiar os decisores no processo de tomada de decisão (Luthans 2011; Moon et al. 2003; Simon 1965). A grande maioria dos Sistema de Apoio à tomada de Decisão em Grupo (SADG) desenvolvidos requer que os seus utilizadores (os decisores) preencham formulários com extensas e morosas configurações o que, por vezes, se torna complicado pois não se adequam às exigências das empresas num mercado altamente instável e exigente. Este tipo de problemas leva a que a adoção dos SADG por parte das organizações pareça demasiado complexa e, por isso mesmo, estes sistemas não têm ainda grande aceitação no mundo empresarial (Hillegersberg e Koenen 2014, 2016).

Nos últimos anos, um novo tipo de SADG têm surgido na literatura, os SADG baseados na *web*. Estes sistemas pretendem solucionar o problema da tomada de decisão em grupo para gestores que têm restrições horárias complicadas dado que muitas das vezes, por estarem constantemente em viagem, e devido aos diferentes fusos horários, se torna complicado

participarem em reuniões, mesmo que através de sistemas de videoconferência. O objetivo deste tipo de sistemas é o de suportar os decisores, envolvidos nos processos de decisão em grupo, em qualquer altura, em qualquer lugar, e através de qualquer tipo de dispositivo (Alonso et al. 2010; Kwon, Yoo e Suh 2005; Marreiros et al. 2010; Morente-Molinera et al. 2016).

Nesta dissertação, a temática da tomada de decisão abordada refere-se aos problemas multi-critério dado que, muitas das vezes, é comum o ser humano deparar-se com situações de tomada de decisão em que dispõe de várias alternativas para analisar, as quais por vezes, são valoradas por um determinado conjunto de critérios que podem opostos entre si. Num processo de tomada de decisão em grupo, os participantes (os decisores) podem, por vezes, ter diferentes interesses ou diferentes objetivos. Na literatura identificam-se duas abordagens no desenvolvimento dos SADG, a primeira consiste na agregação matemática das preferências dos decisores de forma a selecionar uma alternativa. A segunda, é semelhante à primeira, na medida em que também utiliza a agregação de preferências mas através de um processo iterativo de forma a atingir consenso por parte dos decisores na seleção da alternativa (Fedrizzi e Kacprzyk 1988; Palomares e Martínez 2014).

O SADG desenvolvido no âmbito desta dissertação é baseado em *web*. O sistema permite a criação de problemas multi-critério, compostos por um conjunto de critérios que caracterizam as alternativas. Os participantes num processo de decisão, exprimem as suas preferências sobre os critérios e sobre as alternativas. A agregação de preferências é efetuada por um algoritmo multi-critério desenvolvido com o objetivo de dar resposta a algumas das lacunas identificadas na literatura no âmbito dos SADG. O *Cognitive Analytic Process* (CAP) considera aspetos cognitivos dos decisores, identificados como relevantes na dinâmica de decisão em grupo. O SADG desenvolvido incorpora ainda uma funcionalidade de geração inteligente de relatórios. A função dos relatórios inteligentes é apresentar (reportar) aos decisores, no final de cada iteração de um processo de decisão, as informações e resultados relevantes de acordo com os interesses de cada decisor no mesmo.

## 1.2 Motivação

A evolução da economia mundial ao longo das últimas décadas criou às empresas, e consequentemente aos seus gestores, a necessidade de obter respostas rápidas e eficazes para os mais diversos problemas. A maioria das decisões tomadas no âmbito empresarial é realizada em grupo (Luthans 2011), implicando que se conciliem horários e disponibilidades dos membros do mesmo.

O desenvolvimento das organizações, impulsionado pela evolução da globalização dos mercados, faz com que as empresas necessitem, cada vez mais, de soluções alternativas às tradicionais reuniões, onde é necessário que um grupo de pessoas se sente em volta de uma mesa para gerar soluções e discutir a alternativa correta para um determinado problema. A massificação dos dispositivos eletrónicos como *tablets* e *smartphones*, assim como a evolução da internet, tornaram possível o desenvolvimento de sistemas inteligentes que são capazes de proporcionar apoio aos seus utilizadores nos mais diversos cenários, em qualquer altura e em qualquer lugar.

Os métodos de decisão multi-critério são uma das técnicas consideradas apropriadas para suportar o processo de tomada de decisão. Estes métodos são considerados apropriados

para lidar com opiniões contrárias e objetivos qualitativos e quantitativos (Ram, Montibeller e Morton 2011). Com o objetivo de alcançar um consenso, os métodos multi-critério permitem que os decisores partilhem informação, através da configuração do problema (Dehe e Bamford 2015). Durante as últimas décadas, foram propostos na literatura uma grande quantidade de métodos (Tavana, Sodenkamp e Suhl 2010). Entre alguns dos mais conhecidos podemos apontar os seguintes: ER, ELECTRE, PROMETHEE, AHP, ANP, TOPSIS, MACBETH, etc (Figueira, Greco e Ehrgott 2005). Apesar da grande quantidade de trabalho proposto nesta área, são claras na literatura as dificuldades associadas in MCDA. Tavana, Sodenkamp e Suhl (2010) apontam no seu trabalho dificuldades tais como: deficiências na consideração de critérios subjetivos e objetivos, dados imprecisos devido à falta de *expertise* dos decisores, inexistência de dados e restrições de tempo. Além destas dificuldades, podemos ainda incluir a falta de informação sobre os decisores (Levy 2007), a dificuldade ou impossibilidade de o decisor poder expressar a forma como encara um determinado processo de decisão (Rahim e Magner 1995) e ainda a dificuldade (o custo) associada à configuração dos problemas (Dehe e Bamford 2015).

A área da tomada de decisão sempre foi bastante estudada na literatura. Desde o início sempre foi bastante claro o interesse no estudo da temática da tomada de decisão por economistas e psicólogos (Edwards 1954; Simon 1959, 1986). Se os economistas sempre olharam para a tomada de decisão numa perspetiva completamente racional. Por outro lado, os psicólogos olham para a tomada de decisão numa perspetiva que lhes permite entender os julgamentos efetuados pelos indivíduos e os processos de decisão tendo em conta os aspetos racionais e irracionais do comportamento humano (Simon 1986). Simon (1979) apontava o interesse dos economistas na exploração de domínios que tradicionalmente pertenciam a disciplinas como ciências políticas, sociologia e psicologia. Esse interesse é muito similar ao que acontece hoje por parte de investigadores da área da Ciência de Computados relativamente a essas mesmas disciplinas (Bates 1994; Castelfranchi 1994; Falcone e Castelfranchi 2001; L. Ogiela e M. R. Ogiela 2014a,b; Smith e Conrey 2007). Sabe-se que os aspetos cognitivos estão presentes e influenciam o indivíduo no seu processo de tomada de decisão (Schwarz 2000). Por isso, é possível de deduzir que para fazer uma correta representação dos interesses dos decisores, os aspetos cognitivos devem ser considerados. Sendo assim, pode-se afirmar que a correta inclusão de aspetos cognitivos, permitem encontrar melhores decisões e fundamentalmente mais ajustadas aos verdadeiros interesses dos decisores.

A qualidade, a quantidade e a utilidade da informação apresentada por um SADG a um decisor são fatores chave no processo de tomada de decisão. Analisando a literatura relacionada com os SADG ou mesmo até com os Sistema de Apoio à tomada de Decisão (SAD) em geral, é possível encontrar artigos que propõem: arquiteturas, modelos relacionados com problemas específicos, *frameworks*, entre outros (D.-Y. Choi 2008; Efremov e Lotov 2014; Miranda et al. 2008; Santos et al. 2006; Tavana, Behzadian et al. 2013). Além disso, consegue-se ainda encontrar que tipo de informação deve ser apresentado aos decisores e através de que formato (Brase 2002). Contudo, se as abordagens existentes fazem sentido nos SADG do tipo cara a cara, no âmbito dos Sistemas de Apoio à Decisão em Grupo, que se propõem a apoiar os decisores que não têm possibilidade de se reunirem no mesmo local e ao mesmo tempo, essas mesmas abordagens deixam de fazer sentido (Hillegersberg e Koenen 2014, 2016). Um processo de tomada de decisão em grupo é contínuo, isto é, envolve várias iterações assim como interações entre os decisores. Existe uma necessidade de habilitar o sistema para interagir com os decisores de forma a cumprir estes dois objetivos: reportar dados e estimular a participação dos decisores no processo. A interação é essencial para garantir o sucesso de uma aplicação, por isso é importante analisar como, e

qual deverá ser a solução para as interações entre o sistema e os decisores num sistema de apoio à tomada de decisão em grupo. Por isto, de acordo com o panorama evidenciado, faz sentido pensar em relatórios inteligentes.

### 1.3 Objetivos e Breve Descrição do Trabalho Realizado

O trabalho descrito nesta dissertação enquadra-se na área da tomada de decisão em grupo com foco em problemas multi-critério. Esta dissertação visa o desenvolvimento de um Sistema de Apoio à Decisão em Grupo baseado na *web*. O principal objetivo é que o sistema desenvolvido tenha a capacidade suportar decisores envolvidos em processos de decisão em grupo, que se encontram geograficamente dispersos, considerando os aspetos cognitivos de cada decisor e permitindo que os decisores configurem, para além das suas preferências sobre os critérios e alternativas, as suas intenções em cada processo. Por outras palavras, o que se pretende é que o sistema consiga reproduzir alguns dos aspetos presentes nos processos de decisão em grupo "cara a cara", de forma a que os decisores tenham a perceção que conseguem exprimir corretamente as suas preferências e intenções.

De forma a atingir este objetivo principal, o trabalho é dividido em três objetivos:

- Desenvolver uma *interface* de configuração de problemas multi-critério;
- Desenvolver um algoritmo multi-critério para agregação de preferências, considerando o estilo de comportamento do decisor no processo;
- Desenvolver uma ferramenta de geração de relatórios inteligentes, permitindo que no final de cada iteração o decisor tenha acesso a um relatório personalizado, com informações do seu interesse sobre o estado do processo.

A elaboração da solução descrita nesta dissertação foi orientada de forma a permitir atingir os objetivos descritos. Foram estudados na literatura diversos temas que se consideraram relevantes e relacionados com a temática do problema a resolver. Foi então efetuado um levantamento do estado da arte no que diz respeito aos SADG, onde foram estudadas as suas raízes, assim como alguns trabalhos recentes, que de alguma forma se encontram relacionados com os tópicos que se pretendia abordar. Em relação à resolução de problemas multi-critério, foram estudadas as abordagens analíticas mais relevantes na literatura. Para dar resposta à reprodução das intenções dos decisores nos processos de decisão em grupo, foram estudados modelos de personalidade que têm sido adaptados ao contexto dos sistemas de apoio à decisão em grupo e ainda alguns trabalhos que incluem componentes afetivas no contexto dos SADG. No que diz respeito à geração de relatórios inteligentes, não foram encontrados na literatura trabalhos relevantes para auxiliar a definição da proposta de solução. Numa tentativa de solucionar o problema e conseguir construir um modelo que permita atingir este objetivo, foram investigadas várias componentes relacionadas com a informação, a componente afetiva relacionada com o tópico da tomada de decisão em grupo, as relações entre os decisores membros de um grupo e ainda tópicos sobre usabilidade de forma a permitir a criação de um modelo para um relatório inteligente. Este estudo foi efetuado com base na investigação existente sobre as necessidades e interesses dos decisores envolvidos em processos de tomada de decisão em grupo.

O SADG foi desenvolvido com base em tecnologias *web*, mais especificamente através de uma arquitetura *Services-Oriented Architecture* (SOA), de forma a permitir a interação com

outros sistemas ou plataformas no futuro. O desenvolvimento da *interface* de configuração das preferências de cada decisor nos processos de decisão foi efetuado com base num *template* que provou permitir a configuração de problemas multi-critério de uma forma adequada e simples.

A agregação de preferências é efetuada com recurso a um algoritmo multi-critério que foi desenvolvido com o objetivo de contemplar aspetos cognitivos dos decisores na agregação. O algoritmo desenvolvido considera o estilo de comportamento que o decisor selecionou para o processo, considera também o nível de *expertise* do decisor, assim como os participantes que este considera como credíveis em relação à temática do problema sobre o qual se tem que tomar uma decisão.

O modelo de geração dos Relatórios Inteligentes foi desenvolvido com base nos interesses dos decisores nos processos de decisão em grupo e no tempo disponível para o processo. Foi efetuado um levantamento dos tópicos (informações) possíveis de reportar num processo de decisão e, posteriormente, foi efetuado um estudo para classificar esses tópicos em relação ao seu nível de detalhe. Foi também desenvolvido um algoritmo que relaciona os fatores evidenciados e seleciona determinado tópico para ser apresentado no relatório inteligente.

Para finalizar e de forma a validar o trabalho aqui descrito, foram definidas e validadas duas hipóteses:

- Considerar aspetos cognitivos num algoritmo multi-critério permite alcançar decisões mais satisfatórias;
- É possível gerar relatórios inteligentes que se adaptam às necessidades de cada decisor.

## 1.4 Estrutura do documento

Esta dissertação está organizada em 5 capítulos. O primeiro capítulo, do qual faz parte esta secção é o capítulo introdutório, onde se efetua um enquadramento do tema da dissertação, são apresentadas as motivações que levaram ao desenvolvimento deste trabalho e também onde são descritos os objetivos que se pretendem atingir, assim como é efetuada uma breve descrição do trabalho realizado.

O [Capítulo 2](#), Estado da Arte, a primeira secção descreve a análise de valor de negócio que foi efetuada, de seguida são descritos todos os temas da literatura que foram estudados e que, de alguma forma, se encontram relacionados com a tomada de decisão em grupo. É explanado o conceito de Sistema de Apoio à Decisão em Grupo, as suas origens e ainda são analisados alguns trabalhos na área. A terceira secção descreve o conceito de problema multi-critério e alguns dos métodos analíticos mais utilizados. A secção [2.4](#), Computação Afetiva, enuncia alguns conceitos teóricos sobre personalidade, assim como são descritos alguns trabalhos na área da decisão em grupo que utilizam conceitos de computação afetiva. Na secção [2.5](#) são descritos diversos temas que foram estudados de forma a possibilitar a criação de um modelo para a geração de relatórios inteligentes. Para finalizar o capítulo, na secção [2.6](#) são apresentadas algumas conclusões em relação aos temas estudados.

O [Capítulo 3](#), Design e Implementação da Solução, está dividido em 3 secções. A primeira (secção [3.1](#)) descreve a arquitetura e funcionalidades do Sistema de Apoio à Decisão em Grupo desenvolvido. Na secção [3.2](#) é efetuada a descrição dos conceitos utilizados no desenvolvimento do algoritmo multi-critério, assim como a sua formulação matemática. A

terceira e última secção deste capítulo (secção 3.3) descreve os conceitos e os métodos utilizados para a geração de relatórios inteligentes.

No [Capítulo 4](#), Experimentação e Avaliação, são descritas as métricas utilizadas para avaliar os resultados das experiências realizadas, assim como são descritas as experiências realizadas e analisados os resultados dessas experiências.

Finalmente, o [Capítulo 5](#), Conclusões, apresenta as conclusões através de uma síntese descritiva do trabalho realizado, as publicações científicas efetuadas no âmbito deste trabalho e as limitações e considerações de trabalho futuro.

## Capítulo 2

# Estado da Arte

Tomar decisões é uma ação intrínseca a qualquer ser humano. Cada ação, com maior ou menor significância, consciente ou inconscientemente, é o resultado de uma decisão. Assim sendo, somos todos naturalmente decisores (Thomas L. Saaty 2008). As decisões podem ser triviais como, por exemplo a escolha da roupa a vestir num determinado dia, ou podem ser decisões complexas como a aquisição de uma casa. O processo de tomada de decisão pode ser descrito como a seleção de uma ou mais alternativas como solução para um determinado problema (Chen 2000).

A tomada de decisão em grupo tem sido largamente estudada ao longo das últimas décadas e é sabido que é a forma mais usual para tomar decisões nas organizações (Luthans 2011; Moon et al. 2003; Simon 1965). Há muitas vantagens relacionadas com a tomada de decisão em grupo: a melhoria da qualidade da decisão, a divisão de responsabilidades, a obtenção de apoio entre as partes interessadas, para ensinar os membros do grupo menos experientes, e também porque a maioria dos organogramas das organizações assim o exige (Alan R. Dennis 1996; Simon 1965). O número de participantes num processo de tomada de decisão em grupo é variável. Estes podem estar todos num mesmo local e na mesma altura, ou espalhados geograficamente e em zonas com diferentes fusos horários.

A área da tomada de decisão tem sido bastante estudada na literatura. Desde sempre, psicólogos e economistas têm demonstrado um interesse muito claro em estudar o tópico da tomada de decisão (Edwards 1954; Simon 1959, 1986). Se por um lado, os economistas sempre viram a tomada de decisão de uma perspetiva completamente racional, por outro lado os psicólogos olham para o processo numa perspetiva que lhes permite entender as apreciações individuais e os aspetos racionais e irracionais do comportamento humano na tomada de decisão (Simon 1979).

Neste capítulo, primeiramente é apresentada uma análise de valor de negócio (secção 2.1), de seguida é descrito o levantamento de estado da arte que foi efetuado, abordando as áreas de sistemas de apoio à tomada de decisão em grupo, problemas multi-critério, computação afetiva e relatórios inteligentes. Na última secção deste capítulo (secção 2.6) são apresentadas as conclusões da análise efetuada.

### 2.1 Análise de Valor de Negócio

A rápida evolução tecnológica que se tem observado nas últimas décadas, o aumento da exigência dos consumidores por produtos de excelência, a interiorização da ideia de um mercado de competição global, os processos de reengenharia, a proliferação dos sistemas de

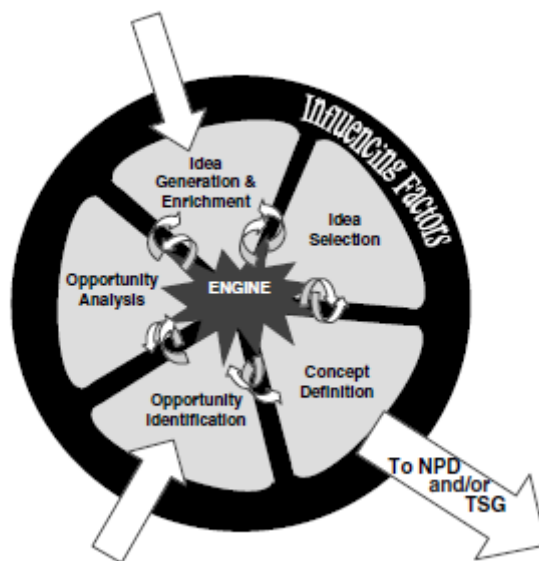


Figura 2.1: Modelo NCD (Koen, Ajamian, Boyce et al. 2002).

informação, e também as regulamentações governamentais, são fatores que têm contribuído para o contínuo aparecimento de novos produtos a um ritmo bastante acelerado. Este elevado ritmo de desenvolvimento de novos produtos leva a que, por vezes, o seu processo de desenvolvimento não contemple todas as etapas (Hughes e Chafin 1996).

O processo de inovação pode ser dividido em três áreas: *Fuzzy Front End (FFE)* (Linha da Frente de Inovação), o processo *New Product Development (NPD)* (Desenvolvimento de Novo Produto), e a comercialização (Koen, Ajamian, Boyce et al. 2002). Segundo os autores, a primeira, o FFE é comumente considerado como uma das maiores oportunidades de melhoria dos processos de inovação nas organizações. O *New Concept Development (NCD)* foi desenvolvido por Koen, Ajamian, Burkart et al. (2001) com o objetivo de criar um modelo teórico que definisse os elementos chave do processo FFE.

O NCD (Figura 2.1) é composto por três partes principais:

- O motor (*engine*), é a liderança, cultura e estratégia da organização que dirige os cinco elementos-chave controlados pela organização.
- A área interna, que define os cinco elementos de atividade controláveis (identificação da oportunidade, análise da oportunidade, geração e enriquecimento de ideias, seleção de ideias e definição de conceito) do FFE.
- Fatores que influenciam: a capacidade organizacional, o mundo exterior (canais de distribuição, a legislação, política governamental, clientes, concorrentes, clima político e económico) e as ciências (internas e externas) que podem estar envolvidas. Todos estes fatores afetam o processo de desenvolvimento desde a inovação até à comercialização e não são controláveis pela organização.

Atualmente vivemos num mundo altamente dinâmico e global. Existe uma lógica de conectividade sem precedente. As maiores organizações (multinacionais) estão espalhadas pelo mundo, fazendo com que viajar seja comum para executivos e *managers* de topo. É sabido que a tomada de decisão em grupo se tornou a forma mais usual de decisão na atualidade.

Se por um lado se considera que realizar decisões em grupo permite obter melhores resultados, por outro lado, a maioria dos próprios organigramas das organizações atuais assim o obriga. No entanto, o processo de tomada de decisão em grupo em situações em que os decisores estão dispersos pelo mundo e enfrentam questões temporais, torna-se altamente complexo. Para suportar este processo, os SADG baseados na *Web* têm vindo a ser estudados na última década. A ideia é suportar o processo de tomada de decisão em grupo em qualquer sítio e em qualquer altura. A maioria das propostas de SADG baseados na *Web* apresentam muitas limitações e não usufruem das típicas vantagens aliadas ao processo da tomada de decisão em grupo, como é o caso da heterogeneidade dos seus elementos. As propostas existentes são demasiado analíticas e não contemplam as intenções e necessidades dos decisores. Desta forma, também não é possível reportar as informações aos decisores de uma forma direcionada, fazendo que muitas vezes estes se deparem com informações que não são do seu interesse, o que é altamente relevante tendo em conta que falamos de pessoas com agendas muito preenchidas.

Com o objetivo de colmatar as falhas identificadas nos SADG baseados na *Web*, surge a ideia da elaboração de um sistema que permita a mesma flexibilidade de um SADG baseado na *Web* mas que incentive e motive a participação dos decisores no processo de tomada de decisão, promovendo a interação entre o sistema e os decisores durante todo o processo. Desta forma após a pesquisa bibliográfica, identifica-se também que os algoritmos de apoio à tomada de decisão para problemas multi-critério existentes na literatura não contemplam aspetos cognitivos dos decisores. As abordagens existentes apenas têm em conta as suas preferências em relação a critérios e/ou alternativas, consoante o método em questão, mas não contemplam questões como os interesses individuais de cada decisor no processo de decisão, assim como as relações interpessoais entre os membros do grupo. Desta forma identificou-se outra oportunidade de investigação relacionada com o processo de tomada de decisão em grupo.

A discussão de geração de ideias para encontrar soluções sobre a oportunidade identificada levantou algumas questões: o que é considerada informação relevante para um decisor? Todos os decisores têm interesse em aceder ao mesmo tipo de informação? Todos os membros de um grupo de decisão aplicam o mesmo esforço no processo? O nível de perícia de cada elemento é semelhante a todo o grupo? Levantadas estas questões concluiu-se que faz sentido investigar uma forma de dar *feedback* aos decisores envolvidos no processo de tomada de decisão em grupo sobre o desenvolvimento do mesmo. Concluiu-se então que será apropriado denominar de "Relatórios Inteligentes" a forma de entrega de informação do processo de tomada de decisão em grupo aos decisores, pois pretende-se que a informação que integrar cada relatório tenha especial interesse para o decisor a que se destina, evitando assim que lhes seja apresentada uma quantidade excessiva de informação quando, por exemplo, um decisor em particular tem um interesse reduzido num determinado processo e pretende apenas saber qual foi a alternativa final escolhida.

O conceito de Relatórios Inteligentes será integrado num SADG baseado em *Web*. O sistema a ser desenvolvido permitirá auxiliar os utilizadores em todas as fases do processo de tomada de decisão em grupo. Desde a configuração do problema multi-critério (a introdução dos critérios e alternativas), à indicação das preferências de cada decisor sobre critérios e alternativas para o problema. Sendo posteriormente desenrolado o processo de tomada de decisão através de algoritmos de resolução de problemas multi-critério e no final serão apresentados ao decisor os resultados do processo sob a forma de um relatório que, como referido anteriormente, deverá conter apenas informação que seja considerada relevante para

o decisor em questão.

### 2.1.1 Valor para o cliente

O conceito de valor foi definido em vários contextos como: necessidade, desejo, interesse, crença e preferências (Nicola, E. P. Ferreira e J. P. Ferreira 2012). Segundo Woodall (2003), o valor para o cliente (*Value for the Customer*) é definido como uma percepção pessoal das vantagens resultantes de uma associação do cliente com a oferta de uma determinada organização. É também o resultado de uma combinação de benefícios e sacrifícios em relação a algo. O valor percebido, identificado na literatura como valor percebido para o cliente (*Customer Perceived Value*) diz respeito a uma relação comprador - vendedor relacionada com os benefícios e sacrifícios considerados na troca de ativos tangíveis ou intangíveis (Lindgreen e Wynstra 2005). Zeithaml (1988) sugeriu como definição para o conceito “a avaliação global efetuada pelo consumidor da utilidade de um produto baseado na percepção do que é recebido e do que é dado”. Mais tarde, outra definição surge “preferência por e avaliação dos atributos dos produtos, das performances, e consequências decorrentes do uso que facilitam atingir as metas e objetivos do cliente em situação de utilização” (Woodruff 1997). Pelas definições do conceito de valor percebido citadas, pode perceber-se a necessidade que a proposta de valor tem, no sentido em que deve ilustrar ao cliente quais os benefícios na aquisição de um determinado produto.

No âmbito desta dissertação, a proposta de valor é o desenvolvimento de um SADG que permita suportar o processo de tomada de decisão em grupo em qualquer sítio e em qualquer altura. Pretende-se dar suporte aos decisores tendo em conta os seus interesses sobre alternativas e critérios. Além disso, o sistema utiliza a geração inteligente de relatórios, uma funcionalidade inovadora, para reportar a informação aos utilizadores, apresentando desta forma apenas a informação relevante, que vá de encontro aos interesses de cada decisor interveniente no processo.

Na área dos sistemas de apoio à tomada de decisão em grupo, o valor que estes podem acrescentar para os seus utilizadores (potenciais clientes) encontra-se detalhado na Tabela 2.1 sob a forma de uma proposta longitudinal de valor. Os benefícios para o cliente são concretizados pela oferta de um produto de qualidade e utilidade, que se propõe a auxiliar os decisores envolvidos em processos de tomada de decisão em grupo, permitindo economizar tempo para desempenhar outras tarefas. Num estado de Pré Compra os benefícios para o cliente estão relacionados com a possibilidade de economizar custos relacionados com as deslocações para reuniões, permitindo economizar tempo para outras tarefas, o que torna os processos de tomada de decisão em grupo mais eficientes. Os sacrifícios estão relacionados com o tempo necessário que o cliente levará para analisar o produto e ponderar a decisão sobre a aquisição e implementação do mesmo na organização. No momento da Compra o principal sacrifício está relacionado com o custo de aquisição do sistema. Os benefícios associados são a qualidade do produto e a flexibilidade das suas configurações. No estado de Pós Compra como sacrifício identifica-se o processo de aprendizagem para trabalhar com o sistema, que embora se pretenda desenvolver um sistema bastante intuitivo será sempre necessária a formação dos utilizadores. Os benefícios nesta fase são a diminuição do tempo necessário para a tomada de decisões, pois o sistema possibilita a redução do número de reuniões presenciais entre os gestores, aliada a uma redução de custos pois permite a tomada de decisões a partir de qualquer dispositivo com ligação à internet, eliminando assim a necessidade de efetuarem deslocações para se reunirem todos num mesmo local. Desta

Tabela 2.1: Proposta longitudinal de valor.

|                        | <b>Benefícios</b>  | <b>Sacrifícios</b>       |
|------------------------|--|--------------------------|
| <b>Pré Compra</b>      | Economizar de tempo<br>Redução de Custos<br>Aumentar a Eficiência dos Processos de Decisão | Tempo despendido         |
| <b>Compra</b>          | Qualidade<br>Flexibilidade<br>Segurança  | Custo do software        |
| <b>Pós Compra</b>      | Economizar de tempo<br>Redução de Custos<br>Eficiência nos Processos de Decisão            | Processo de Aprendizagem |
| <b>Após Utilização</b> | Satisfação com o Produto<br>Melhoria das Decisões Tomadas                                  |                          |

forma, o cliente beneficiará de uma maior eficiência nos seus processos de tomada de decisão. No estado de Após Utilização, prevê-se que o cliente se sinta satisfeito com a aquisição do produto, devido à melhoria de processos na organização e que ocorra uma melhoria das decisões tomadas.

### 2.1.2 Modelo de Negócio

O modelo de negócio para o sistema proposto nesta dissertação encontra-se representado na Figura 2.2. Como parceiros chave identificam-se empresas de software, conferências de SAD e centros de Investigação e Desenvolvimento (I&D). Estes parceiros são considerados chave pois podem ser desenvolvidas parcerias para a comercialização do sistema, no caso das empresas; ou ainda parcerias para projetos de investigação onde possa ser utilizado o conhecimento adquirido nesta dissertação; e as conferências de SAD onde serão publicados conhecimentos e desenvolvimentos efetuados no âmbito desta dissertação, de forma a partilhar o conhecimento com a comunidade científica.

A investigação e desenvolvimento de algoritmos, técnicas e metodologias relacionadas com o processo de tomada de decisão, assim como o desenvolvimento de protótipos que permitam simular/testar e desenvolver casos de estudo, são consideradas as atividades chave desta dissertação. Estas atividades são desenvolvidas recorrendo a equipas de I&D, identificadas como recursos chave para o projeto, assim como as parcerias com empresas de software que permitem a divulgação das tecnologias, possibilitando o nascimento de novos projetos de investigação relacionados com a área da tomada de decisão.

Como proposta de valor apresenta-se um SADG que permite auxiliar os decisores na resolução de problemas multi-critério. O sistema a desenvolver permite a redução de custos, a melhoria e simplificação dos processos de tomada de decisão, a possibilidade de participar nesses processos a partir de qualquer parte do mundo. O facto de permitir que as decisões sejam tomadas sem que haja a necessidade de uma reunião presencial entre os decisores,

permite que haja uma redução de custos ao reduzir o número de deslocamentos. Consequentemente, é possível diminuir o tempo necessário para o processo de tomada de decisão, simplificando o processo.

A relação com o cliente ficará a cargo das empresas com as quais sejam desenvolvidas parcerias. As conferências SAD, as publicações em revistas científicas da área dos SAD e, uma vez mais, as parcerias com empresas de software, serão os canais de distribuição. A solução descrita nesta dissertação tem como principal cliente alvo empresas multinacionais, serviços de administração pública, entre outros. Efetivamente, qualquer empresa ou entidade que tenha a necessidade de tomar decisões em grupo pode ser um cliente alvo para esta solução, contudo as dificuldades no processo de tomada de decisão em grupo são maiores nos casos em que o número de decisores participante é maior, daí a referência a empresas multinacionais e serviços administração pública.

Os custos identificados estão relacionados com os recursos humanos para a investigação e desenvolvimento do projeto, a publicação de artigos em revistas científicas da área dos SAD, assim como com a participação em conferências da área. As fontes de receita identificadas são as vendas do software quando o protótipo desenvolvido for considerado estável, assim como a possibilidade de obter financiamentos para novos projetos de investigação para a área dos sistemas de apoio à decisão devido aos conhecimentos e experiência adquiridos pela equipa de investigação.

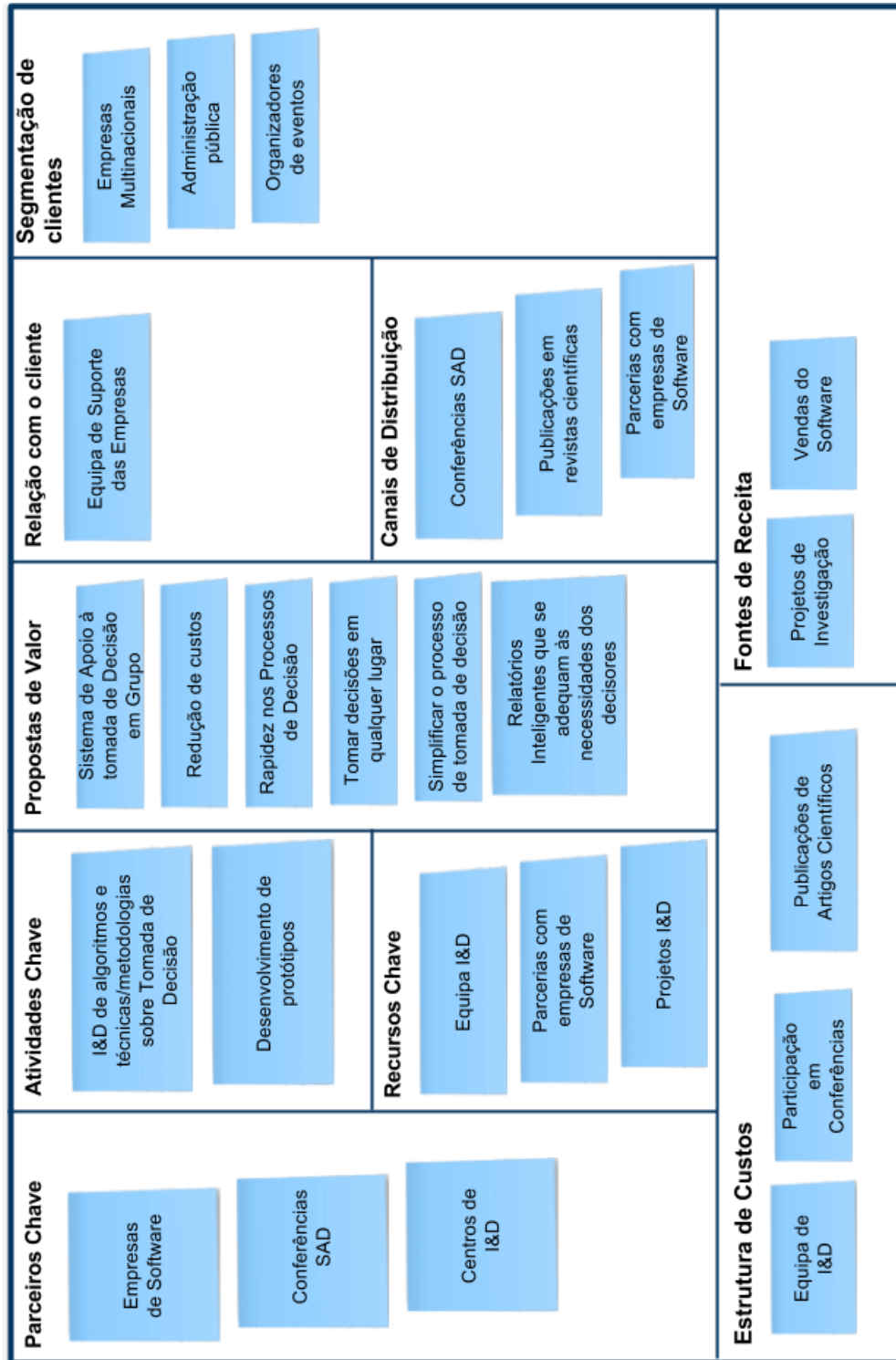


Figura 2.2: Modelo Canvas.

## 2.2 Sistemas de Apoio à Tomada de Decisão em Grupo

O conceito de sistema de apoio à decisão surgiu na década de setenta, descrito por Gerrity como “uma mistura eficaz entre a inteligência humana, as tecnologias de informação e o software, que interagem de perto para resolver problemas complexos” (Gerrity 1971). Outras definições foram propostas nos anos que se seguiram, mas o consenso formado, segundo os autores, para a descrição destes sistemas é que um SAD é um sistema informático interativo que ajuda a solucionar problemas não estruturados (Bonczek, Holsapple e Whinston 1979; Neumann e Hadass 1980; Sprague 1980; Vazsonyi 1978).

### 2.2.1 A origem dos SADG

Os autores DeSanctis e Gallupe (1985), introduziram em 1985 o conceito de SADG referindo que “um excitante novo conceito estava a emergir na área de apoio à tomada de decisão”. Segundo os autores, um SADG é um sistema informático interativo que ajuda um grupo de decisores a solucionar problemas não estruturados.

DeSanctis e Gallupe (1985) propuseram então cinco características para os SADG:

- são sistemas especificamente desenvolvidos e não uma simples configuração de alguns componentes já existentes;
- o seu objetivo é auxiliar grupos de decisores no seu trabalho, melhorando o processo de tomada de decisão assim como os resultados do mesmo;
- devem ser de fácil aprendizagem e de fácil utilização;
- podem ser específicos, desenvolvidos para um tipo determinado tipo de problemas, ou gerais, se forem desenvolvidos para auxiliar a tomada de diferentes tipos de decisões numa organização;
- devem incluir mecanismos internos que minimizem o desenvolvimento de comportamentos negativos no grupo de decisores, como o conflito destrutivo ou a falta de comunicação.

Huber (1984) definiu três atividades essenciais como parte integrante de um SADG: a recolha de informação, a partilha de informação e a utilização da informação. A recolha de informação diz respeito à seleção dos dados de uma base de dados ou simplesmente à recolha de opiniões dos membros do grupo. A partilha de informação está relacionada com a disponibilização dos dados aos decisores que integram o grupo de decisão. A utilização da informação refere-se à criação de aplicações utilizando procedimentos e técnicas de resolução de problemas em grupo, com o objetivo de chegar a uma decisão.

DeSanctis e Gallupe (1985) propuseram uma arquitetura modelo genérica para os SADG apresentada na Figura 2.3. O modelo proposto é composto por:

- um grupo de decisores que interagem com o facilitador e com a aplicação através da interface de utilizador, acedendo à informação existente nas bases de dados, e à informação disponibilizada por outras ferramentas;
- um facilitador, responsável pela organização da reunião, que coordena a comunicação do grupo e o acesso às ferramentas disponíveis, podendo também interagir com os restantes elementos do grupo;

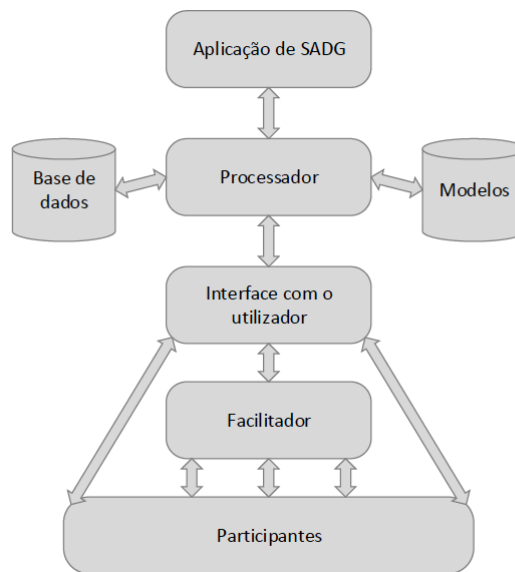


Figura 2.3: Arquitetura de um SADG, adaptado de DeSanctis e Gallupe (1985).

Tabela 2.2: Categorias dos SADG de acordo com a proximidade dos participantes e duração da reunião, adaptado de DeSanctis e Gallupe (1985).

|                 | <b>Limitada</b> | <b>Sem Limite</b>        |
|-----------------|-----------------|--------------------------|
| Mesmo Local     | Sala de Decisão | Rede Local de Decisão    |
| Local Diferente | Teleconferência | Tomada de Decisão Remota |

- uma interface que é responsável por permitir a comunicação entre os elementos do grupo, assim como pela troca de informações entre os participantes e a aplicação;
- pelo menos uma unidade de processamento para processar os pedidos dos decisores, acedendo às bases de dados e efetuando cálculos utilizando os modelos disponíveis;
- equipamentos de comunicação com o exterior, necessários quando os membros se encontrem em diferentes localizações.

Os SADG foram divididos em quatro categorias, conforme apresentado na Tabela 2.2. A sua divisão é baseada em critérios como a duração da sessão de decisão e a localização física dos decisores, originando as categorias: sala de decisão, teleconferência, rede local de decisão, e tomada de decisão à distância.

Mais tarde, DeSanctis e Gallupe (1987), definem que um grupo de tomada de decisão é composto por, pelo menos duas pessoas que em conjunto são responsáveis por detetar um problema, elaborar soluções, avaliar as potenciais soluções, ou formular estratégias para a implementação de soluções. Identificaram 3 níveis de sistemas:

- o primeiro nível disponibiliza funcionalidades técnicas com vista a remover barreiras de comunicação como: grandes ecrãs, solicitação e contabilização de votos, indicação de

ideias e de preferências de forma anónima, e troca de mensagens eletrónicas entre os participantes;

- o segundo nível disponibiliza modelos e técnicas de decisão com o objetivo de reduzir a incerteza que surge normalmente no processo de decisão;
- os SADG classificados como nível três, são caracterizados pela indução de conhecimento ao grupo pelo sistema e podem incluir conselhos de peritos, selecionando e organizando o conjunto de regras a serem aplicadas durante uma reunião.

### 2.2.2 Exemplos de SADG

D.-Y. Choi (2008) publicou um trabalho onde introduziu um novo algoritmo denominado *Aggregation based on Situation Assessment (e-ASA)*. O seu principal objetivo com este trabalho é possibilitar refletir as diferenças culturais no desenho de um SADG. O autor afirma que apesar de na literatura existirem muitos artigos que demonstram a importância dos fatores culturais, a maior parte deles não tem em conta este problema. O algoritmo é baseado no modelo de avaliação difusa (*fuzzy*) da situação para refletir situações de indecisão no processo de agregação. e-ASA faz uma agregação adaptativa entre dois extremos: o mínimo (que representa a opinião mais pessimista) e o máximo (a opinião mais otimista). Este resultado depende do valor do parâmetro que representa um grau da situação de decisão que é expresso pelos membros do grupo. O autor considera que este algoritmo pode ser utilizado para refletir diferenças culturais no seu SADG.

Miranda et al. (2008) apresentaram um trabalho científico onde desenvolveram um cenário de prática médica simulada para suporte inteligente à tomada de decisão sobre as fases do cancro. As decisões eram tomadas no contexto de reunião em grupo com o objetivo de facilitar o trabalho colaborativo. Os autores utilizaram agentes para representar participantes reais e para trocarem e armazenarem informação. O sistema desenvolvido emulava as fases do cancro, permitindo aumentar a performance da equipa médica e eliminar a circulação de papel.

Marreiros et al. (2010) desenvolveram um modelo de um SADG que recorre a agentes para representar os participantes de uma reunião. Nesta abordagem os agentes não tinham o propósito de substituir os membros da reunião, mas sim a intenção de lhes dar suporte no processo de tomada de decisão em grupo. Neste trabalho os agentes são dotados de uma componente emocional devido à importância que as emoções têm no processo de negociação. A arquitetura dos agentes participantes é composta por três camadas: conhecimento (*Knowledge*), raciocínio (*Reasoning*) e interação (*Interaction*) (Figura 2.4). Na camada de conhecimento, o agente tem informação sobre o mundo, os perfis dos outros participantes, as suas preferências e objetivos. A camada de raciocínio é composta por três módulos: o sistema argumentativo, o módulo de decisão, e o sistema emocional. O sistema argumentativo é responsável por gerar argumentos explicativos e de persuasão. O módulo de decisão ajuda o agente a classificar as alternativas em três classes: preferidas, indiferentes, e inadmissíveis; e a escolher a alternativa preferida. O módulo emocional gera as emoções e o estado dos agentes participantes, afetando a escolha dos argumentos a utilizar, a análise dos argumentos recebidos, e a decisão final. A camada de interação é responsável pela comunicação com os outros agentes e atua como *interface* com os utilizadores do simulador de decisão em grupo. O sistema emocional desenvolvido inclui três componentes principais: avaliação, seleção e declínio. A avaliação diz respeito ao processo que despoleta as emoções.

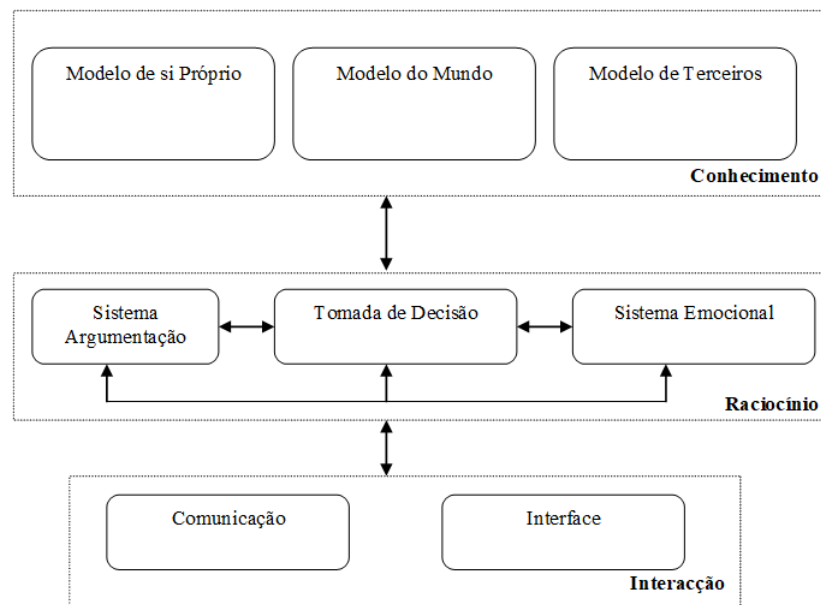


Figura 2.4: Arquitetura de um agente participante (Marreiros et al. 2010).

Quando o agente  $y$  envia um certo argumento para o agente  $x$ , o agente  $x$  vai gerar uma emoção com base no argumento recebido. O agente expressa as suas emoções de acordo com a intensidade de outras emoções despoletadas. O componente de seleção é responsável por selecionar a emoção dominante, por exemplo, a emoção escolhida por um agente num determinado momento é aquela que tem a maior diferença entre a intensidade e o limite de ativação. Por sua vez, o declínio é o componente que apazigua o estado das emoções. As emoções têm uma duração curta, mas não desaparecem instantaneamente, apenas se dissipam ao longo do tempo. O declínio permite que as emoções desapareçam gradualmente depois de serem geradas, fazendo com que o estado emocional do agente volte ao normal.

Barkhi e Kao (2011) publicaram um trabalho onde estudam a relação entre o clima psicológico e o desempenho dos membros em grupos que interagem utilizando SADG. Os autores conduziram uma experiência para examinar o impacto do clima psicológico no desempenho da tomada de decisão. Os autores concluíram que: (1) a percepção que os utilizadores têm sobre o ambiente do seu grupo de decisão está relacionada com o desempenho do processo de tomada de decisão; (2) elevados níveis de segurança psicológica conduzem a um melhor desempenho no processo de tomada de decisão; (3) perceber o alto nível de significado psicológico por si só já permite uma satisfação mais elevada. Contudo os autores consideram que o seu trabalho tinha algumas limitações: (1) a experiência foi realizada apenas por estudantes e, segundo eles, os estudantes não têm experiência em lidar com processos de tomada de decisão complexos; (2) o desenho utilizado no SADG não contempla todos os contextos organizacionais; (3) os canais de comunicação eram limitados; (4) restrições de tempo.

Husain (2012) apresentou um trabalho onde inclui uma ferramenta de satisfação para ajudar na resolução de problemas em SADG. A ferramenta é baseada em programação por metas lineares com o objetivo de dar apoio aos participantes no processo de tomada de decisão em grupo. O objetivo é que a utilização desta técnica permita ao grupo atingir maior satisfação com a decisão tomada. As ideias chave deste trabalho são: (1) a consideração da satisfação no processo de tomada de decisão em grupo; (2) a utilização da satisfação com o objetivo

de atingir melhores resultados; (3) a consideração da classificação das alternativas pelos decisores para encontrar a decisão final.

Ma, Lu e Zhang (2010) propuseram um SADG, o "*Decider*". Este sistema foi desenvolvido para apoiar processos de decisão em grupo para problemas multi-critério. O sistema tem por base um modelo *fuzzy* de decisão multi-critério, com o objetivo de aumentar a satisfação final dos decisores em relação à alternativa selecionada. Para isso o modelo tem a capacidade de agregar informações objetivas e subjetivas sob a forma de uma hierarquia multi-nível de critérios, possibilitando assim a avaliação das opiniões de todos os decisores participantes no processo. Este modelo tem ainda a capacidade de manipular informação expressa em termos linguísticos, valores booleanos, assim como valores numéricos para avaliar as alternativas.

As técnicas de abordagem linguística são utilizadas em situações de decisão onde a avaliação das alternativas não pode ser quantificada com a devida precisão, mas por outro lado pode ser efetuada de forma qualitativa. Uma abordagem linguística é uma técnica que representa os aspetos qualitativos como valores linguísticos através de variáveis linguísticas (Zadeh 1975). As variáveis linguísticas são palavras ou expressões definidas numa linguagem natural ou artificial. Um valor linguístico é composto pelo valor sintático (etiqueta) e por um valor semântico (significado). A etiqueta é uma palavra ou frase que pertence a um conjunto de termos linguísticos. O significado é um subconjunto no contexto do discurso. A utilização deste tipo de técnica é útil para possibilitar uma avaliação aproximada de uma situação quando uma avaliação quantitativa se torna demasiado complexa de efetuar. No âmbito da tomada de decisão em grupo, existem na literatura diversos trabalhos onde são aplicadas abordagens linguísticas para resolver problemas reais, como por exemplo: (Bordogna, Fedrizzi e Pasi 1997; Garcí et al. 2012; Rodríguez, MartiNez e Herrera 2013).

Tavana, Behzadian et al. (2013) propuseram um SADG para a avaliação de rotas alternativas de oleodutos para transporte de petróleo e gás natural do Mar Cáspio para outras regiões distantes. Os autores decompueram o processo de seleção de rotas em passos facilmente manipuláveis. Eles combinam a análise SWOT Força (*Strenght*), Fraqueza (*Weakness*), Oportunidade (*Opportunity*) e Ameaça (*Threat*) com o método Delphi<sup>1</sup> para capturar as crenças dos decisores. Desenvolveram também o Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluation (PROMETHEE) para integrar as crenças dos decisores com julgamentos subjetivos e identificar a rota mais atrativa. Afirmam que o sistema desenvolvido encoraja os decisores a pensar sistematicamente e a considerar cuidadosamente as complexidades e incertezas ambientais. Os autores consideram ainda como trabalho futuro, a incorporação de métodos de simulação e otimização no sistema.

Efremov e Lotov (2014) publicaram um trabalho onde apresentam um estudo experimental de um sistema baseado em *web* denominado Group Remote Asynchronous Screening Support (GRASS). Eles utilizaram mapas de decisão interativos e o método de objetivos razoáveis num sistema assíncrono de tomada de decisão em grupo. O método de objetivos razoáveis foi utilizado com o objetivo de permitir que um indivíduo selecione um pequeno número de alternativas para classificação posterior. Os autores afirmam que o GRASS produz bons resultados quando utilizado por alguém que está familiarizado com o procedimento. Contudo, os utilizadores que não estavam familiarizados com os procedimentos, não conseguiram utilizar o sistema sem a ajuda de um instrutor.

<sup>1</sup>é um método de comunicação estruturado, originalmente desenvolvido como um método de previsão sistemática e interativa que depende de um painel de especialistas (Dalkey e Helmer 1963).

Monteban (2014) elaborou um trabalho interessante sobre como é que os SADG podem ajudar as organizações. O autor efetuou uma revisão da literatura bastante extensa sobre esta temática e efetuou uma experiência para testar se a utilização de um SADG faz aumentar a qualidade de uma sessão de *brainstorm*. Apesar de considerar que os SADG prometem elevado potencial, não conseguiu encontrar evidências de que o sistema utilizado permitiu aumentar a qualidade dos resultados do *brainstorm*.

## 2.3 Problemas Multi-critério

Ao longo da vida, o ser humano depara-se com situações, onde perante um determinado problema tem a necessidade de escolher uma de entre várias alternativas para o solucionar. Este tipo de problema é denominado de problema de decisão multi-critério. Assim sendo, e segundo Thomas L. Saaty (2008), somos todos naturalmente decisores.

Os problemas multi-critério são na sua generalidade problemas complexos, compostos por duas ou mais alternativas que são caracterizadas, por dois ou mais critérios e que, por vezes, são conflituosos entre si. A resolução deste tipo de problemas requer um processo de tomada de decisão estruturado e lógico, caso contrário torna-se complicado chegar a uma decisão (Zionts 1979).

Num problema multi-critério não há uma solução ótima, existe sim uma solução preferida, que poderá ser diferente para diferentes agentes de decisão. No caso da tomada de decisão em grupo para problemas multi-critério, não se pode considerar que um agente de decisão está correto e outro errado, pois a escolha de uma solução preferida está dependente da importância que cada agente atribui a cada um dos critérios, de acordo com os seus interesses ou com a sua perceção global do problema (Almeida et al. 2015).

Existem inúmeras situações onde o ser humano expressa as suas preferências com o intuito de tomar uma boa decisão (Sedki e Delcroix 2010). Alguns exemplos de problemas clássicos que envolvem múltiplos critérios são:

- a compra de um computador portátil onde temos como critérios o preço, o peso, o processador, a memória RAM, o disco rígido;
- a compra de um carro onde temos como critérios o preço, o consumo, a potência, o tipo de combustível.

Os acrónimos Multiple-Criteria Decision-Making (MCDM) e Multiple-Criteria Decision Analysis (MCDA) referem-se a processos de decisão num contexto multi-critério. A investigação na área da tomada de decisão em problemas multi-critério começou no anos 70 (Carlsson e Fullér 1996). Desde então, foram propostos um grande número de teorias e modelos que permitem auxiliar a decisão de uma forma sistemática e racional.

Os métodos analíticos de apoio à decisão para problemas multi-critério (MCDA), são uma das técnicas utilizadas para auxiliar os decisores no processo de tomada de decisão. Este tipo de técnicas são consideradas apropriadas para lidar com opiniões conflituosas, assim como com objetivos qualitativos e/ou quantitativos (Golmohammadi e Mellat-Parast 2012; Ram, Montibeller e Morton 2011). Os métodos analíticos de decisão MCDA disponibilizam ferramentas que permitem lidar com problemas de decisão complexos. Com o objetivo de chegar a um consenso, as ferramentas MCDA possibilitam aos decisores a partilha dos seus interesses sobre a resolução de um determinado problema (Dehe e Bamford 2015; Figueira,

Greco e Ehrgott 2005). Ao longo das últimas décadas, foram propostos na literatura uma grande variedade de modelos analíticos (Tavana, Sodenkamp e Suhl 2010). Alguns exemplos dos métodos mais utilizados são: Teoria de Utilidade Multi-Atributo (*Multi-Attribute Utility Theory*) (MAUT) (Fishburn 1970; Fishburn e Keeney 1974; Keeney 1977), Elimination Et Choix Traduisant la REalité (ELECTRE) (Benayoun, Bernard Roy e Sussman 1966), PROMETHEE (Brans e Vincke 1985), Analytic Hierarchy Process (AHP) (Thomas L Saaty 1980), Analytic Network Process (ANP) (Thomas L Saaty 1996), Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS) (Hwang, Lai e Liu 1993), Measuring Attractiveness by a Categorical Based Evaluation Technique (MACBETH) (Bana e Costa, Corte e Vansnick 2011).

### 2.3.1 Teoria de Utilidade Multi-Atributo

A MAUT é um dos métodos mais utilizados na literatura (Fishburn 1970; Fishburn e Keeney 1974; Keeney 1977). Este método é considerado uma extensão da Teoria de Valor Multi-Atributo *Multi-Attribute Value Theory* (MAVT) (Fishburn e Keeney 1974). MAUT é representado por uma função de utilidade que auxilia na decisão calculando o valor de utilidade para cada alternativa. Uma das funções mais simples é a função de Ponderação Aditiva Simples *Simple Additive Weighting* (SAW), que é considerada uma versão clássica de MAUT. Esta função é definida com base numa simples soma do valor que representam o objetivo atingido por uma determinada alternativa em cada critério, multiplicado pelo peso do critério. Os decisores definem o peso que dão a cada critério normalizado no intervalo  $[0,1]$ . O resultado da função para cada alternativa é a avaliação final da mesma e a que obtiver a valorização mais alta é a alternativa preferida.

### 2.3.2 Analytic Hierarchy Process

Thomas L Saaty (1980) desenvolveu o AHP nos anos setenta. O AHP é um método utilizado na resolução de problemas de decisão multi-critério. A principal característica do AHP é a utilização de comparações em pares, que são efetuadas para comparar as alternativas em relação a cada um dos critérios e para estimar o peso de cada um deles. Este método, para além de selecionar a alternativa vencedora de acordo com as preferências dos decisores, auxilia na estruturação do problema na representação e quantificação dos seus elementos (alternativas e critérios), relacionando-os com o objetivo global.

Thomas L. Saaty (2008) defende que para tomar uma decisão e estabelecer prioridades de forma organizada, deve-se decompor o processo de decisão em quatro passos:

- definir o problema;
- estruturar a hierarquia da decisão, colocando no topo o objetivo da decisão. Seguindo-se os objetivos, através de uma perspetiva mais alargada, desde os critérios de que dependem os elementos seguintes, até ao nível mais baixo, normalmente as alternativas (ver Figura 2.5);
- construir um conjunto de matrizes de comparação. Cada elemento de um nível superior é utilizado para comparar os elementos do nível abaixo;

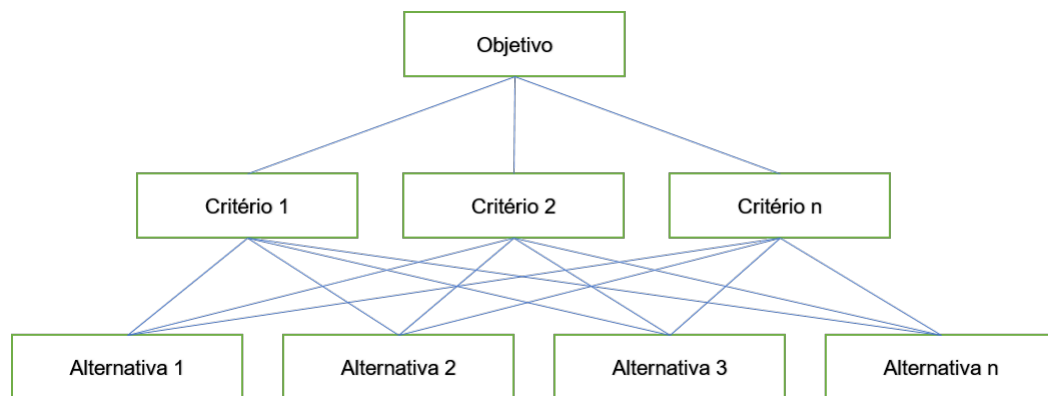


Figura 2.5: Exemplo de hierarquia de um problema multi-critério com o AHP.

- utilizar as prioridades obtidas através das comparações (de cada elemento) para ponderar as prioridades do nível imediatamente abaixo. Para cada elemento do nível abaixo, somar os seus valores ponderados, obtendo assim a sua prioridade global.

### 2.3.3 Analytic Network Process

O ANP é um algoritmo semelhante ao AHP, ambos utilizam um sistema de comparações de pares para avaliar os pesos dos componentes da estrutura de decisão e classificar as alternativas. Contudo o ANP estrutura o problema como uma rede onde, por exemplo, os critérios podem ter dependências entre si (Thomas L Saaty 1996).

### 2.3.4 Teoria Fuzzy

A Teoria *Fuzzy* já existe há várias décadas e provou ser um eficaz método de decisão multi-critério (Zadeh 1965). A teoria fuzzy permite a criação de regras para abranger problemas com grande complexidade. Contudo, por vezes, os sistemas *fuzzy* podem ser difíceis de desenvolver pois requerem numerosas simulações antes de poderem ser utilizados em problemas reais. Existem na literatura diversas propostas que utilizam abordagens *fuzzy*, como por exemplo, os trabalhos propostos em (Büyükoçkan e Çifçi 2012; Ma, Lu e Zhang 2010; Sedki e Delcroix 2010).

### 2.3.5 Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution

O TOPSIS é um algoritmo de decisão de problemas multi-critério para ordenação e seleção de alternativas através do cálculo de distâncias Euclidianas. Foi desenvolvido por Hwang, Lai e Liu (1993) e é considerado um método simples na sua conceção e aplicação.

O objetivo inicial do TOPSIS é selecionar a solução ideal e a solução ideal negativa (a pior solução), e depois encontrar um cenário que será o mais perto possível da solução ideal e o mais distante possível da solução ideal negativa.

### 2.3.6 ELECTRE

O método ELECTRE foi desenvolvido por Benayoun, Bernard Roy e Sussman (1966). Ao longo dos anos foram desenvolvidas várias versões do algoritmo, conforme apresentado na Tabela 2.3 onde estão listadas as versões, os seus autores, e o tipo problema que resolvem. Os métodos ELECTRE têm por base relações de superação para determinar uma solução, permitindo obter uma ordenação das alternativas.

O sistema de preferências dos métodos ELECTRE introduz o conceito de limites de indiferença, que significam o limite que uma alternativa pode atingir até ser indiferente à outra. O objetivo dos métodos ELECTRE é obter um subconjunto de alternativas no qual as alternativas que o compõem se sobrepõem às restantes do conjunto inicial, reduzindo assim o conjunto de alternativas possíveis. São utilizados dois índices: o índice de concordância, que mede a vantagem relativa de cada uma sobre as outras, e o índice de discordância, que mede a desvantagem relativa.

Os métodos ELECTRE compreendem dois procedimentos principais: a construção de uma ou várias relações comparativas seguidas de um procedimento de exploração. A construção de uma ou várias relações comparativas visa comparar de forma abrangente cada par de ações. O procedimento de exploração é utilizado para elaborar recomendações a partir dos resultados obtidos na primeira fase. A natureza das recomendações depende da problemática (escolha, classificação ou ordenação). Assim, cada método caracteriza-se pela sua construção e pelos seus procedimentos de exploração.

Tabela 2.3: Versões dos métodos ELECTRE.

| Versão | Autores                                | Tipo de Problema | Utiliza Pesos |
|--------|--|------------------|---------------|
| I      | Benayoun, Bernard Roy e Sussman (1966) | Seleção          | Sim           |
| II     | Bernard Roy e Bertier (1973)           | Ordenação        | Sim           |
| III    | Bernard Roy (1978)                     | Ordenação        | Sim           |
| IV     | Roy e Hugonnard (1982)                 | Ordenação        | Não           |
| IS     | Bernard Roy e Skalka (1987)            | Seleção          | Sim           |
| TRI    | Yu (1992)                              | Classificação    | Sim           |

### 2.3.7 PROMETHEE

O PROMETHEE I (ordenação parcial) e PROMETHEE II (ordenação completa) foram desenvolvidos por Brans e Vincke (1985). Mais tarde, Brans e Bertrand desenvolveram o PROMETHEE III, e o PROMETHEE IV. Os métodos PROMETHEE utilizam a noção de superação através do fluxo líquido de superação. O fluxo líquido de superação é semelhante a uma função de utilidade, com a diferença que é construído com base em indicação de preferências claras através de comparações. A estrutura de preferências do PROMETHEE baseia-se em comparações de pares. Estes métodos utilizam o conceito de índice de preferência agregado e de fluxos de superação positivo e negativo. No caso do PROMETHEE I a ordenação parcial é obtida com base na interseção desses fluxos. No PROMETHEE II é obtida a ordenação completa das alternativas a partir do fluxo líquido de superação que

é o balanço entre os fluxos de superação positivo e negativo. O método PROMETHEE III fornece a ordenação por intervalos e o método PROMETHEE IV faz uma generalização do PROMETHEE II para o caso de um número infinito de alternativas. O PROMETHEE V é um método que identifica um subconjunto de alternativas com base num conjunto de restrições (Brans e Mareschal 2005).

### 2.3.8 MACBETH

O MACBETH é um algoritmo de decisão multi-critério que utiliza apenas opiniões qualitativas acerca das diferenças de valor para quantificar a atratividade relativa de um conjunto de alternativas (Bana e Costa, Corte e Vansnick 2011). O algoritmo avalia critérios e alternativas sob a forma de comparação dos elementos dois a dois. Com base nas avaliações efetuadas pelo decisor, o método gera uma escala de pontuações para alternativas e para critérios, verificando também a consistência das avaliações indicadas.

## 2.4 Computação Afetiva

À capacidade de perceber o estado emocional de uma pessoa com quem estamos a comunicar chamamos de Inteligência Emocional, que precisamos, cada vez mais, de adaptar à relação do homem com os computadores (Mayer e Geher 1996; Salovey e Mayer 1990). O ramo da Inteligência Artificial que estuda este campo é denominado por Computação Afetiva (*"Affective Computing"*) (Picard 1995).

Picard (1995) define Computação Afetiva como "computação que está relacionada com emoções, ou que surge de emoções ou que deliberadamente influencia emoções". A computação afetiva está dividida em duas grandes áreas. A primeira diz respeito ao estudo de mecanismos que permitem reconhecer ou expressar emoções humanas por máquinas, na interação entre as duas partes. A segunda investiga a simulação das emoções pelas máquinas, com o objetivo de as tornar mais reais e parecidas com o humano (Picard 1995). Para o trabalho descrito nesta dissertação, o segundo ramo identificado será o que terá mais enfoque, onde são abordados temas como a personalidade, humor e emoções, com recurso à análise e descrição de modelos já existentes. O conceito de personalidade não tem uma definição sucinta, existem na literatura diversas definições propostas por psicólogos. Hofstee (1994) define personalidade como "uma reflexão das ideias implícitas de uma pessoa", Salancik e Pfeffer (1978) definem o conceito como "um conjunto de comportamentos previsíveis para os quais as pessoas são reconhecidas e identificadas", mais recentemente, Mayer (2007) define como "um sistema de partes que são organizadas, desenvolvidas e expressas nas ações de uma pessoa". O sistema de partes referido é composto pelo humor, pelas emoções, motivações e modelos mentais.

No contexto de tomada de decisão em grupo a personalidade de cada indivíduo tem grande relevância, pois diferentes indivíduos têm diferentes personalidades, logo diferentes formas de agir perante um problema (Allport e Odbert 1936). Desta forma, a atuação de um indivíduo numa reunião permite identificar alguns traços da sua personalidade. Analisando os seguintes exemplos:

- um determinado indivíduo que tenta persuadir os restantes membros do grupo a aceitar a sua opinião, sem demonstrar interesse nas opiniões pessoais de cada um dos restantes

membros, mesmo que para isso tenha que recorrer à utilização das mais diversas justificações;

- um determinado indivíduo que está numa reunião, onde não tem qualquer interesse no assunto que está a ser discutido e apenas pretende que a reunião termine no menor espaço de tempo possível.

Os exemplos anteriormente descritos evidenciam comportamentos ou estratégias diferentes. Os fatores como o humor e as emoções que afetam o comportamento de um indivíduo em qualquer situação, mesmo num processo de tomada de decisão em grupo. Desta forma, torna-se importante considerar o comportamento dos decisores no desenvolvimento dos SADG, caso contrário perde-se uma importante componente que afeta o processo de tomada de decisão em grupo.

Na subsecção seguinte (2.4.1) são apresentados dois modelos de personalidade que têm sido adaptados ao contexto dos sistemas de apoio à decisão em grupo. No final desta secção, na subsecção 2.4.2 são apresentados dois trabalhos que incluem componentes afetivas no contexto dos SADG.

### 2.4.1 Modelos de Personalidade

O modelo dos 5 fatores, conhecido como *Five Factor Model* é o modelo de personalidade mais aceite na literatura (John e Srivastava 1999). Este modelo também é conhecido como o *The Big Five* ou Openness, Conscientiousness, Extraversion, Agreeableness, Neuroticism (OCEAN)

O modelo dos 5 fatores identifica cinco características (ou traços de personalidade) para definir a personalidade de uma pessoa:

- **Abertura à Experiência (Openness)** – A abertura à experiência caracteriza-se pela apreciação da vivência e exploração de novas experiências. São componentes deste fator a imaginação ativa, a sensibilidade estética, a curiosidade intelectual, e o juízo independente. Os indivíduos abertos à experiência tendem a aceitar mais facilmente novas ideias e valores. Do lado oposto temos indivíduos pouco abertos à experiência, que adotam um comportamento mais conservador (P. J. Howard e J. M. Howard 1995);
- **Consciencialidade (Conscientiousness)** – A consciencialidade está relacionada com a avaliação do grau de organização, persistência e motivação aplicados na perseguição de um qualquer objetivo. Caracteriza os indivíduos de acordo com a sua vontade e desejo de realização. Um indivíduo é considerado consciencioso quando é persistente, pontual, organizado e prefere seguir planos bem definidos e estruturados. Por outro lado, um indivíduo pouco consciencioso tem tendência a ser desorganizado, despreocupado e a agir por impulso (P. J. Howard e J. M. Howard 1995);
- **Extroversão (Extraversion)** – A extroversão está relacionada com características como a sociabilização, a comunicação, o entusiasmo, entre outros. Os indivíduos com uma alta pontuação neste fator (os extrovertidos) são sociáveis, impulsivos, assertivos, otimistas, divertidos e preferem o trabalho em grupo. Os indivíduos introvertidos evidenciam um comportamento mais reservado, preferem trabalhar sozinhos, são tímidos, distantes e silenciosos (P. J. Howard e J. M. Howard 1995);

- **Amabilidade (Agreeableness)** – A amabilidade está relacionada com características da relação de um indivíduo com os outros como a concordância, a compaixão, a cooperação e atenção. Os indivíduos mais amáveis são altruístas, prestáveis, corretos, de confiança e simpáticos para com os outros. Demonstram sempre vontade em ajudar o próximo e acreditam que, por sua vez, este retribua da mesma forma. Os indivíduos menos amáveis tendem a ser antipáticos, pouco cooperativos, manipuladores, céticos em relação aos interesses dos outros e mais competitivos (P. J. Howard e J. M. Howard 1995);
- **Neuroticismo (Neuroticism)** – O neuroticismo avalia a instabilidade emocional e está relacionado com características como a negatividade, o nervosismo, a raiva e a depressão. Os indivíduos com um elevado índice em neuroticismo têm tendência para experimentar emoções negativas, por outro lado, um indivíduo com um baixo índice em neuroticismo é considerado emocionalmente estável, calmo, relaxado, satisfeito consigo próprio e de humor constante (P. J. Howard e J. M. Howard 1995).

P. J. Howard e J. M. Howard (1995) argumentam que na psicologia contemporânea, a personalidade é especificada como uma função de trinta atributos onde cada um é denominado como faceta de personalidade. A Tabela 2.4 apresenta as seis facetas de personalidade para cada um dos cinco traços referidos no Modelo dos Cinco Fatores (Abertura à Experiência, Consciencialidade, Extroversão, Amabilidade, Neuroticismo). O valor de cada um dos traços de personalidade é determinado pelo valor das suas seis facetas. Para cada traço foi definido o tipo de personalidade consoante o nível do fator considerado: alto (+), médio e baixo (-). Os grupos de personalidade são referenciados pela designação de uma letra:

- **O** – abertura, cultura, originalidade ou intelecto;
- **C** – consciencialização, consolidação ou vontade;
- **E** – extroversão;
- **A** – amabilidade;
- **N** – neuroticismo.

Com base nas facetas identificadas, os autores definiram estilos de comportamento e identificaram os temas relacionados, apresentados na Tabela 2.5. Segundo eles, um tema pode ser definido como “um traço ao qual pode ser atribuída uma combinação de dois ou mais traços em separado” (P. J. Howard e J. M. Howard 1995).

Rahim e Magner (1995) desenvolveram um meta-modelo de estilos para manipular conflitos interpessoais com base em duas dimensões: preocupação com o próprio (*Concern for Self*) e preocupação com os outros (*Concern for Others*).

Os estilos definidos por Rahim e Magner (1995) estão representados na Figura 2.6. Os autores reconhecem a existência de estilos de conflito diferentes: Integrador (*Integrating*), Obsequioso (*Obliging*), Dominador (*Dominating*), Fugitivo (*Avoiding*) e Comprometedor (*Compromising*). No seu trabalho, os autores sugeriram estes estilos para descrever diferentes formas de comportamento em situações de conflito. Os estilos foram definidos de acordo com o nível de preocupação que uma pessoa tem em atingir os seus próprios objetivos e os objetivos dos outros.

O modelo está relacionado com os temas identificados por P. J. Howard e J. M. Howard (1995) até certo ponto, pois é possível mapear alguns dos temas identificados para os estilos

Tabela 2.4: Modelo dos 5 fatores, adaptado de P. J. Howard e J. M. Howard (1995).

| <b>Nível</b>             | <b>Baixo(-)</b>                          | <b>Médio</b>                             | <b>Alto(+)</b>                    |
|--------------------------|--|--|-----------------------------------|
| Neuroticismo             | Resistente (N-)                          | Recetivo (N)                             | Reativo (N+)                      |
| N1: Ansiedade            | Calmo, corajoso                          | Preocupado, calmo                        | Tenso, medroso                    |
| N2: Hostilidade          | Amigável, não se ofende                  | Alguma irritabilidade                    | Irritável, frustrável e zangado   |
| N3: Depressão            | Com esperança, otimista                  | Ocasionalmente triste                    | Sem esperança, triste             |
| N4: Auto Consciência     | Seguro, à vontade                        | Por vezes fica embaraçado                | Envergonhado, embaraçado          |
| N5: Impulsividade        | Resiste aos desejos                      | Às vezes cede aos desejos                | Incapaz de resistir às tentações  |
| N6: Vulnerabilidade      | Calmo, resistente                        | Algum stress                             | Nervoso                           |
| Extroversão              | Introvertido (E-)                        | Ambivertido (E)                          | Extrovertido (E+)                 |
| E1: Acolhimento          | Frio, normal                             | Atencioso, amável                        | Amigável, conservador, afetuoso   |
| E2: Gregariedade         | Evita multidões, solitário               | Sozinho ou com os outros                 | Gregário, alegre, social          |
| E3: Assertividade        | Evita afirmar-se                         | Tenta afirmar-se                         | Dominante                         |
| E4: Atividade            | Sem pressa                               | Passo médio                              | Energético                        |
| E5: Procura de excitação | Cauteloso                                | Ocasionalmente precisa de emoções fortes | Exibicionista, aprecia estímulos  |
| E6: Emoções positivas    | Plácido, sério                           | Por vezes é alegre e divertido           | Alegre, espirituoso, divertido    |
| Abertura                 | Defensor (O-)                            | Moderado (O)                             | Explorador (O+)                   |
| O1: Fantasia             | Realista, prático                        | Pouco imaginativo                        | Imaginativo                       |
| O2: Estética             | Insensível à beleza                      | Aprecia a estética                       | Valoriza a estética               |
| O3: Sentimentos          | Leque limitado de emoções                | Recetivo a sentimentos                   | Emotivo, sensível, empático       |
| O4: Ações                | Prefere o familiar                       | Uma mistura                              | Procura novidade                  |
| O5: Ideias               | Pragmático                               | Alguma curiosidade                       | Curioso                           |
| O6: Valores              | Dogmático                                | Moderado                                 | Tolerante                         |
| Amabilidade              | Desafiador (A-)                          | Negociador (A)                           | Adaptável (A+)                    |
| A1: Confiança            | Cínico                                   | Prudente                                 | Confiável                         |
| A2: Retidão              | Calculista                               | Diplomático                              | Franco e frontal                  |
| A3: Altruísmo            | Centrado em si                           | Disposto a ajudar                        | Gosta de ajudar                   |
| A4: Conformidade         | Contestador                              | Moderado                                 | Complacente                       |
| A5: Modéstia             | Arrogante                                | Moderado                                 | Humilde                           |
| A6: Sensibilidade        | Realista, racional                       | Por vezes influenciado por sentimentos   | Guiado por sentimentos ao ajuizar |
| Consciencialidade        | Flexível (C-)                            | Equilibrado (C)                          | Concentrado (C+)                  |
| C1: Competência          | Sente-se incapaz                         | Preparado                                | Sente que é capaz                 |
| C2: Ordem                | Desleixado                               | Meio organizado                          | Organizado                        |
| C3: Obediência, dever    | Irresponsável                            | Tem em conta as prioridades              | Adesão a padrões de conduta       |
| C4: Luta, realização     | Não ambicioso                            | Procura ter êxito                        | Atraído pelo êxito                |
| C5: Autodisciplina       | Prostrado, desiste em face da frustração | Misto de trabalho e diversão             | Persistente e focado no trabalho  |
| C6: Deliberação          | Espontâneo                               | Pensativo                                | Cauteloso                         |

Tabela 2.5: Temas baseados no Modelo dos Cinco Fatores, adaptado de P. J. Howard e J. M. Howard (1995).

| <b>Categoria do Tema</b>            | <b>Tema</b>          | <b>Componentes</b> |
|-------------------------------------|----------------------|--------------------|
| Estilo de Liderança                 | Visionário           | O+,A-              |
|                                     | Catalisador          | O+,A+              |
|                                     | Resolve os Problemas | O-,C-              |
|                                     | Tradicionalista      | O-,C+              |
| Hexágono de Holland                 | Realista             | O-,A+              |
|                                     | Investigador         | E-, O+, C-         |
|                                     | Artístico            | N+, E+, O+, A-, C- |
|                                     | Social               | N-, E+, A+         |
|                                     | Empreendedor         | E+, A-, C+         |
| Convencional                        | E-, O-, A+, C+       |                    |
| Estilos de conflito                 | Negociador           | N, E+, A, C-       |
|                                     | Agressivo            | N+, E+, A-, C+     |
|                                     | Submisso             | N-, E-, A+, C-     |
|                                     | Fugitivo             | N+, E-, C-         |
| Estilos de Aprendizagem             | Sala de Aula         | N+, E-             |
|                                     | Tutorial             | N+, E+             |
|                                     | Correspondência      | N-, E-             |
|                                     | Independente         | N-, E+             |
| Estilos de decisão                  | Autocrático          | N+, O-, A-, C+     |
|                                     | Burocrático          | N-, C+             |
|                                     | Diplomata            | N-, A, C-          |
|                                     | Consensual           | N+, E+, A+, C      |
| Exemplos de carreiras profissionais | Empreendedor         | E+, O+, A, C+      |
|                                     | Comissário de Bordo  | N+, E+, O+         |
|                                     | Treinador            | N+, E+, O, A+, C   |
|                                     | Vendas               | N-, E+,O, A, C+    |

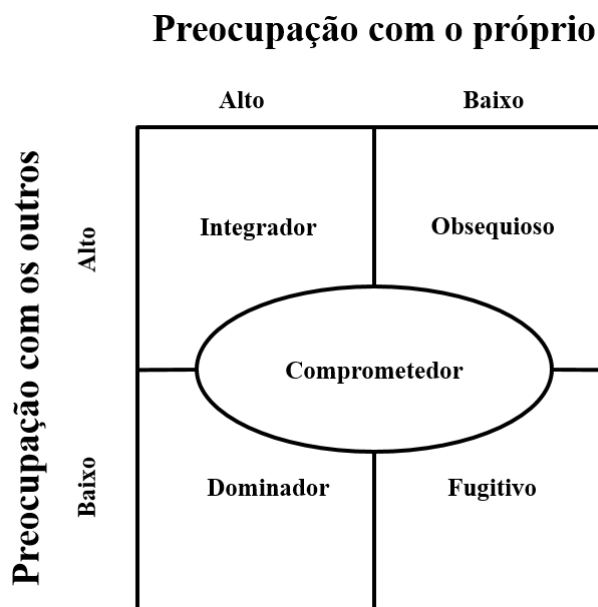


Figura 2.6: Modelo de Rahim e Magner, adaptado de Rahim e Magner (1995).

de conflito de Rahim e Magner (1995). O tema Agressivo é semelhante ao estilo Dominador; o Negociador corresponde ao estilo Integrador; o Fugitivo corresponde ao estilo Fugitivo; o Submisso corresponde ao estilo Obsequioso. A principal diferença no modelo de (Rahim e Magner 1995) está na existência do estilo Comprometedor que não está relacionado com nenhum tema específico de P. J. Howard e J. M. Howard (1995). Em teoria, o estilo Comprometedor é um estado intermédio dos restantes quatro estilos definidos.

#### 2.4.2 Trabalhos Relacionados

Santos et al. (2009) desenvolveram um sistema de apoio à tomada de decisão em grupo com dois objetivos concretos: o de dar suporte ao utilizador na tomada de decisão numa determinada situação, e o de disponibilizar uma ferramenta que pudesse ser utilizada pelos decisores para adquirir competências e conhecimento de forma a poderem ser utilizados numa situação real de reunião. O foco de análise neste trabalho é o modelo de personalidade que foi criado, utilizando o Modelo dos Cinco Fatores descrito em ???. O que os autores pretendiam era identificar a personalidade dos oponentes (participantes no processo de tomada de decisão em grupo) de forma a selecionar os argumentos mais adequados em cada intervenção. A definição de personalidade de cada participante foi classificada utilizando o BFI e enquadrada num dos temas baseados no Modelo dos Cinco Fatores, identificados na Tabela 2.5. Um tema é um padrão de personalidade que reflete o efeito combinado de dois ou mais fatores e facetas. Com base nos temas identificados, selecionaram apenas os que consideraram relevantes ao contexto de tomada de decisão em grupo. Foram então selecionados os temas: estilos de conflito e estilos de decisão. Com base nos argumentos definidos por Kraus, Sycara e Evenchik (1998), especificaram que argumentos podem ser utilizados por cada tipo de personalidade identificado (apresentados na Tabela 2.6).

Martinho et al. (2015) propuseram a inclusão das dimensões que consideraram mais importantes, para definir o comportamento de agentes no contexto de tomada de decisão em

Tabela 2.6: Possíveis argumentos para cada personalidade nos estilos de conflito, adaptado de Santos et al. (2009).

|                | <b>Apelo ao interesse próprio</b>    | <b>Apelo ao prevailecimento da prática</b> | <b>Apelo ao contra-exemplo</b> |
|----------------|--------------------------------------|--|--------------------------------|
| Negociador     | Sim                                  | Sim  | Sim                            |
| Agressivo      | Sim                                  | Não  | Não                            |
| Submisso       | Não                                  | Não  | Sim                            |
| Desinteressado | Não                                  | Sim  | Sim                            |
|                | <b>Apelo ao a recompensa passada</b> | <b>Recompensa</b>                          | <b>Ameaça</b>                  |
| Negociador     | Sim                                  | Sim  | Sim                            |
| Agressivo      | Sim                                  | Sim  | Sim                            |
| Submisso       | Não                                  | Não  | Não                            |
| Desinteressado | Não                                  | Não  | Sim                            |

grupo. O modelo proposto tem por base os estilos de conflito identificados por Rahim e Magner (1995) adaptados ao contexto da tomada de decisão em grupo, e a adição de duas novas dimensões. Com o objetivo de classificar os diferentes comportamentos para cada uma das dimensões eles propuseram ainda a correlação entre as dimensões e algumas facetas baseadas no Modelo dos Cinco Fatores. Os tipos de comportamento foram classificados com a sintaxe utilizada por Rahim e Magner (1995) (Baixo, Moderado e Alto). O modelo proposto considera cinco tipos de comportamento principais: Integrador (*Integrating*), Dominador (*Dominating*), Comprometedor (*Compromising*), Obsequioso (*Obliging*) e Fugitivo (*Avoiding*). Consideraram as 30 facetas de Costa e McCrae (1989, 2008) e identificaram as que consideraram relevantes para o contexto, sendo elas: atividade, altruísmo e conformidade (apresentadas na Tabela 2.7). Em seguida relacionaram as facetas com as dimensões identificadas no modelo de Rahim e Magner (1995) (conforme apresentado na Tabela 2.8):

- **Preocupação com os outros** – A preocupação com os outros diz respeito ao nível de altruísmo de cada agente no processo de tomada de decisão. Um agente com nível elevado de preocupação com os outros terá uma maior preocupação com as opiniões/preferências dos restantes participantes, enquanto que um agente com um baixo nível de preocupação com os outros irá quase ignorar as opiniões dos restantes participantes (Martinho et al. 2015).
- **Preocupação com o próprio** – Esta dimensão está relacionada com o nível de altruísmo de cada agente em relação a si próprio e à forma como expressa as suas opiniões perante os outros. Um elevado nível de preocupação com o próprio implica que o agente faça um maior número de declarações de forma a justificar a sua opinião, enquanto que um agente que tenha um baixo nível de preocupação com o próprio irá fazer menos declarações para tentar justificar as suas opiniões (Martinho et al. 2015).

Com o objetivo de melhor caracterizar cada um dos estilos de comportamento, os autores identificaram duas outras dimensões com base na terminologia das restantes facetas:

- **Resistência à mudança** – Refere-se ao nível de conformidade do agente, isto é, para os autores, um agente com baixa resistência à mudança terá tendência a alterar a sua

Tabela 2.7: Facetas que definem comportamentos específicos no contexto da tomada de decisão, adaptado de Martinho et al. (2015).

| Faceta       | Baixo          | Moderado          | Alto            |
|--------------|----------------|-------------------|-----------------|
| Atividade    | Sem pressa     | Passo médio       | Energético      |
| Altruismo    | Centrado em si | Disposto a ajudar | Gosta de ajudar |
| Conformidade | Contestador    | Moderado          | Complacente     |

Tabela 2.8: Classificação dos estilos de conflito para as dimensões propostas, adaptado de Rahim e Magner (1995).

| Dimensão                  | Baixo                 | Moderado      | Alto                    |
|---------------------------|-----------------------|---------------|-------------------------|
| Preocupação com o próprio | Obsequioso e Fugitivo | Comprometedor | Dominador e Integrador  |
| Preocupação com os outros | Dominador e Fugitivo  | Comprometedor | Obsequioso e Integrador |

opinião mais facilmente quando comparado com um agente que possua uma elevada resistência à mudança (Martinho et al. 2015).

- **Atividade** – Esta dimensão caracteriza o comportamento do agente em relação ao nível de atividade no processo de tomada de decisão. Quanto maior o nível de atividade, maior será a sua participação no processo (efetuará mais pedidos, declarações e perguntas) (Martinho et al. 2015).

A caracterização dos cinco estilos de comportamento, de acordo com o modelo proposto pelos autores Martinho et al. (2015), é apresentada na Tabela 2.9. Nesta tabela são apresentados para cada um dos estilos de comportamento, os níveis em cada uma das quatro dimensões consideradas pelos autores.

Tabela 2.9: Classificação de cada estilo de comportamento de acordo com cada dimensão, adaptado de Martinho et al. (2015).

| Estilo de comportamento | Preocupação com o próprio | Preocupação com os outros | Resistência à mudança | Atividade |
|-------------------------|---------------------------|---------------------------|-----------------------|-----------|
| Dominador               | 3                         | 1                         | 3                     | 3         |
| Integrador              | 3                         | 3                         | 3                     | 3         |
| Comprometedor           | 2                         | 2                         | 2                     | 2         |
| Obsequioso              | 1                         | 3                         | 1                     | 1         |
| Fugitivo                | 1                         | 1                         | 1                     | 1         |

## 2.5 Relatórios Inteligentes

Os relatórios são utilizados em todas as áreas e é impossível identificar quando (historicamente) é que foram utilizados pela primeira vez. Sabe-se, pelo senso comum, que um relatório é um artefacto que serve para esclarecer um determinado público alvo sobre um

qualquer assunto específico. Isto significa que um relatório deve apresentar apenas informação adequada, estruturada numa certa forma e bem clara. Um relatório deve ser dirigido a uma audiência alvo, claro e fácil de acompanhar. Dito isto, faz sentido que quando um decisor interage com um SADG tenha a possibilidade de aceder a um relatório e obter assim a informação que considere relevante, para uma melhor compreensão do processo de tomada de decisão. Com isto, acredita-se que faz sentido pensar em relatórios inteligentes.

Efetuada uma pesquisa pela literatura sobre SADG ou até por SAD no geral, é possível encontrar diversos trabalhos que propõem: arquiteturas, modelos para problemas específicos, *frameworks*, etc (D.-Y. Choi 2008; Efremov e Lotov 2014; Marreiros et al. 2010; Miranda et al. 2008; Tavana, Behzadian et al. 2013). Para além disso, é ainda possível encontrar que tipo de informação deve ser apresentada aos decisores e através de que formato (Brase 2002). Contudo, se as abordagens existentes fazem sentido quando falamos em SADG do tipo cara a cara, no caso dos SADG baseados na *Web* essas abordagens deixam de fazer sentido.

Em 1994, Ribarsky e Foley (1994) constataam a aceitação de uma nova disciplina: a visualização de dados científicos ("*Scientific data visualization*"), que pretende estudar formas de apresentação dos dados aos utilizadores com o intuito de facilitar o estudo e compreensão de grandes volumes de dados. Os autores defendem que as principais melhorias que os avanços nesta disciplina poderiam trazer aos utilizadores estariam relacionadas com a necessidade de aumentar a interatividade oferecida pelos sistemas, e salientam a importância da existência de interfaces que respondam efetivamente aos requisitos dos sistemas e às necessidades dos utilizadores. Um exemplo dado pelos autores é o da necessidade que os cientistas têm em analisar grandes conjuntos de dados e que não dispõem do tempo e paciência necessários para a criação de gráficos e análises personalizadas, defendendo por isso a criação de ferramentas que permitam automatizar este tipo de processos. Para além disso, defendem que os avanços futuros na área, estarão relacionados com a criação automática de vistas com base nas características dos dados, a apresentação aos utilizadores de informação que estes efetivamente necessitam. Para além destas definições, não se encontram na literatura trabalhos que refiram métodos de apresentação dos dados no contexto da tomada de decisão em grupo, apenas existem trabalhos sobre a área de *Business Intelligence*.

Dado que não se encontram na literatura propostas sobre como reportar a informação aos decisores envolvidos num processo de tomada de decisão em grupo, foram investigadas várias componentes relacionadas com a informação de forma a permitir a criação de um modelo para um relatório inteligente. Este estudo foi efetuado com base na investigação existente sobre as necessidades e interesses dos decisores envolvidos em processos de tomada de decisão em grupo.

É sabido que a qualidade da informação disponibilizada ao decisor é proporcional à qualidade da decisão (O'Reilly 1982). Para além disso, uma conclusão importante a retirar do trabalho de O'Reilly (1982) é que os decisores têm normalmente preferência por informação de fácil acesso e compressão do que pela qualidade da mesma. Isto acontece devido ao custo associado (social e económico) para encontrar informação de qualidade elevada (O'Reilly 1982). O autor também refere que estas evidências nunca foram verificadas anteriormente em testes efetuados em laboratórios onde os decisores estão mais focados em fatores relacionados com a qualidade da decisão.

Shanteau (1992) realizou um estudo com o objetivo de perceber se a quantidade de informação utilizada num processo de tomada de decisão, variava consoante o nível de perícia do

decisor. Mais concretamente, ele pretendia verificar se um decisor com um nível de perícia mais elevado utilizava mais informação para tomar a decisão do que um decisor com menor nível de perícia. As conclusões a que chegou foram que a quantidade de informação utilizada no processo não está relacionada com o nível de perícia. Contudo verificou que o tipo de informação utilizada variava consoante a experiência do decisor. Assim, foi possível afirmar que decisores com maior nível de perícia utilizam informação com maior nível de complexidade. Por outro lado, os decisores mais inexperientes, tendem a utilizar informação com menor nível de complexidade (Shanteau 1992).

Fisher, Chengalur-Smith e Ballou (2003) identificam que o tempo disponível que um decisor tem para analisar um problema é um fator relevante para o processo de tomada de decisão, pois condiciona as escolhas e a perceção que o próprio pode ter sobre o problema. Diederich (1997) salienta também a importância do fator tempo como algo essencial num processo de tomada de decisão em grupo. Simon (1987) afirma que quando um decisor está sobre stress, a sua capacidade de avaliação das alternativas é condicionada e, por vezes, as opções tomadas não são as que produzem melhores resultados.

### 2.5.1 A Informação

Como referido anteriormente, sabe-se que o principal objetivo de um relatório é o de reportar informação. Contudo, que tipo de informação? Em que formato? Segundo Brase (2002) "a informação estatística apresentada sob a forma de simples frequências é aceite como sendo mais clara e fácil de compreender do que a mesma informação representada noutros formatos, e a informação apresentada como probabilidades de eventos únicos é particularmente difícil de compreender". Simon (2000) afirma que é benéfico para o processo de tomada de decisão, o acesso a informação por parte dos decisores, que não está diretamente acessível à mente humana. Por outro lado, (Bell 1985) afirma que demasiada informação pode "sufocar" os decisores, enquanto que a falta de informação pode provocar um desinteresse no sistema.

Outro fator encontrado na literatura sobre a informação está relacionado com a credibilidade da informação. O facto de um decisor considerar determinada informação credível, permite que este aceite com maior facilidade outros pontos de vista ou outras soluções (Alan R Dennis 1993). Ainda em relação à informação, a diminuição do esforço proporcionada pelo sistema para que o decisor possa tomar uma decisão é mais importante do que a quantidade de informação que pode ser fornecida (Todd e Benbasat 1992).

As sugestões ou previsões elaboradas por sistemas de apoio à tomada de decisão carecem de aceitação por parte dos utilizadores dos sistemas, normalmente considerados decisores ou agentes de decisão. A aceitação (ou não) de uma decisão está dependente da perceção que o decisor tem da mesma, mais concretamente, se ele acredita que essa previsão é justificável e relevante. Existem na literatura, vários exemplos que ilustram a dificuldade que os decisores têm em aceitar um conselho proveniente de um sistema de apoio à tomada de decisão (Davis e Kottemann 1995; Kleinmuntz 1990; Lim e O'Connor 1996).

Gönül, Önkal e Lawrence (2006) defendem que o nível de aceitação de um conselho ou previsão, gerado por um sistema de apoio à tomada de decisão está diretamente relacionado com a diferença entre o que o sistema prevê e a intuição que o decisor tem acerca da solução para o problema a resolver. Os autores argumentam que se as explicações disponibilizadas

pelo sistema para uma determinada solução apresentada, forem mais eficazes e persuasivas, levarão mais facilmente o decisor a aceitar a proposta. Para provar a hipótese que defendem, elaboraram um estudo onde concluíram que, entre outras, as explicações mais longas e expressas num estilo totalmente confiante, são as que aplicaram maior influência nos decisores.

Os mecanismos de geração de explicações têm sido estudados desde a criação do primeiro sistema pericial, o MYCIN, na década de setenta (Shortliffe 2012). No âmbito dos sistemas inteligentes, as explicações foram classificadas de acordo com três dimensões: o conteúdo, o mecanismo de provisão e o formato de apresentação das mesmas aos utilizadores (Dhaliwal e Benbasat 1996; Gregor e Benbasat 1999; Irlandoust 2002; Mao e Benbasat 2000).

O conteúdo das explicações (a primeira dimensão identificada) está dividido em três categorias:

- traçagem do raciocínio;
- justificação;
- explicações estratégicas.

A primeira, é o tipo de explicação mais comum nos sistemas baseados em conhecimento. Normalmente, estes sistemas fornecem ao utilizador uma perspetiva de como foi gerado internamente o raciocínio para chegar a determinada conclusão. Este tipo de explicação responde à questão “como?”. As justificações, o segundo tipo identificado, fornecem explicações sobre a lógica por trás de cada decisão, e respondem à questão “porquê?” (Mao e Benbasat 2000). Segundo os autores Ye e Johnson (1995), o tipo de explicações preferido pelos utilizadores, são as justificações. As explicações estratégicas, o último tipo identificado na primeira dimensão, fornecem ao utilizador uma visão completa da estratégia utilizada pelo sistema, na tentativa de encontrar uma solução para o problema.

A segunda dimensão identificada, o mecanismo de provisão de explicações, refere-se à forma como os utilizadores têm acesso às explicações. Estas podem ser: invocadas pelo utilizador, automáticas ou inteligentes. As que são invocadas pelo utilizador são apresentadas como o próprio nome indica, quando o utilizador as solicita ao sistema. Nos sistemas que utilizam mecanismos de apresentação automática de explicações, elas são sempre apresentadas no final da execução. Por fim, a apresentação inteligente de explicações. Estas explicações são apresentadas aos utilizadores apenas quando o sistema considera importante explicar um facto ou solução apresentada (Papamichail e French 2003).

O formato de apresentação das explicações, a terceira e última dimensão identificada, refere-se à forma de apresentação das mesmas ao utilizador. O mais comum são as explicações em formato de texto, utilizadas tipicamente em sistemas periciais. De acordo com os autores, frases que se assemelhem à linguagem natural podem aumentar a perceção do utilizador sobre o sistema (Papamichail e French 2003).

### **2.5.2 Componente Afetiva**

As questões afetivas têm um grande impacto nos decisores. Há inúmeras evidências que mostram como estas questões podem afetar os decisores. Raghunathan e Pham (1999) verificaram que participantes tristes têm tendência a efetuar escolhas consideradas de riscos elevados mas que por sua vez quando bem sucedidas produzem alta recompensa. Por outro

lado, os participantes ansiosos tendem a efetuar escolhas mais seguras, consideradas de baixo risco, mas onde são esperados resultados de baixa recompensa.

Ficou provado que as emoções imediatas sentidas durante o processo de tomada de decisão alteram as percepções dos decisores em relação às probabilidades ou resultados, assim como a qualidade e a quantidade de processamento de informações relevantes para a decisão. Para além disso, estas emoções imediatas podem afetar diretamente o comportamento do decisor e à medida que se intensificam, tomam controlo do processo de decisão e bloqueiam o raciocínio da tomada de decisão (Loewenstein e Lerner 2003).

### 2.5.3 Relacionamentos

Os relacionamentos entre os membros de um grupo são um fator importante no processo de tomada de decisão em grupo. Por exemplo, Dubrovsky, Kiesler e Sethna (1991) provaram que o impacto do estatuto, de um determinado membro de um grupo de decisores, é menor quando os elementos comunicam através de um mecanismo eletrónico (o email, por exemplo) do que quando comunicam presencialmente numa reunião. Um outro fator importante, é o constatado por Levy (2007) que afirma que a existência de conflitos internos entre os membros do grupo restringe a possibilidade de troca de informação verdadeira entre os elementos do grupo.

### 2.5.4 Interesses pessoais

A forma como cada decisor aborda o processo de decisão e ainda a forma como se posiciona perante os restantes elementos do grupo é bastante estudada na literatura. A sua posição perante o processo pode variar devido a diversos motivos que não estão propriamente relacionados entre si. Questões estratégicas (Khalil e Kokotović 1978; Shanteau 1988), o tipo de personalidade do decisor (P. J. Howard e J. M. Howard 1995) e o seu interesse no processo de tomada de decisão, também afetam o seu comportamento (Dean e Sharfman 1996). Rahim e Magner (1995) definiram no seu trabalho a existência de cinco estilos de conflito (Dominador (*Dominating*), Integrador (*Integrating*), Fugitivo (*Avoiding*), Obsequioso (*Obliging*) e Comprometedor (*Compromising*)) que atuam de acordo com as dimensões Preocupação com o Próprio (*Concern for Self*) e Preocupação com os Outros (*Concern for Others*). Martinho et al. (2015) fizeram uma adaptação do modelo do trabalho de Rahim e Magner (1995) aplicado ao contexto dos SADG e definiram os mesmos cinco estilos de comportamento mas de acrescentaram duas novas dimensões ao modelo (conforme explicado na secção ??). De acordo com a literatura relacionada com o tema desta dissertação, verifica-se que existem dois pontos distintos relacionados com a definição de interesses pessoais: questões relacionadas com a personalidade do decisor (por exemplo, a personalidade do decisor em cada situação específica) e questões estratégicas que podem variar de acordo com a situação que o decisor enfrenta. Estas variações afetam o seu comportamento no processo de tomada de decisão em grupo.

### 2.5.5 Usabilidade

A usabilidade descreve a forma como se processa a interação entre o homem e o computador (Preece 2001). O nível de usabilidade de uma aplicação é um dos principais fatores que

afetam a satisfação do utilizador. Muitas das vezes, a usabilidade é definida como a facilidade de utilização e aceitabilidade que um sistema tem perante um determinado grupo de utilizadores, que desenvolvem tarefas específicas num ambiente específico. A facilidade de utilização de um sistema afeta o desempenho dos utilizadores e a sua satisfação, enquanto que a aceitação afeta (Holzinger 2005).

Segundo Bevan (1995), um software deve possuir cinco características essenciais de usabilidade:

- Fácil aprendizagem (*learnability*) – de forma a permitir que os utilizadores possam começar a trabalhar rapidamente no sistema;
- Eficiência (*efficiency*) – permitindo aos utilizadores que aprenderam a utilizar o sistema atingir um nível elevado de produtividade;
- Memorização (*memorability*) – permitindo ao utilizador casual voltar a utilizar o sistema após um longo período de não utilização sem ter a necessidade de reaprender a utilizar o mesmo;
- Baixa taxa de erros (*low error rate*) – para que os utilizadores cometam menos erros e que, quando ocorram, estes sejam facilmente retificáveis ao utilizar o sistema e não causem uma falha catastrófica;
- Satisfação (*satisfaction*) – tornar o sistema fácil e agradável de utilizar.

## 2.6 Conclusões

O atual contexto macroeconómico em que se inserem as organizações e a forma como estas se estruturam hoje em dia aumentam a necessidade de que a tomada de decisão seja efetuada em grupo, onde muitas das vezes, os seus elementos estão dispersos geograficamente e em zonas com diferentes fusos horários.

Neste capítulo foram analisados conceitos relacionados com problemas multi-critério, computação afetiva, sistemas de apoio à tomada de decisão em grupo e relatórios inteligentes.

Os algoritmos multi-critério analisados embora sejam todos diferentes na forma como processam as informações sobre o problema, todos eles requerem a inserção de uma grande quantidade de informação por parte dos utilizadores de modo a que possam efetuar a ordenação das alternativas e apresentar a melhor solução para o problema. A elevada complexidade, e a necessidade de uma grande disponibilidade temporal para efetuar a configuração das preferências dificultam a adoção destes métodos para os processos de tomada de decisão por parte das organizações. Além disso, verifica-se que estes métodos não consideram fatores os psicológicos e cognitivos dos decisores.

Na área da computação afetiva foram analisados os principais modelos de personalidade existentes na literatura: o modelo dos cinco fatores e o modelo de Rahim e Magner. Considerando que um dos objetivos da dissertação é o de modelar o comportamento dos decisores nos processos de tomada de decisão em grupo, nomeadamente a forma como este interage com o grupo, os estilos de conflito identificados por Rahim e Magner e as suas variações ao longo das duas dimensões identificadas (Preocupação com o próprio e Preocupação com os outros) permitem modelar uma parte do comportamento dos decisores no processo de tomada de decisão.

Os relatórios inteligentes, como referido, são um tema ainda não estudado na literatura, como tal foi necessário investigar um conjunto de fatores que se consideram estar relacionados e que têm influência na tomada de decisão em grupo de forma a que seja possível definir uma proposta do que são efetivamente relatórios inteligentes (conforme o trabalho publicado em (João Carneiro, Conceição et al. 2016b)).

## Capítulo 3

# Design e Desenvolvimento da Solução

Neste capítulo é apresentada e descrita a solução para o problema apresentado nesta dissertação. A solução é composta pelo protótipo de um Sistema de Apoio de Decisão em Grupo que considera aspetos cognitivos dos decisores. O capítulo está organizado da seguinte forma: a secção 3.1 descreve o design e implementação do protótipo do SADG e as suas funcionalidades, na secção 3.2 é descrito o algoritmo multi-critério: nomeadamente os fatores que estão considerados na base do seu desenvolvimento, e a sua formulação. Finalmente, na secção 3.3 são descritos os métodos desenvolvidos para a geração dos relatórios inteligentes.

A solução apresentada nesta dissertação deriva de um vasto estudo realizado em diversas áreas distintas. Foram estudados vários algoritmos multi-critério e alguns temas na área da computação afetiva sobre a modelação da personalidade de um indivíduo. Na área dos sistemas de apoio à decisão em grupo foram estudados alguns dos trabalhos mais recentes. Para a definição dos relatórios inteligentes, uma vez que não se encontram na literatura trabalhos sobre este tema, foram estudados vários temas com base na investigação existente sobre as necessidades e interesses dos decisores envolvidos em processos de decisão em grupo.

### 3.1 Sistema de Apoio à tomada de Decisão em Grupo

Esta secção descreve o protótipo do sistema de apoio à decisão em grupo desenvolvido. O principal objetivo desta dissertação é o de desenvolver um sistema de apoio à tomada de decisão em grupo baseado em *web*. Pretende-se que o sistema permita a configuração de um problema multi-critério, das suas alternativas e dos seus critérios. Para além disso deve permitir que os decisores participantes nos processos de decisão em grupo indiquem as suas preferências sobre critérios e alternativas. O diagrama de caso de uso apresentado na Figura 3.1 descreve as principais funcionalidades identificadas. Conforme apresentado no diagrama de casos de uso (Figura 3.1) identificam-se dois tipos de utilizador: o organizador e o participante. Salienta-se que no sistema, o organizador de um problema pode também ser participante nesse processo de decisão, o que aqui se pretende diferenciar é que apenas o utilizador que cria o problema é que tem permissões para alterar as configurações. Os participantes apenas podem configurar as suas preferências para cada iteração do problema e obviamente, consultar no final de cada iteração os resultados do processo através dos relatórios inteligentes.

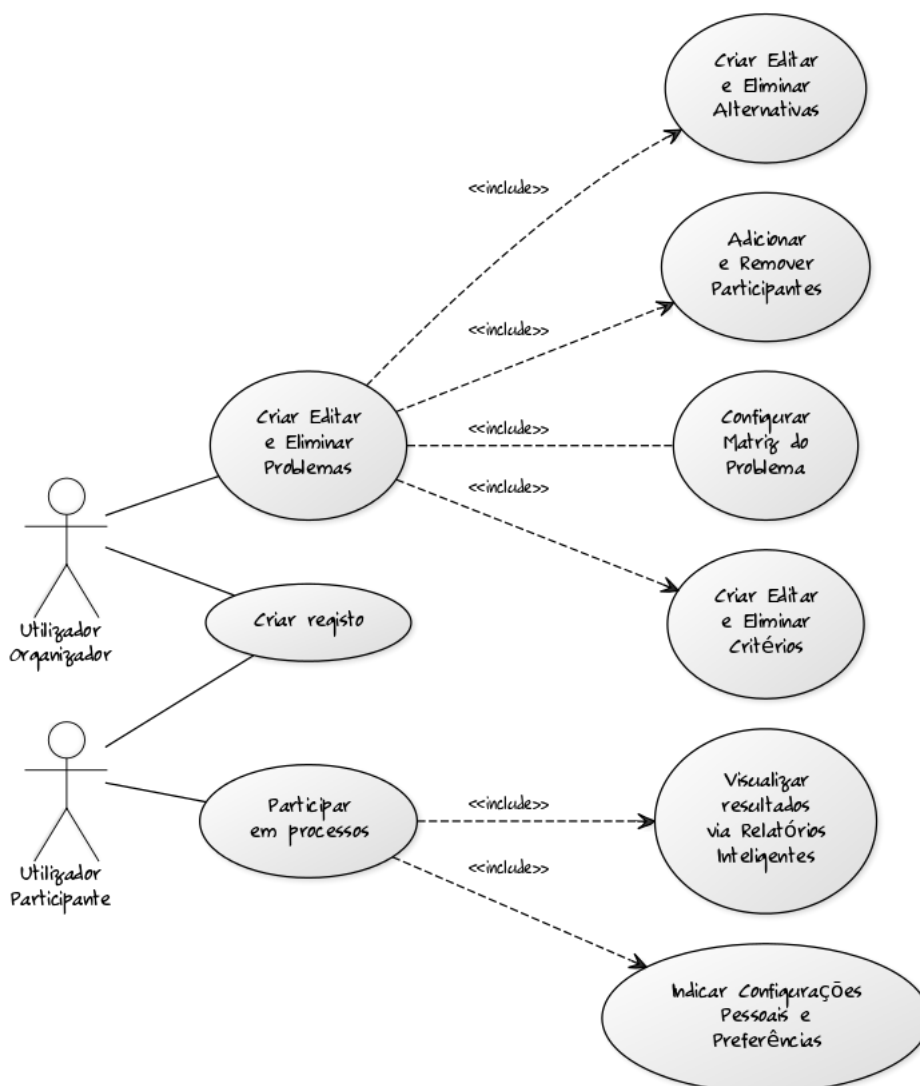


Figura 3.1: Diagrama de casos de uso [UML].

### 3.1.1 Arquitetura do Sistema

O protótipo do SADG desenvolvido nesta dissertação tem por objetivo suportar processos de decisão em grupo em que os decisores se encontram geograficamente dispersos, como tal faz sentido que o sistema desenvolvido suporte diferentes dispositivos. Para isso, foi desenvolvido segundo uma arquitetura SOA, conforme apresentado na [Figura 3.2](#). O sistema é composto por uma base de dados, uma *Application Programming Interface* (API), e um *Front-End web*. Na base de dados são armazenados todos os dados dos utilizadores e dos problemas, a API fornece serviços que serão utilizados no futuro para comunicação com aplicações móveis que irão ser desenvolvidas especificamente para *smartphones* e *tablets*. O *FrontEnd* foi desenvolvido com um *template* responsivo de forma a permitir que se adapte aos diversos dispositivos.

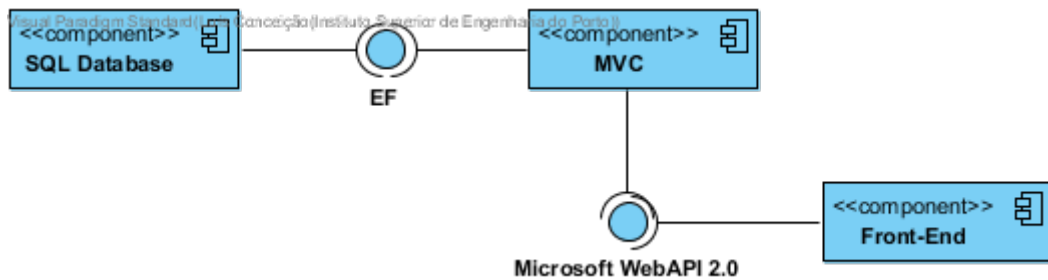


Figura 3.2: Diagrama de componentes [UML].

### 3.1.2 Funcionalidades do Sistema

Nesta secção são descritas as funcionalidades da aplicação *web*. Esta aplicação representa o *Front-End* para os utilizadores (decisores) e implementa todas as funcionalidades que permitem a interação entre o SADG e os decisores.

O *workflow* principal do sistema é composto pelas seguintes etapas:

- Criação do problema de decisão;
- Definição dos critérios;
- Definição das alternativas;
- Definição dos participantes;
- Indicação das preferências por parte dos participantes (decisores);
- Consulta dos relatórios inteligentes;

O acesso ao sistema requer o registo de todos os utilizadores. Não existe acesso a qualquer área do sistema sem que o utilizador esteja autenticado. O *Login* (apresentado na [Figura 3.3](#)) é efetuado através do email e da password.

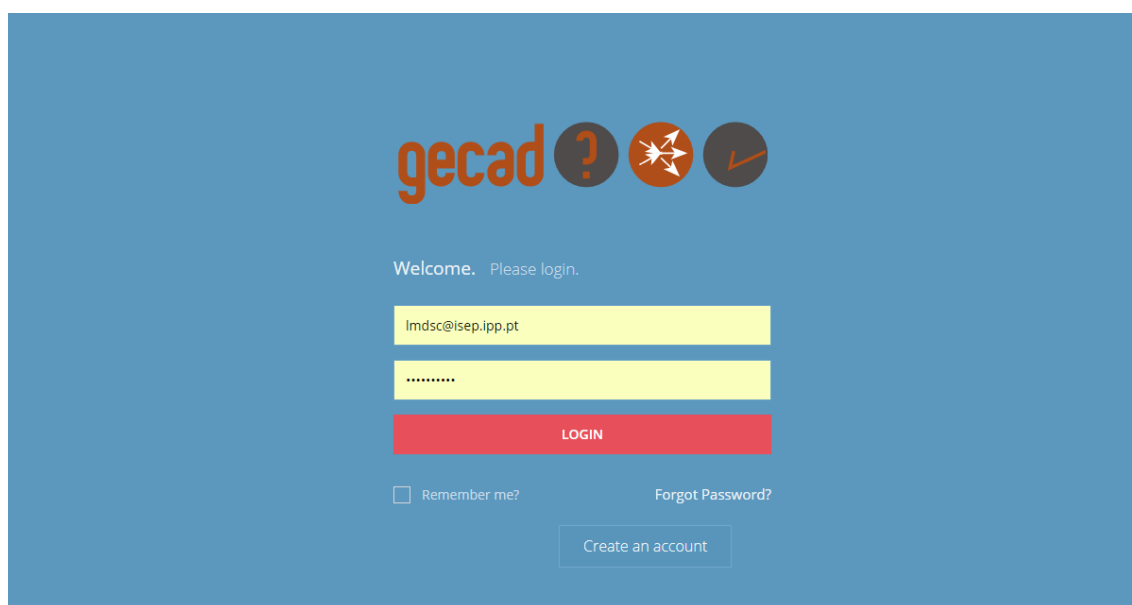
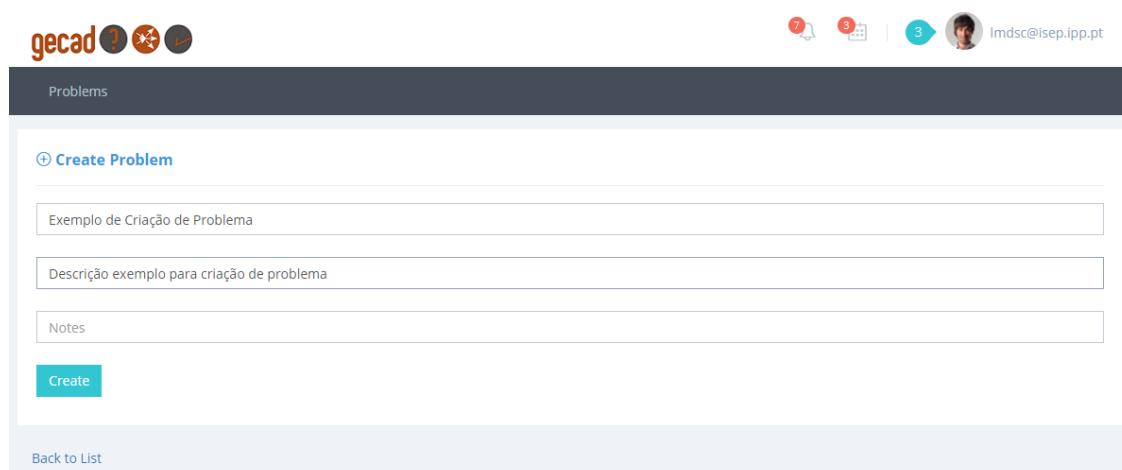
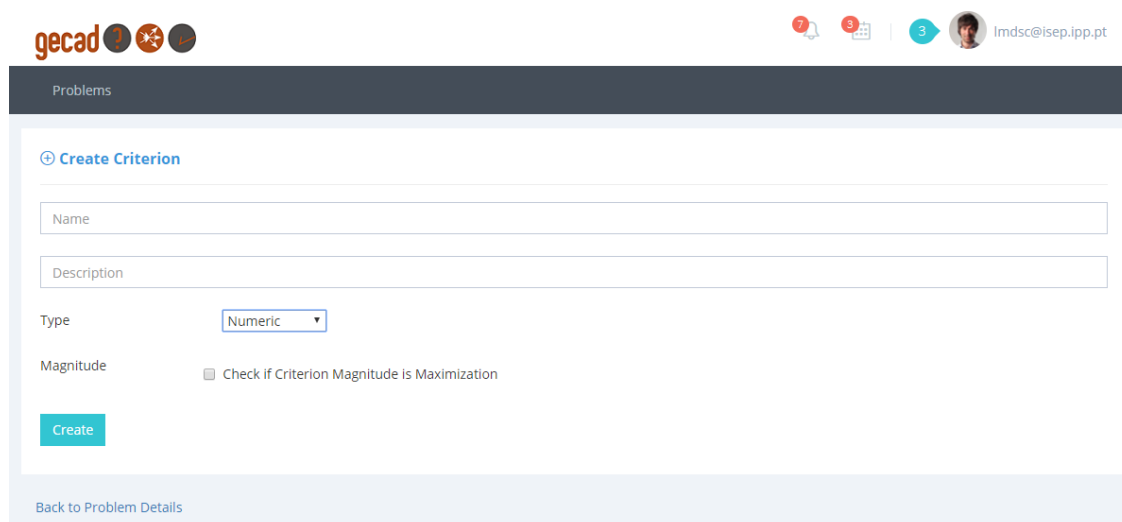


Figura 3.3: Ecrã de login da aplicação web.



The screenshot shows the 'Create Problem' form in the gecad system. The form is titled 'Create Problem' and contains three text input fields: 'Exemplo de Criação de Problema', 'Descrição exemplo para criação de problema', and 'Notes'. A blue 'Create' button is located below the fields. At the bottom left, there is a 'Back to List' link. The top of the page features the gecad logo, navigation icons, and a user profile for 'lmdsc@isep.ipp.pt'.

Figura 3.4: Ecrã de criação do problema.



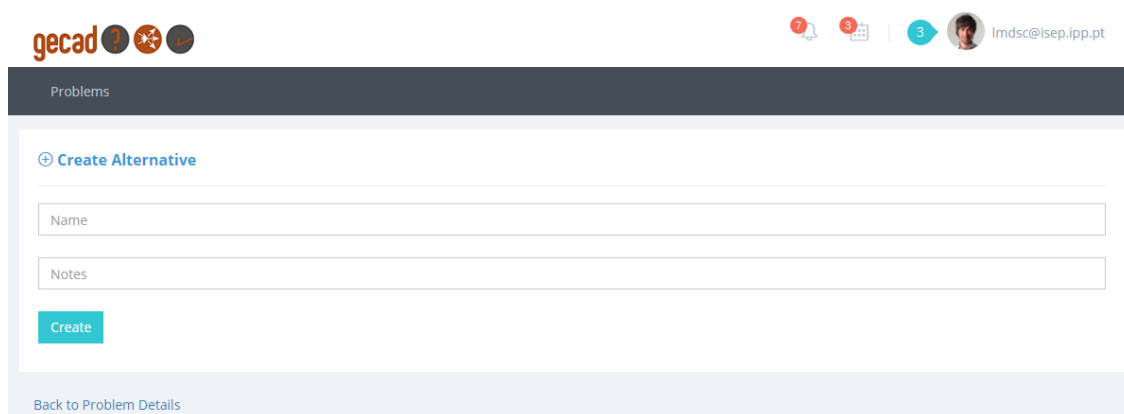
The screenshot shows the 'Create Criterion' form in the gecad system. The form is titled 'Create Criterion' and contains two text input fields: 'Name' and 'Description'. Below these fields, there is a 'Type' dropdown menu set to 'Numeric'. Under the 'Magnitude' section, there is a checkbox labeled 'Check if Criterion Magnitude is Maximization'. A blue 'Create' button is located below the fields. At the bottom left, there is a 'Back to Problem Details' link. The top of the page features the gecad logo, navigation icons, and a user profile for 'lmdsc@isep.ipp.pt'.

Figura 3.5: Ecrã de criação do critério.

### Criação e configuração do Problema

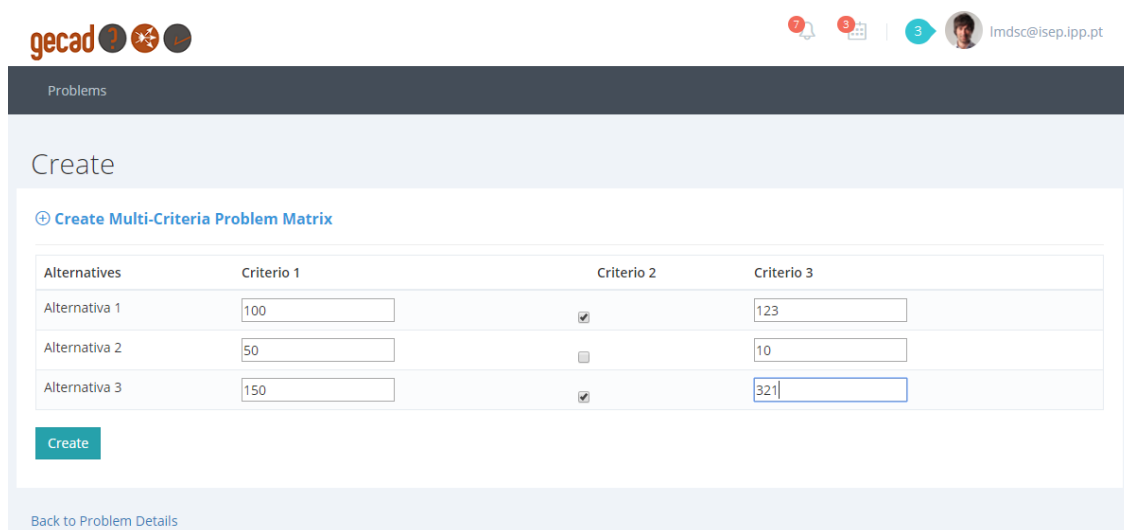
O utilizador que pretender iniciar um processo de decisão em grupo (organizador), deve seleccionar a opção "Create Problem" e preencher os dados no formulário. Apenas é obrigatória a introdução do nome do problema. Opcionalmente pode também adicionar uma descrição e notas sobre o mesmo (ver Figura 3.4). Cabe ao organizador do processo de decisão ter a noção de que o sistema apenas suporta a decisão em grupo para problemas do tipo multi-critério.

Definido o problema, é necessário criar no sistema os critérios (ver Figura 3.5) que devem ser considerados na avaliação das alternativas. Dependendo do tópico em que se insere o problema de decisão, se estivermos perante uma situação de decisão de âmbito empresarial, é comum que os critérios definidos para um determinado tópico tenham sido previamente discutidos pelo organizador do problema em conjunto com outros intervenientes, ou podem ser o resultado de uma sessão de *brainstorming*. O sistema suporta critérios do tipo numérico, classificativo e boleano.



The screenshot shows the 'Create Alternative' form in the gecad system. The form has a header with the gecad logo and navigation icons. Below the header, there is a 'Problems' section. The main content area is titled 'Create Alternative' and contains two input fields: 'Name' and 'Notes'. A 'Create' button is located below the 'Notes' field. At the bottom of the form, there is a link 'Back to Problem Details'.

Figura 3.6: Ecrã de criação da alternativa.



The screenshot shows the 'Create Multi-Criteria Problem Matrix' form in the gecad system. The form has a header with the gecad logo and navigation icons. Below the header, there is a 'Problems' section. The main content area is titled 'Create' and contains a section titled 'Create Multi-Criteria Problem Matrix'. This section contains a table with three columns: 'Alternatives', 'Critério 1', and 'Critério 2'. The 'Critério 2' column has checkboxes. The 'Critério 3' column has input fields. The table contains three rows of data: 'Alternativa 1' with values 100, checked, and 123; 'Alternativa 2' with values 50, unchecked, and 10; and 'Alternativa 3' with values 150, checked, and 321. A 'Create' button is located below the table. At the bottom of the form, there is a link 'Back to Problem Details'.

| Alternatives  | Critério 1 | Critério 2                          | Critério 3 |
|---------------|------------|-------------------------------------|------------|
| Alternativa 1 | 100        | <input checked="" type="checkbox"/> | 123        |
| Alternativa 2 | 50         | <input type="checkbox"/>            | 10         |
| Alternativa 3 | 150        | <input checked="" type="checkbox"/> | 321        |

Figura 3.7: Ecrã de criação da matriz do problema.

Após a criação dos critérios, o organizador tem que criar as alternativas conforme o formulário apresentado na [Figura 3.6](#). O único campo obrigatório é o nome da alternativa, o campo para notas é opcional. À semelhança dos critérios, se o problema de decisão em grupo for de âmbito empresarial, é comum que as alternativas a considerar no problema tenham sido reunidas previamente pelo organizador individualmente, ou por um grupo de indivíduos.

Com os critérios e alternativas criados no sistema, o organizador tem que atribuir os valores de cada alternativa para cada critério, criando assim a matriz do problema multi-critério através do formulário representado na [Figura 3.7](#). Por exemplo conforme apresentado na figura, a "alternativa1" tem o valor "100" para o "critério1" que é numérico. Para o "critério2", uma vez que foi definido como boleano, tem a opção seleccionada (o que indica que se está a assinalar como "Verdade" ou "Sim" o valor da alternativa no critério).

O passo seguinte na configuração de um problema consiste na seleção dos decisores que irão integrar o processo de decisão em grupo. Para isso o organizador tem apenas que adicionar ao processo os utilizadores que pretende (ver [Figura 3.8](#)).

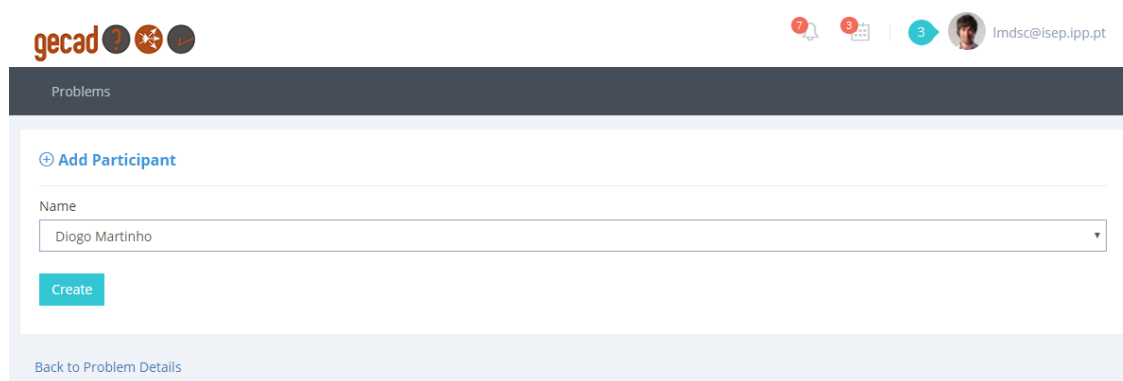


Figura 3.8: Ecrã de adição de participante ao problema.

Após adicionar todos os participantes que irão participar no problema de decisão, o organizador tem que criar a primeira iteração. Para isso basta utilizar a opção "criar iteração" e os participantes no processo passam a ter acesso à *interface* de configuração de preferências para resolução do problema. Assim que todos os participantes configurarem as suas preferências no sistema, é executado o algoritmo multi-critério desenvolvido e os resultados são apresentados aos participantes através dos relatórios inteligentes (conforme apresentado na [Figura 3.9](#)). Após analisar os resultados o participante tem que aprovar ou recusar a solução proposta. É da competência do organizador do problema a decisão de lançar uma nova iteração no caso de não ter sido obtido o nível de consenso desejado. Caso este decida lançar uma nova iteração, os participantes podem novamente configurar as suas preferências, ou manter as da iteração anterior. Através dos relatórios inteligentes os participantes têm acesso (dependendo do estilo de comportamento que selecionaram e da disponibilidade) à avaliação que foi efetuada das alternativas e dos seus critérios, assim como a informações sobre as escolhas dos restantes membros, entre outras informações. Desta forma, se assim o entenderem, podem reajustar as suas preferências de modo a tentarem obter maior satisfação com a solução da próxima iteração.

### Configuração das preferências por cada decisor

Os decisores são informados que existe um processo de decisão pendente e têm que configurar as suas preferências para esse processo. O modelo de configuração das preferências dos decisores foi desenvolvido de acordo com o modelo proposto por João Carneiro, Martinho et al. (2015). Neste trabalho os autores propõem um *template* de configuração de preferências individuais para problemas multi-critério organizado em 3 secções principais: dados do problema, configurações pessoais e configurações do problema. No desenvolvimento desta solução foi seguida a proposta dos autores e o resultado é apresentado na [Figura 3.10](#).

A secção de dados do problema (*Problem Informations*) apresenta as informações gerais do problema introduzidas pelo organizador. A informação que consta nesta secção permite que o decisor analise os dados do problema (alternativas e critérios) de forma a poder definir as suas preferências sobre os mesmos.

A secção de configurações pessoais (*Personal Configurations*) permite recolher informações sobre questões pessoais do decisor como: a expectativa da sua alternativa preferida ser a escolhida pelo grupo, seleccionar qual o estilo de comportamento que pretende, a sua disponibilidade (*Available Time*) para o processo, o seu nível de *expertise* e ainda quais os decisores que considera credíveis (ver secção [3.2.1](#)).

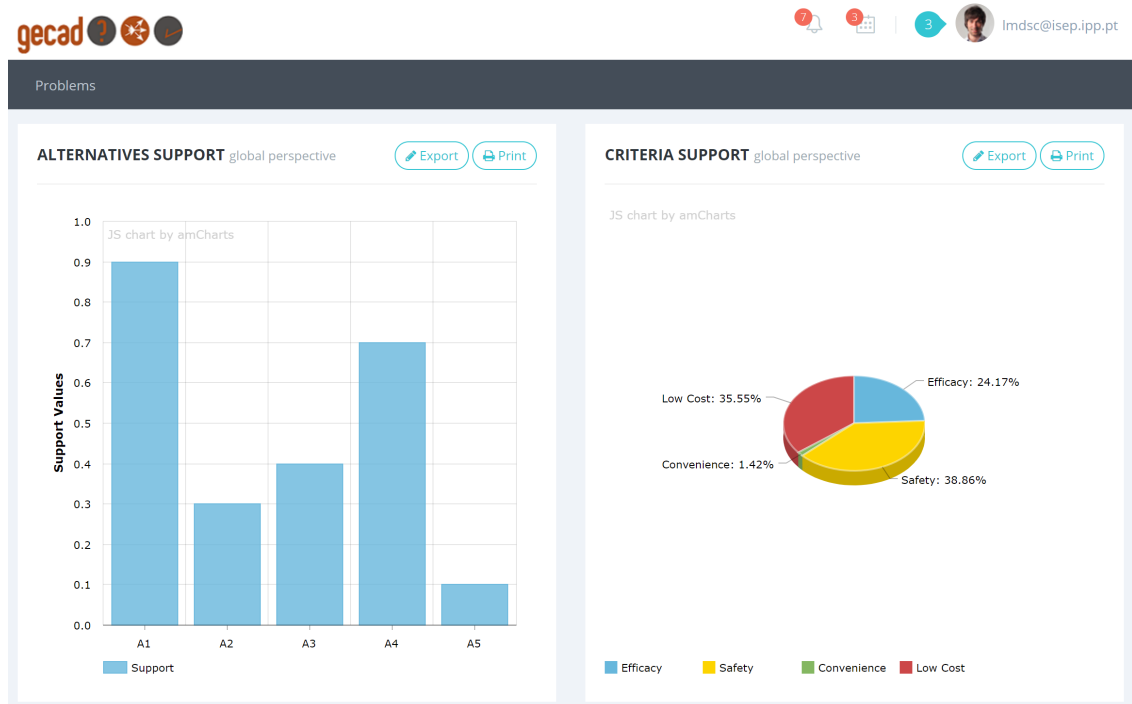







Figura 3.9: Exemplo de um Relatório Inteligente com informação mínima.

A terceira e última secção, denominada configurações do problema (*Problem Configurations*) permite que os decisores indiquem as suas preferências pelas alternativas e pelos critérios. Estas preferências são indicadas através de *slidebars* que permitem que os decisores comparem a sua opinião entre cada critério e cada alternativa. Este método foi adaptado pelos autores (João Carneiro, Martinho et al. 2015) com base na Escala Visual Analógica (EVA). Como referido, esta escala potencia a comparação das avaliações mesmo que inconscientemente, pois ao indicar o valor para um critério ou alternativa, o decisor vai inevitavelmente comparar com o anterior. A avaliação é efetuada num intervalo compreendido entre 0 e 100.

gecad 

  |   lmdsc@isep.ipp.pt

Problems

## Edit

**Problem Informations** Multi Criteria Problem Matrix

| Alternatives  | Criterio 1 | Criterio 2                          | Criterio 3 |
|---------------|------------|-------------------------------------|------------|
| Alternativa 1 | 100        | <input checked="" type="checkbox"/> | 123        |
| Alternativa 2 | 50         | <input type="checkbox"/>            | 10         |
| Alternativa 3 | 150        | <input checked="" type="checkbox"/> | 321        |

**Personal Configurations** write something here

How likely you do you think your preferred alternative will be chosen by the group?  
 Not Expectant at all  100 Fully Expectant

Style of Behaviour  Dominating  Obliging  Avoiding  Compromising  Integrating

Available Time  High  Medium  Low

Expertise Level  Null  Low  Medium  High  Expert

Credible Decision-Makers  Diogo Martinho  João Carneiro

**Problem Configurations** write something here

Classify each one of the Alternatives according to your preferences (0 - Not preferred at all; 100 - Extremely preferred)

Alternativa 1  100

Alternativa 2  100

Alternativa 3  100

Classify each Criterion according to your preferences (0 - Not important at all; 100 - Extremely important)

Criterio 1  100

Criterio 2  100

Criterio 3  100

[Back to List](#)

Figura 3.10: Ecrã de configuração das preferências de cada participante.

## 3.2 Algoritmo Multi-critério

É fácil encontrar na literatura vários autores que referem a importância dos aspetos psicológicos e cognitivos no contexto da tomada de decisão (Frith e Singer 2008; Schwarz 2000; Schwenk 1988). Além disso, Simon (1987) defende que a qualidade de uma decisão decresce quando estes aspetos não são considerados. Outros autores consideram que a inclusão de aspetos cognitivos e psicológicos ajuda a que sejam tomadas decisões com maior qualidade (Fenton-O’Creevy et al. 2011; Simon 1987). Tendo em consideração estes factos, torna-se claro como a tomada de decisão em grupo utilizando mecanismos automáticos pode ser afetada. Existem vários fatores que podem ser perdidos quando a interação humana deixa de existir mesmo quando se encontram outras vantagens associadas (Kiesler, Siegel e McGuire 1984). Utilizando um comum algoritmo multi-critério, como pode o sistema lidar com o nível de conhecimento e *expertise* do decisor? Será justo que as preferências de cada decisor tenham todas o mesmo peso? O que se pretende com o algoritmo aqui descrito é dar resposta a estas questões, considerando fatores como o estilo de comportamento do decisor, o seu nível de *expertise* e a credibilidade dos restantes membros do grupo. Nesta secção, são apresentados os modelos utilizados pelo *Cognitive Analytic Process* (CAP), assim como são explicados os motivos da utilização dos estilos de comportamento, da credibilidade e do nível de *expertise*.

### 3.2.1 Conceitos utilizados no CAP

O CAP permite que os decisores reproduzam para o SADG as suas preferências em relação aos critérios de um problema, assim como as suas intenções. Os decisores expressam as suas intenções selecionando o estilo de comportamento que consideram que melhor representa os seus objetivos no processo de decisão em grupo. Os estilos de comportamento adotados são os propostos por Martinho et al. (2015), conforme descrito na secção 2.4.2. O CAP apenas utiliza duas das dimensões em que são definidos os estilos, nomeadamente a dimensão de Preocupação com o próprio (*Concern for Self*) e a dimensão de Preocupação com os outros (*Concern for Others*). O algoritmo utiliza os níveis apresentados na Tabela 2.9 para as dimensões consideradas.

A noção de credibilidade utilizada está relacionada com muitos outros conceitos incluindo confiança, rigor, qualidade, autoridade, reputação, competência, entre outros (Flanagin e Metzger 2008). Neste caso, a ideia é permitir que o decisor escolha quais dos restantes participantes considera credíveis em relação ao problema em causa. Esta avaliação de credibilidade está relacionada com os conceitos enunciados anteriormente e é o motivo pelo qual um decisor pode considerar outro decisor credível em relação a um determinado tópico e não o considerar credível para outro tópico diferente (por exemplo, pode estar relacionado com o nível de *expertise* do decisor), e também o motivo pelo qual um decisor pode considerar sempre outro decisor como credível independentemente do tópico sobre o qual se pretende tomar uma decisão (neste caso, esta opção pode ser derivada de razões como a autoridade, a reputação, entre outras).

O *expertise* é considerada uma das dimensões de credibilidade (Flanagin e Metzger 2008). Neste caso, o que se pretende é que o decisor faça uma auto-avaliação sobre o seu nível de *expertise* em relação ao tópico do problema sobre o qual se vai tomar uma decisão em grupo. Definiram-se cinco níveis de *expertise*: *Expert*, Alto, Médio, Baixo e Nulo (a definição dos

níveis é apresentada na [Tabela 3.1](#)). Esta informação é considerada de forma a ponderar a avaliação dos critérios que é efetuada pelo decisor.

Tabela 3.1: Expertise Levels.

| Nível de <i>Expertise</i> | Inverso do Nível de <i>Expertise</i> | Definição  |
|---------------------------|--------------------------------------|------------|
| 5                         | 1                                    | Muito Alto |
| 4                         | 2                                    | Alto       |
| 3                         | 3                                    | Médio      |
| 2                         | 4                                    | Baixo      |
| 1                         | 5                                    | Nulo       |

### 3.2.2 Cognitive Analytic Process

Nesta secção são apresentados todos os passos necessários para formalizar o CAP. Esta formalização é baseada no conceito geral de problemas de decisão multi-critério e é inspirada nos trabalhos de outros autores (Ahn e S. Choi 2012; Bozóki et al. 2013; Kou e Wu 2014; Wang 2012). Para cada passo são apresentadas as definições relacionadas com problemas multi-critério e com o modelo aqui proposto. A [Tabela 3.2](#) apresenta todas as notações necessárias para melhor compreensão da formalização.

Tabela 3.2: Correspondência de notação.

| Terminologia                                      | Notação              |
|---|----------------------|
| Matriz de decisão                                 | $D$                  |
| Matriz de decisão normalizada                     | $D'$                 |
| Conjunto de critérios                             | $C$                  |
| Conjunto de alternativas                          | $A$                  |
| Critério  | $C_i$                |
| Alternativa                                       | $A_i$                |
| Decisor   | $Dm_i$               |
| Peso  | $W$                  |
| Importância do critério                           | $Imp_{c_{j_{dm_i}}}$ |
| Conjunto de decisores                             | $DM$                 |
| Preferências de um conjunto de decisores          | $WDM$                |
| Matriz de preferências de critérios               | $CP_{DM}$            |
| Conjunto de somas de pesos dos melhores critérios | $HSc$                |

#### Passo 1: Definição do problema multi-critério

O primeiro passo do CAP é a definição do problema multi-critério. Assim sendo:

**Definição 1:** Seja  $D$  uma matriz de decisão, onde  $D = A \times C =$

$$\begin{bmatrix} c_{1a_1} & c_{2a_1} & \dots & c_{na_1} \\ c_{1a_2} & c_{2a_2} & \dots & c_{na_2} \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ c_{1a_m} & c_{2a_m} & \dots & c_{na_m} \end{bmatrix} \text{ e}$$

consiste em:

- um conjunto de critérios  $C = \{c_1, c_2, \dots, c_n\}, n > 0$ ;

- um conjunto de alternativas  $A = \{a_1, a_2, \dots, a_m\}, m > 0$ ;

**Regra 1:**  $\forall a_i \in A, \forall c_j \in C, c_{j a_i} \in D$

Cada alternativa  $a_i \in A$  está relacionada com cada critério  $c_j \in C$ . Onde não pode existir uma alternativa com valores para critérios que não sejam considerados no problema.

**Definição 2:** Um critério  $c_i = \{id_{c_i}, v_{c_i}, m_{c_i}\}$  consiste em:

- $\forall c_i \in C, i \in \{1, 2, \dots, n\}$ ;
- $id_{c_i}$  é a identificação de um critério;
- $v_{c_i}$  é o valor de um critério (Numérico, Booleano ou Classificativo);
- $m_{c_i}$  é a grandeza associada ao critério (Maximização ou Minimização).

*Exemplo 1:* Considerem-se os critérios Preço, Tamanho e Quantidade. Estes critérios podem ser definidos da seguinte forma:

- $c_1 = \{Preco, Numerico, Minimizacao\}$ ;
- $c_2 = \{Tamanho, Numerico, Maximizacao\}$ ;
- $c_3 = \{Quantidade, Numerico, Maximizacao\}$ .

**Definição 3:** Uma alternativa  $a_i = \{id_{a_i}, [c_{1 a_i}, c_{2 a_i}, \dots, c_{n a_i}]\}$  consiste em:

- $\forall a_i \in A, i \in \{1, 2, \dots, m\}$ ;
- $id_{a_i}$  é a identificação de uma alternativa;
- $[c_{1 a_i}, c_{2 a_i}, \dots, c_{n a_i}]$  é a instanciação de cada critério.

*Exemplo 2:* Para o mesmo exemplo, considerem-se agora três alternativas. Cada uma delas é definida da seguinte forma:

- $a_1 = \{alternativa1, [10000\$, 100cm, 90]\}$ ;
- $a_2 = \{alternativa2, [12500\$, 150cm, 50]\}$ ;
- $a_3 = \{alternativa3, [15000\$, 170cm, 70]\}$ .

**Definição 4:** Seja  $D'$  a matriz de decisão normalizada pela normalização linear de razão de diferenças (Min-Max).

**Definição 5:** Seja  $DM$  o conjunto de decisores onde  $DM = \{dm_1, dm_2, \dots, dm_k\}, k > 1$ .

### Passo 2: Ponderação dos critérios

O segundo passo do CAP consiste na definição dos pesos atribuídos por cada decisor a cada um dos critérios.

**Definição 6:** Seja  $w_{dm_i c_j}$  o peso ou preferência atribuído ao critério  $c_j$  pelo decisor  $dm_i$  e  $c_n \in C$ .

*Exemplo 3:* Para o mesmo exemplo, considere-se um possível peso atribuído a cada um dos critérios por um decisor  $dm_i$ , com os valores:

- $W_{dm_1 c_1} = 0,4$ ;
- $W_{dm_1 c_2} = 0,6$ ;

- $W_{dm_1c_3} = 0,8$ .

**Regra 2:** Um decisor  $dm_i$  pode definir um conjunto  $W_{dm_i}$  de pesos onde:

- $W_{dm_i} = \{w_{dm_1c_1}, w_{dm_1c_2}, \dots, w_{dm_1c_n}\}, n > 0, \forall j \in \{1, 2, \dots, n\}, 0 \leq w_{dm_1c_j} \leq 1$ ;
- $\langle W_{dm_i} \rangle = \langle C \rangle$ .

Seja  $F_{Dif}$  uma função que retorna a diferença entre o peso máximo e o peso mínimo dos critérios que pertencem ao conjunto  $W_{dm_i}$  de pesos:

$$F_{Dif} : W_{dm_i} \begin{cases} \max(W_{dm_i}) - \min(W_{dm_i}), & \text{if } \max(W_{dm_i}) \neq \min(W_{dm_i}) \\ \max(W_{dm_i}) \end{cases}$$

A diferença de pesos, resultado da função  $F_{Dif}$ , é classificada num de 5 níveis de acordo com a [Tabela 3.3](#). Os valores apresentados na tabela estão relacionados com a necessidade de atribuir a cada um dos critérios uma classificação da sua importância (VIC, IC, MC, NIC e INC). Uma vez que o peso de cada critério é atribuído numa escala entre  $[0, 1]$ , a diferença mínima entre dois critérios é inferior a 0,2 e a máxima é superior a 0,8. O apuramento da diferença de peso (utilizando a função  $F_{Dif}$ ) entre o critério com maior peso e o critério com o menor peso permite obter o valor  $l$ . Este valor é então utilizado no algoritmo [3.1](#) para atribuir a classificação de um critério (*imp*). Um critério pode ser classificado, como já referido, num dos cinco níveis de importância definidos e apresentados na [Tabela 3.4](#).

Tabela 3.3: Níveis de  $F_{Dif}$ .

| Nível ( $l$ ) | $F_{Dif}$   |
|---------------|-------------|
| 5             | $\geq 0,80$ |
| 4             | $\geq 0,60$ |
| 3             | $\geq 0,40$ |
| 2             | $\geq 0,20$ |
| 1             | $< 0,20$    |

Tabela 3.4: Importância do critério.

| $imp_{c_jdm_i}$ | Definição   |
|-----------------|---|
| VIC             | Critério muito importante ( <i>Very Important Criterion</i> ) |
| IC              | Critério importante ( <i>Important Criterion</i> )            |
| MC              | Critério médio ( <i>Medium Criterion</i> )                    |
| NIC             | Critério sem importância ( <i>Not Important Criterion</i> )   |
| INC             | Critério insignificante ( <i>Insignificant Criterion</i> )    |

*Exemplo 4:* Para o mesmo exemplo, sabe-se que:  $W_{dm_1} = \{0,4;0,6;0,8\}$ . Assim sendo, utilizando a função  $F_{Dif}$  tem-se que:  $F_{Dif}(W_{dm_1}) = 0,8 - 0,4 = 0,4$ .

A classificação da importância ( $imp_{c_jdm_i}$ ) de cada critério  $c_j \in C$  para o decisor  $dm_i$  é dada pelo algoritmo [3.1](#).

*Exemplo 5:* Para o mesmo exemplo, considere-se o decisor  $dm_1$ , o conjunto de critérios  $C = \{c_1, c_2, c_3\}$ , e o conjunto de pesos  $W_{dm_1} = \{0,4;0,6;0,8\}$ , tem-se que:  $F_{Dif}(W_{dm_1}) = 0,8 - 0,4 = 0,4$ . Consultando a [Tabela 3.3](#), sabe-se que para um  $F_{Dif} \geq 0,4$ , o valor de  $l$  é 3. Através do algoritmo [3.1](#) classifica-se cada um dos critérios como:

---

**Algorithm 3.1** Algoritmo de classificação da importância de um critério.

---

```

1: for each  $c_j \in C$  do
2:   if  $\left(w_{dm_{ic_j}} > \max(W_{dm_i}) - \frac{\max(w_{dm_i}) - \min(w_{dm_i})}{l}\right)$  then
3:      $imp_{c_j dm_i} \leftarrow VIC$ 
4:   else if  $\left(w_{dm_{ic_j}} > \max(W_{dm_i}) - 2 \times \frac{\max(w_{dm_i}) - \min(w_{dm_i})}{l}\right)$  then
5:      $imp_{c_j dm_i} \leftarrow IC$ 
6:   else if  $\left(w_{dm_{ic_j}} > \max(W_{dm_i}) - 3 \times \frac{\max(w_{dm_i}) - \min(w_{dm_i})}{l}\right)$  then
7:      $imp_{c_j dm_i} \leftarrow MC$ 
8:   else if  $\left(w_{dm_{ic_j}} > \max(W_{dm_i}) - 4 \times \frac{\max(w_{dm_i}) - \min(w_{dm_i})}{l}\right)$  then
9:      $imp_{c_j dm_i} \leftarrow NIC$ 
10:  else
11:     $imp_{c_j dm_i} \leftarrow INC$ 
12:  end if
13: end for

```

---

$$w_{dm_{1c_1}} > 0,8 - 4 \times \frac{0,8-0,4}{3} \equiv 0,4 > 0,266 \rightarrow imp_{c_1 dm_1} = NIC;$$

$$w_{dm_{1c_2}} > 0,8 - 2 \times \frac{0,8-0,4}{3} \equiv 0,6 > 0,533 \rightarrow imp_{c_2 dm_1} = VIC;$$

$$w_{dm_{1c_3}} > 0,8 - \frac{0,8-0,4}{3} \equiv 0,8 > 0,666 \rightarrow imp_{c_3 dm_1} = VIC.$$

**Definição 7:** Seja  $W_{DM}$  as preferências de um conjunto de decisores  $DM$  onde:

$$W_{DM} = \{W_{dm_1}, W_{dm_2}, \dots, W_{dm_z}\}, z > 1;$$

**Definição 8:** Seja  $CP$  a matriz de preferências de critérios, onde:

$$CP_{DM} = C \times W_{DM} = \begin{bmatrix} w_{dm_{1c_1}} & w_{dm_{2c_1}} & \dots & w_{dm_{ic_1}} \\ w_{dm_{1c_2}} & w_{dm_{2c_2}} & \dots & w_{dm_{ic_2}} \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ w_{dm_{1c_m}} & w_{dm_{2c_m}} & \dots & w_{dm_{ic_m}} \end{bmatrix}.$$

*Exemplo 6:* Para o mesmo exemplo, considerem-se mais dois decisores  $dm_2$  e  $dm_3$ ,  $DM = \{dm_1, dm_2, dm_3\}$ , mais dois conjuntos de pesos  $W_{dm_2} = \{0,2; 0,8; 0,45\}$ ,  $W_{dm_3} = \{0,7; 0,55; 0,6\}$ .

Combinam-se os três conjuntos de pesos em  $W_{DM} = \{W_{dm_1}, W_{dm_2}, W_{dm_3}\}$  e obtém-se a seguinte matriz de preferências:

$$CP_{DM} = C \times W_{DM} = \begin{bmatrix} W_{dm_{1c_1}} & W_{dm_{2c_1}} & W_{dm_{3c_1}} \\ W_{dm_{1c_2}} & W_{dm_{2c_2}} & W_{dm_{3c_2}} \\ W_{dm_{1c_3}} & W_{dm_{2c_3}} & W_{dm_{3c_3}} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0,40 & 0,20 & 0,70 \\ 0,60 & 0,80 & 0,55 \\ 0,80 & 0,45 & 0,60 \end{bmatrix}.$$

Aplica-se o algoritmo 3.1 para aferir a importância dada a cada critério por cada decisor e obtém-se:

$$CP_{DM} = \begin{bmatrix} 0,40 & 0,20 & 0,70 \\ 0,60 & 0,80 & 0,55 \\ 0,80 & 0,45 & 0,60 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} MC & INC & VIC \\ VIC & VIC & IC \\ VIC & MC & VIC \end{bmatrix}$$

Seja  $F_{highimp}$  uma função que retorna 1 se  $imp_{c_{m_{dm_i}}}$  é *VIC* ou *IC*. No caso de não ser nenhum dos dois, retorna 0.

$$F_{highimp} : imp_{c_{m_{dm_z}}} \begin{cases} 1, & \text{if } imp_{c_{m_{dm_z}}} = VIC \vee imp_{c_{m_{dm_z}}} = IC \\ 0 \end{cases}$$

**Definição 9:** Seja  $HS_c$  o conjunto de somas dos pesos dos melhores critérios  $HS_c = \{hs_{c_1}, hs_{c_2}, hs_{c_3}, \dots, hs_{c_m}\}$ , onde  $m$  é o número de critérios e:

$$\forall i \in \{1, 2, \dots, m\}, hs_{c_i} = \sum_{w_{dm_{z_{c_i}}} \in CP} F_{highimp}(w_{dm_{z_{c_i}}})$$

é a soma de todos os elementos de uma matriz de preferências de critérios  $CP_{DM}$  que são *VIC* ou *IC* para cada critério  $c_i$ .

*Exemplo 7:* Para o mesmo exemplo, utilizando a matriz de preferências de critérios  $CP_{DM}$  obtêm-se as seguintes somas:

$$hs_{c_1} = \sum_{w_{dm_{z_{c_1}}} \in CP_{DM}} F_{highimp}(w_{dm_{z_{c_1}}}) = 0 + 0 + 1 = 1$$

$$hs_{c_2} = \sum_{w_{dm_{z_{c_2}}} \in CP_{DM}} F_{highimp}(w_{dm_{z_{c_2}}}) = 1 + 1 + 1 = 3$$

$$hs_{c_3} = \sum_{w_{dm_{z_{c_3}}} \in CP_{DM}} F_{highimp}(w_{dm_{z_{c_3}}}) = 1 + 0 + 1 = 2$$

$$HS_c = \{1, 3, 2\}$$

**Definição 10:** Seja  $DMCredible_{dm_i}$  o conjunto de decisores que o decisor  $dm_i$  considera credíveis.

### Passo 3: Ponderação dos pesos dos critérios através da credibilidade e do nível de expertise

O terceiro passo do CAP consiste no ajustamento da preferência (peso) de cada critério com base nos fatores credibilidade e *expertise* dos decisores. Para isso, utiliza-se a matriz de preferências de critérios  $CP_{DMCredible}$  que contém os pesos dos critérios atribuídos por cada decisor credível. Dependendo do estilo de comportamento (ver [Tabela 2.9](#)) do decisor  $dm_i$ , utiliza-se a fórmula 3.1 para reajustar a preferência para cada critério  $c_j$ .

$$\forall dm_i \in DM, \forall c_j \in C, crw_{dm_{ic_j}} = \frac{F_{highimp}(W_{dm_{ic_j}}) \times CS_{dm_i} + \left(\frac{TP}{ND}\right) \times CO_{dm_i}}{CS_{dm_i} + CO_{dm_i}} \quad (3.1)$$

Onde:

- $F_{highimp}(W_{dm_{ic_j}})$  retorna 1 ou 0 dependendo da importância dada ao critério  $c_j$  pelo decisor  $dm_i$ ;
- $CS_{dm_i}$  é o valor da Preocupação com o Próprio [1,2,3] do decisor  $dm_i$ ;
- $TP$  é a soma total dos pesos dados ao critério  $c_j$  por cada decisor considerado credível;
- $ND$  é o número total de decisores considerados credíveis pelo decisor  $dm_i$ ;
- $CO_{dm_i}$  é o valor da Preocupação com os Outros [1,2,3] do decisor  $dm_i$ .

*Exemplo 8:* Para o mesmo exemplo, considere-se que o decisor  $dm_1$  considera o decisor  $dm_2$  e o  $dm_3$  como credíveis,  $DMCredible_{dm_1} = \{dm_2, dm_3\}$ . Considere-se também que o  $dm_1$  tem o estilo de comportamento "Obliging".  $CP_{DMCredible_{dm_1}}$  é:

$$CP_{DMCredible_{dm_1}} = \begin{bmatrix} 0,20 & 0,70 \\ 0,80 & 0,55 \\ 0,45 & 0,60 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} INC & VIC \\ VIC & IC \\ MC & VIC \end{bmatrix}.$$

Utiliza-se a fórmula 3.1 para reajustar o peso dado a cada critério pelo decisor  $dm_1$  como:

$$crw_{dm_1c_1} = \frac{0 \times 1 + \left(\frac{0,20+0,70}{2}\right) \times 3}{1+3} = \frac{1,35}{4} = 0,3375$$

$$crw_{dm_1c_2} = \frac{1 \times 1 + \left(\frac{0,80+0,55}{2}\right) \times 3}{1+3} = \frac{3,025}{4} = 0,75625$$

$$crw_{dm_1c_3} = \frac{1 \times 1 + \left(\frac{0,45+0,60}{2}\right) \times 3}{1+3} = \frac{2,575}{4} = 0,64375$$

De seguida, reajusta-se o valor de  $crw_{dm_1c_j}$  com o nível de *expertise* do decisor  $dm_i$  e com o inverso do nível de *expertise* (ver Tabela 3.1) utilizando a fórmula 3.2:

$$\forall dm_i \in DM, \forall c_j \in C, neww_{dm_1c_j} = \frac{crw_{dm_1c_j} \times e_{dm_1} + \left(\frac{TP}{ND}\right) \times e'_{dm_1}}{e_{dm_1} + e'_{dm_1}} \quad (3.2)$$

Onde:

- $crw_{dm_1c_j}$  é o peso reajustado atribuído ao critério  $c_j$  pelo decisor  $dm_1$  utilizando a fórmula 3.1;
- $e_{dm_1}$  é o nível de *expertise* do decisor  $dm_1$ ;
- $TP$  é a soma total dos pesos dados ao critério  $c_j$  por cada decisor considerado credível;
- $ND$  é o número total de decisores considerados credíveis pelo decisor  $dm_1$ ;
- $e'_{dm_1}$  é o inverso do nível de *expertise* do decisor  $dm_1$ .

*Exemplo 9:* Para o mesmo exemplo, considere-se que o decisor  $dm_1$  tem um nível de *expertise*  $e_{dm_1} = 4$ . Utilizando a fórmula 3.2 obtêm-se os novos pesos reajustados:

$$neww_{dm_1c_1} = \frac{0,3375 \times 4 + \left(\frac{0,20+0,70}{2}\right) \times 2}{4+2} = \frac{2,25}{6} = 0,375$$

$$neww_{dm_1c_2} = \frac{0,75625 \times 4 + \left(\frac{0,80+0,55}{2}\right) \times 2}{4+2} = \frac{4,375}{6} = 0,7292$$

$$neww_{dm_1c_3} = \frac{0,64375 \times 4 + \left(\frac{0,45+0,60}{2}\right) \times 2}{4+2} = \frac{3,625}{6} = 0,6041$$

A classificação final atribuída a cada critério por um decisor  $dm_i$  com a matriz de preferências de critérios  $CP_{DMCredible_{dm_i}}$  para cada critério  $c_j$  utilizando a fórmula 3.3.

$$\forall dm_i \in DM, \forall c_j \in C, finalw_{dm_1c_j} = \left(\frac{hs_{c_j}}{ND}\right) \times \left(\frac{TP}{ND}\right) + \left(1 - \frac{hs_{c_j}}{ND}\right) \times neww_{dm_1c_j} \quad (3.3)$$

Onde:

- $neww_{dm_i, c_j}$  é o peso reajustado atribuído ao critério  $c_j$  pelo decisor  $dm_i$  utilizando a fórmula 3.2;
- $hs_{c_j}$  é a soma da importância dos critérios da matriz de preferências de critérios  $CP_{DMCredible_{dm_i}}$  que são VIC ou IC para cada critério  $c_j$ ;
- $TP$  é a soma total dos pesos dados ao critério  $c_j$  por cada decisor considerado credível;
- $ND$  é o número total de decisores considerados credíveis pelo decisor  $dm_i$ .

Exemplo 10: Para o mesmo exemplo, cada critério do decisor  $dm_1$  é reclassificado:

$$finalw_{dm_1c_1} = \left(\frac{1}{2}\right) \times \left(\frac{0,20+0,70}{2}\right) + \left(1 - \frac{1}{2}\right) \times 0,375 = \frac{0,90}{4} + \frac{0,375}{2} = 0,4125$$

$$finalw_{dm_1c_2} = \left(\frac{2}{2}\right) \times \left(\frac{0,80+0,55}{2}\right) + \left(1 - \frac{2}{2}\right) \times 0,7292 = \frac{1,35}{2} = 0,675$$

$$finalw_{dm_1c_3} = \left(\frac{1}{2}\right) \times \left(\frac{0,45+0,60}{2}\right) + \left(1 - \frac{1}{2}\right) \times 0,6041 = \frac{1,05}{4} + \frac{0,6041}{2} = 0,56455$$

Analisando as preferências iniciais  $W_{dm_1}$  tem-se que  $W_{dm_1} = \{0,4;0,6;0,8\}$ , e portanto  $w_{dm_1c_3} > w_{dm_1c_2} > w_{dm_1c_1}$ . Utilizando o método CAP que tem em consideração as preferências, estilo de comportamento e nível de *expertise* do decisor, assim como a credibilidade dos outros decisores, a classificação final é  $finalw_{dm_1c_2} > finalw_{dm_1c_3} > finalw_{dm_1c_1}$ .

#### Passo 4: Agregação de preferências

O quarto passo do CAP consiste na agregação das preferências de forma a calcular a avaliação de cada alternativa  $a_i$ . O processo é efetuado através de duas etapas: a primeira calcula a preferência final de cada alternativa  $a_j$  para cada decisor  $dm_i$ , a segunda etapa calcula a preferência final de cada alternativa com base na avaliação individual de cada decisor.

**Definição 11:** Seja  $i \in DM$ ,  $a_j \in A$ ,  $c_k \in C$ ,  $c_{ka_i} \in D'$ ,  $f_{dm_ia_j}$  a função que avalia as alternativas para cada decisor  $dm_i$ :

$$f_{dm_ia_j} = finalw_{dm_1c_1} \times c_{1a_j} + \dots + finalw_{dm_1c_n} \times c_{na_k} \quad (3.4)$$

**Definição 12:** Seja  $k = |DM|$  e  $f_{a_j}$  a função que faz a avaliação final de cada alternativa  $a_j$ :

$$f_{a_j} = \frac{\sum_{i=1}^k f_{dm_ia_j}}{k} \quad (3.5)$$

### 3.3 Relatórios Inteligentes

Uma vez que não existem na literatura trabalhos na área da tomada de decisão em grupo que definam métodos eficientes de reportar a informação aos decisores envolvidos num processo de tomada de decisão em grupo, esta proposta pretende dar início a um novo tópico relacionado com a tomada de decisão colaborativa. A proposta aqui descrita foi publicada em (João Carneiro, Conceição et al. 2016b).

Como já referido nesta dissertação, é sabido que a tomada de decisão em grupo é uma das formas mais utilizadas pelas organizações para tomar decisões. Para além disso, foram já também referidas as vantagens existentes nos processos de decisão em grupo, quando comparados com decisões tomadas individualmente.

Para gerar algo a que se possa chamar de relatório inteligente, sabe-se por analogia com a literatura estudada que este se deve adaptar às necessidades específicas de cada decisor. Os relatórios serão parte da *interface* com os utilizadores, por isto é importante que um relatório permita que o utilizador perceba as vantagens que tem em utilizar o sistema e que o motive para tal.

Com base nos temas detalhados na revisão de literatura na secção 2.5, consideram-se dois fatores que servirão de base para a construção dos relatórios:

- **Tempo** (*Time*) – a disponibilidade dos decisores é um fator que se deve ter em conta na criação de um relatório inteligente. Este fator influenciará o nível de detalhe da informação a apresentar ao decisor. Neste caso o tempo corresponde à disponibilidade ou dedicação e esforço que um determinado decisor pode ou quer dedicar a um processo de tomada de decisão. Quando o tempo é reduzido a informação a apresentar deve ser mais específica e orientada aos interesses do decisor. Por outro lado, quando a disponibilidade for maior, os relatórios devem continuar a seguir os interesses do decisor mas podem apresentar informação com maior nível de detalhe e apresentar tópicos que não se restringem unicamente aos interesses principais do decisor;
- **Interesse** (*Interest*) – considera-se que identificar os interesses reais de um decisor no processo de tomada de decisão é o fator mais importante na criação de um relatório inteligente. Os interesses são variáveis e são sempre dependentes do tipo de SADG que o decisor está a utilizar. Por exemplo, um decisor pode ter maior interesse nos objetivos dos outros decisores e nesse caso, a informação que deve aparecer no relatório deve ser mais focada nos objetivos dos outros utilizadores. Neste caso, os interesses do decisor estão relacionados com o estilo de comportamento que o decisor escolhe para um processo de decisão em grupo. Os estilos considerados são os propostos por Martinho et al. (2015).

Identificados os fatores que se consideram a base para a geração inteligente de relatórios, foram de seguida identificados tópicos de informação que são possíveis de obter num processo de tomada de decisão em grupo. Os tópicos identificados foram os seguintes (Conceição, João Carneiro, Martinho et al. 2016):

1. Suporte das alternativas pelos decisores;
2. Hierarquia de critérios (critérios considerados mais importantes pelos decisores);
3. Identificar alternativas que embora não sendo a mais preferida do grupo, consiga obter um maior nível de satisfação para o grupo se for escolhida;

4. Avaliação das alternativas utilizando um algoritmo analítico que apenas considere a avaliação dos critérios;
5. Análise de coerência entre a preferência por alternativas e critérios;
6. Previsão da satisfação do utilizador de acordo com as possíveis soluções;
7. Previsão da satisfação dos outros decisores de acordo com as possíveis soluções;
8. Preferências dos decisores considerados credíveis em relação às alternativas;
9. Preferências dos decisores considerados credíveis em relação aos critérios;
10. Identificação de grupos de decisores com preferências semelhantes em relação a uma determinada alternativa;
11. Identificação de grupos de decisores com preferências semelhantes em relação a determinados critérios;
12. Informação relacionada com a proximidade do decisor em relação aos restantes membros do grupo.

Para definir quais os tópicos que são relevantes em cada contexto considera-se necessário classificar cada um destes tópicos quanto ao seu nível de detalhe, para isso definiram-se quatro níveis de detalhe: Geral, Geral-Detalhado, Específico e Muito Específico. As suas definições, são apresentadas de seguida:

- **Geral** – O nível de detalhe é geral quando a informação é relacionada com as questões básicas do problema: preferências sobre alternativas e critérios, assim como com informação crucial e simples para a perceção do estado da decisão;
- **Geral-Detalhado** – Este nível inclui tópicos com maior nível de detalhe do que o anterior. Contudo, estes tópicos ainda estão relacionados com questões diretas sobre o problema (alternativas e critérios). Algumas destas informações requerem algum tipo de processamento e apresentam dados processados;
- **Específico** – Este nível de detalhe enquadra informações que foram geradas por algoritmos mais complexos, ou que utilizam dados gerados durante o processo de decisão;
- **Muito-Específico** – O mais elevado nível de detalhe considerado. Nesta classificação incluem-se as informações que foram geradas por técnicas de inteligência artificial como previsões ou simulações de cenários de decisão.

A Tabela 3.5 apresenta as valorizações correspondentes a cada nível de detalhe. O nível de detalhe está relacionado com a disponibilidade do decisor para analisar os resultados do processo de decisão em grupo. Além da classificação de cada tópico em relação ao seu nível de detalhe, identificou-se a necessidade de classificá-los com base no nível de interesse que as informações têm para o decisor. O nível de interesse que um decisor tem no processo de tomada de decisão está relacionado com o estilo de comportamento selecionado (*Dominating, Integrating, Compromising, Obliging e Avoiding*).

A geração dos relatórios apenas utiliza as dimensões "Preocupação com o próprio" (*Concern for Self*) e "Preocupação com os outros" (*Concern for Others*) do modelo referido. Os tópicos identificados estão classificados de acordo com a informação que disponibilizam: se a informação diz respeito a informações das escolhas do próprio decisor, o tópico é classificado como "próprio" (*self*); se a informação é referente aos outros membros do grupo, o tópico

Tabela 3.5: Valorização dos níveis de detalhe.

| Nível de Detalhe | Valor |
|------------------|-------|
| Geral            | 1     |
| Geral-Detalhado  | 2     |
| Específico       | 3     |
| Muito-Específico | 4     |

Tabela 3.6: Classificação dos tópicos em relação ao seu nível de interesse.

| Nr do tópico | Classificação |
|--------------|---------------|
| 1            | Ambos         |
| 2            | Ambos         |
| 3            | Outros        |
| 4            | Ambos         |
| 5            | Próprio       |
| 6            | Próprio       |
| 7            | Outros        |
| 8            | Outros        |
| 9            | Outros        |
| 10           | Próprio       |
| 11           | Próprio       |
| 12           | Próprio       |

é classificado como "outros" (*others*); por último, nos casos em que a informação seja de caráter geral, o tópico é classificado como "ambos" (*both*).

Os relatórios apresentam a informação dividida em duas partes denominadas de secções. A primeira contém informações globais relacionadas com os níveis de consenso das alternativas. Esta secção é semelhante para todos os decisores envolvidos no processo, uma vez que se considera que, apesar de o principal objetivo dos relatórios inteligentes ser que estes apenas apresentem informações que se adequem ao decisor, existem informações mínimas que são sempre apresentadas a todos, mesmo que o decisor em causa tenha uma disponibilidade reduzida, esta é a informação mínima que se considera. O algoritmo 3.2 irá selecionar os tópicos a incluir em cada relatório de acordo com o estilo de comportamento selecionado e com a disponibilidade do decisor. Considerou-se como fator principal de seleção a disponibilidade do decisor, assim sendo só serão mostrados os tópicos cuja avaliação quanto ao seu nível de detalhe seja igual ou inferior ao seu nível de disponibilidade. A segunda etapa de filtragem diz respeito ao estilo de comportamento que está relacionado com a classificação de cada tópico. Para os decisores que selecionem um estilo com elevada "Preocupação com o Próprio" serão apresentados os tópicos com classificação "Próprio" ou "Ambos", no caso dos decisores que tenham elevada "Preocupação com os Outros" serão apresentados os tópicos com classificação "Outros" ou "Ambos", para os decisores que selecionem estilos com igual valorização em ambas as dimensões são apresentados todos os tópicos.

**Algorithm 3.2** Seleção dos tópicos a incluir num relatório (pseudocódigo).

---

```

1: Entrada: Lista de tópicos disponíveis ordenados por ordem crescente de nível de detalhe (ITopics), Decisor (dm).
2: Saída: Lista de tópicos a incluir no relatório (IShowTopics).
3:
4: for each topic ∈ ITopics do
5:   if topic.Detail ≤ dm.Availability then
6:     if dm.BehaviourStyle == Dominating & (topic.Classification == self || topic.Classification == both) then
7:       IShowTopics.add(topic)
8:     else
9:       if dm.BehaviourStyle == Obliging & (topic.Classification == others || topic.Classification == both) then
10:        IShowTopics.add(topic)
11:      else
12:        if dm.BehaviourStyle == Integrating || dm.BehaviourStyle == Compromising || dm.BehaviourStyle ==
        Avoiding then
13:          IShowTopics.add(topic)
14:        end if
15:      end if
16:    end if
17:  end if
18: end for

```

---

A classificação dos tópicos identificados foi efetuada com recurso à realização de um inquérito a um grupo de indivíduos selecionados aleatoriamente. Apenas foi imposta como restrição a necessidade de esse indivíduo estar familiarizado com a dinâmica da tomada de decisão em grupo e que preenchesse pelo menos um dos seguintes requisitos: ter a necessidade regular (por exemplo no seu ambiente laboral) de tomar decisões em grupo, ou possuir conhecimentos na área da tomada de decisão em grupo.

O inquérito efetuado estava dividido em três secções distintas: a primeira tinha como objetivo recolher dados demográficos dos participantes (género, idade, nível de escolaridade e profissão). Na segunda secção, foi solicitado que cada indivíduo avaliasse cada um dos tópicos em relação ao seu nível de detalhe (Geral, Geral-Detalhado, Específico e Muito-Específico) com base nas descrições de cada um dos níveis (tal como indicado na secção 3.3). A terceira e última fase do inquérito consistiu na avaliação dos mesmos 19 tópicos em relação ao seu interesse (o que se pretendia era que os resultados permitissem enquadrar os tópicos nas dimensões "Preocupação com os Outros" e "Preocupação com o Próprio" dos estilos de comportamento). Salienta-se que no âmbito desta dissertação apenas irão ser analisados os resultados obtidos para os 12 tópicos anteriormente identificados, uma vez que os restantes apenas fazem sentido em mecanismos de negociação como é o caso da negociação baseada em argumentação.

O inquérito foi efetuado através de um formulário *online* que foi enviado a um grupo de indivíduos. Foram obtidas 23 respostas, a idade dos participantes estava compreendida entre os 25 e os 40 anos (a média foi de 30 anos). A percentagem de indivíduos do sexo masculino que participaram no inquérito foi de 65%, sendo os restantes 35% do sexo feminino. A [Tabela 3.7](#) apresenta as profissões dos inquiridos.

Os dados recolhidos na segunda secção do inquérito (classificação dos tópicos em relação ao seu nível de detalhe) foram analisados e a distribuição das respostas pelas categorias é apresentada na [Tabela 3.8](#). Com o objetivo de analisar a concordância entre os indivíduos inquiridos, foi efetuado o teste do Coeficiente de Correlação Intra-classe (*Intraclass Correlation Coefficient*) (ICC) ao conjunto de respostas obtidas (ver [Tabela 3.9](#)). O ICC efetua a avaliação da confiabilidade entre avaliadores e disponibiliza uma forma de quantificar o grau de concordância entre dois ou mais avaliadores que fazem avaliações independentes sobre as características de um conjunto de determinado tópico ou tema Hallgren (2012) e McHugh

Tabela 3.7: Profissões dos inquiridos.

| Profissão              | Freq. | Freq. Relativa |
|------------------------|-------|----------------|
| Gestor de Projetos     | 1     | 4%             |
| Investigador           | 7     | 30%            |
| Engenheiro Informático | 3     | 13%            |
| Engenheiro Alimentar   | 1     | 4%             |
| Gestor                 | 1     | 4%             |
| Estudante              | 6     | 26%            |
| Consultor              | 1     | 4%             |
| Biólogo                | 1     | 4%             |
| Farmacêutico           | 1     | 4%             |
| Chef de Cozinha        | 1     | 4%             |

Tabela 3.8: Classificação dos tópicos em relação ao seu nível de detalhe.

| Nr do Tópico | Geral |      | Geral Detalhado |     | Específico |     | Muito Específico |     | Média | Desvio Padrão |
|--------------|-------|------|-----------------|-----|------------|-----|------------------|-----|-------|---------------|
|              | Freq. | %    | Freq.           | %   | Freq.      | %   | Freq.            | %   |       |               |
| 1            | 23    | 100% | 0               | 0%  | 0          | 0%  | 0                | 0%  | 1     | 0             |
| 2            | 17    | 74%  | 6               | 26% | 0          | 0%  | 0                | 0%  | 1,26  | 0,44          |
| 3            | 0     | 0%   | 4               | 17% | 18         | 78% | 1                | 4%  | 2,87  | 0,45          |
| 4            | 0     | 0%   | 6               | 26% | 14         | 61% | 3                | 13% | 2,87  | 0,61          |
| 5            | 0     | 0%   | 12              | 52% | 2          | 9%  | 9                | 39% | 2,87  | 0,95          |
| 6            | 0     | 0%   | 2               | 9%  | 10         | 43% | 11               | 48% | 3,39  | 0,64          |
| 7            | 0     | 0%   | 2               | 9%  | 14         | 61% | 7                | 30% | 3,21  | 0,59          |
| 8            | 2     | 9%   | 13              | 57% | 6          | 26% | 2                | 9%  | 2,35  | 0,76          |
| 9            | 0     | 0%   | 8               | 35% | 11         | 48% | 4                | 17% | 2,83  | 0,70          |
| 10           | 0     | 0%   | 8               | 35% | 9          | 39% | 6                | 26% | 2,91  | 0,78          |
| 11           | 0     | 0%   | 4               | 17% | 9          | 39% | 10               | 43% | 3,26  | 0,74          |
| 12           | 0     | 0%   | 1               | 4%  | 2          | 9%  | 20               | 87% | 3,83  | 0,48          |

(2012). Segundo Cicchetti (1994), uma vez que o valor da Medida Média é superior a 0,9 pode concluir-se que o nível de concordância entre os inquiridos é excelente. Desta forma, o valor da média para cada resposta pode ser utilizado como valor de classificação do nível de detalhe de cada tópico.

A terceira e última secção do inquérito consistiu na avaliação de cada um dos tópicos em relação ao nível interesse (numa escala de 1 a 3, onde 1 significa baixo nível de interesse e 3 alto nível de interesse) para cada uma das dimensões utilizadas dos estilos de comportamento: Preocupação com os outros e Preocupação com o próprio. O resumo das respostas é apresentado na Tabela 3.10 e como se pode verificar a classificação média de cada tópico é muito semelhante. Como no estudo anterior, efetuou-se o teste do ICC ao conjunto de respostas obtidas de forma a avaliar a concordância entre os inquiridos. Os resultados do ICC estão descritos na Tabela 3.11. Os valores apresentados são muito inferiores a 0,9, pelo que segundo Cicchetti (1994) são maus resultados. Assim, com o intuito de resolver esta classificação, os tópicos foram apenas classificados conforme indicado na Tabela 3.6.

Tabela 3.9: Coeficiente de Correlação IntraClasse - Nível de detalhe dos tópicos.

|                       | Correlação<br>intraclasse | Intervalo de<br>Confiança 95% |                    | Valor  | Teste F com<br>Valor True |     |      |
|-----------------------|---------------------------|-------------------------------|--------------------|--------|---------------------------|-----|------|
|                       |                           | Limite<br>inferior            | Limite<br>superior |        | gl1                       | gl2 | Sig  |
| <b>Medidas únicas</b> | ,613                      | ,429                          | ,824               | 38,825 | 11                        | 242 | ,000 |
| <b>Medidas médias</b> | ,973                      | ,945                          | ,991               | 38,825 | 11                        | 242 | ,000 |

Tabela 3.10: Classificação dos tópicos em relação ao seu nível de interesse.

| Nr. Tópico | Baixo (1) |     | Médio (2) |     | Alto (3) |     | Média | Desvio<br>Padrao |
|------------|-----------|-----|-----------|-----|----------|-----|-------|------------------|
|            | Freq.     | %   | Freq.     | %   | Freq.    | %   |       |                  |
| 1.Próprio  | 2         | 9%  | 7         | 30% | 14       | 61% | 2,52  | 0,65             |
| 1.Outros   | 2         | 9%  | 4         | 17% | 17       | 74% | 2,65  | 0,63             |
| 2.Próprio  | 2         | 9%  | 8         | 35% | 13       | 57% | 2,48  | 0,65             |
| 2.Outros   | 0         | 0%  | 9         | 39% | 14       | 61% | 2,61  | 0,49             |
| 3.Próprio  | 2         | 9%  | 16        | 70% | 5        | 22% | 2,13  | 0,54             |
| 3.Outros   | 0         | 0%  | 8         | 35% | 15       | 65% | 2,65  | 0,48             |
| 4.Próprio  | 0         | 0%  | 15        | 65% | 8        | 35% | 2,35  | 0,48             |
| 4.Outros   | 5         | 22% | 5         | 22% | 13       | 57% | 2,35  | 0,81             |
| 5.Próprio  | 4         | 17% | 12        | 52% | 7        | 30% | 2,13  | 0,68             |
| 5.Outros   | 7         | 30% | 8         | 35% | 8        | 35% | 2,04  | 0,81             |
| 6.Próprio  | 2         | 9%  | 11        | 48% | 10       | 43% | 2,35  | 0,63             |
| 6.Outros   | 11        | 48% | 5         | 22% | 7        | 30% | 1,83  | 0,87             |
| 7.Próprio  | 0         | 0%  | 15        | 65% | 8        | 35% | 2,35  | 0,48             |
| 7.Outros   | 4         | 17% | 4         | 17% | 15       | 65% | 2,48  | 0,77             |
| 8.Próprio  | 0         | 0%  | 15        | 65% | 8        | 35% | 2,35  | 0,48             |
| 8.Outros   | 4         | 17% | 4         | 17% | 15       | 65% | 2,48  | 0,77             |
| 9.Próprio  | 0         | 0%  | 13        | 57% | 10       | 43% | 2,43  | 0,50             |
| 9.Outros   | 6         | 26% | 0         | 0%  | 17       | 74% | 2,48  | 0,88             |
| 10.Próprio | 0         | 0%  | 19        | 83% | 4        | 17% | 2,17  | 0,38             |
| 10.Outros  | 0         | 0%  | 8         | 35% | 15       | 65% | 2,65  | 0,48             |
| 11.Próprio | 2         | 9%  | 18        | 78% | 3        | 13% | 2,04  | 0,46             |
| 11.Outros  | 2         | 9%  | 7         | 30% | 14       | 61% | 2,52  | 0,65             |
| 12.Próprio | 4         | 17% | 11        | 48% | 8        | 35% | 2,17  | 0,70             |
| 12.Outros  | 4         | 17% | 7         | 30% | 12       | 52% | 2,35  | 0,76             |

Tabela 3.11: Coeficiente de Correlação IntraClasse - Nível de interesse dos tópicos.

|                       | Correlação<br>intraclasse | Intervalo de<br>Confiança 95% |                    | Valor | Teste F com<br>Valor True |     |      |
|-----------------------|---------------------------|-------------------------------|--------------------|-------|---------------------------|-----|------|
|                       |                           | Limite<br>inferior            | Limite<br>superior |       | gl1                       | gl2 | Sig  |
| <b>Medidas únicas</b> | ,076                      | ,032                          | ,168               | 3,090 | 23                        | 483 | ,000 |
| <b>Medidas médias</b> | ,643                      | ,417                          | ,816               | 3,090 | 23                        | 483 | ,000 |

## Capítulo 4

# Experimentação e Avaliação

Este capítulo apresenta a metodologia utilizada na experimentação e avaliação da solução proposta nesta dissertação. A secção 4.1 apresenta e descreve as métricas que foram utilizadas como medidas de avaliação da solução. Na secção 4.2 são descritas as experiências realizadas com o objetivo de validar o algoritmo multi-critério desenvolvido.

### 4.1 Métricas de avaliação

A avaliação do algoritmo multi-critério foi efetuada com base na métrica da satisfação proposta por João Carneiro, Santos et al. (2017). A métrica de satisfação é utilizada para entender a percepção de qualidade do decisor, em relação à alternativa escolhida. No trabalho desenvolvido por João Carneiro, Santos et al. (2017), a satisfação é medida em duas partes, mas nos casos em que não exista um estilo de comportamento definido, apenas é utilizada a primeira parte. A primeira é medida através das fórmulas 4.1, 4.2 e 4.3.

$$D_{Lost} = Alt_F - Alt_P \quad (4.1)$$

$$A_{Conversion} = 2 \times Alt_F - 1 \quad (4.2)$$

$$D_{Satisfaction} = 1 - |A_{Conversion}| \times D_{Lost} + A_{Conversion} \quad (4.3)$$

Onde:

- $D_{Lost}$  representa a perda da satisfação do decisor na diferença entre as avaliações feitas para a alternativa escolhida pelo grupo e para sua alternativa preferida. Quando a alternativa escolhida pelo grupo é a mesma que a sua, a perda é zero;
- $Alt_F$  representa a avaliação efetuada pelo decisor à alternativa que foi escolhida pelo grupo;
- $Alt_P$  representa a avaliação efetuada pelo decisor para a sua alternativa preferida;
- $A_{Conversion}$  é a conversão da avaliação efetuada pelo decisor no intervalo  $[-1, 1]$ .

A segunda parte relaciona a  $D_{Satisfaction}$  e o estilo de comportamento definido pelo utilizador. Nesta etapa, a satisfação é medida de acordo com os valores do estilo de comportamento definido (os estilos de comportamento são os propostos em (Martinho et al. 2015), descritos

na secção 2.4.2) nas dimensões preocupação com o próprio e preocupação com os outros. A  $D_{Satisfaction}$  é medida novamente utilizando a fórmula 4.4.

$$D_{Satisfaction} = \frac{D_{Satisfaction} \times CS + OAAD_{Satisfaction} \times CO}{CS + CO} \quad (4.4)$$

Onde:

- $CS$  é o valor da dimensão preocupação com o próprio (*Concern for Self*) [1,2,3];
- $OAAD_{Satisfaction}$  é a média da satisfação dos restantes membros do grupo;
- $CO$  é o valor da dimensão preocupação com os outros (*Concern for Others*) [1,2,3].

## 4.2 Caso de Estudo: Cognitive Analytic Process

O CAP foi testado com recurso a simulações executadas num protótipo desenvolvido para o efeito. O protótipo desenvolvido permite configurar um problema multi-critério e apresenta a solução para o problema calculada pelo algoritmo desenvolvido (o CAP), assim como pelo AHP (ver secção 2.3.2), o TOPSIS (ver secção 2.3.5) e por uma Função de Utilidade (FU) (ver secção 2.3.1). Uma vez que a abordagem escolhida no desenvolvimento do CAP é bastante diferente das abordagens tradicionais na área da MCDA foram escolhidos estes algoritmos para comparar com o CAP. Não obstante, considerou-se relevante a comparação do CAP com alguns dos mais reconhecidos e utilizados métodos existentes na literatura. O protótipo desenvolvido para o CAP é um sistema multi-agente que onde cada agente representa um decisor real.

O problema multi-critério utilizado para a avaliação do CAP tinha como objetivo a escolha de um medicamento. Os critérios e as alternativas foram seleccionados com base no trabalho de De (1993). Considerou-se que cada agente representava um membro da equipa médica. Todas as alternativas foram classificadas de acordo com os quatro critérios: eficácia (*efficacy*), segurança (*safety*), conveniência (*convenience*) e baixo custo (*low cost*). Todos os critérios eram numéricos e de maximização. A Tabela 4.1 apresenta as especificações (alternativas e critérios) do problema multi-critério utilizado na avaliação do CAP (os valores apresentados não representam informação real e apenas foram utilizados como um exemplo para as simulações).

Tabela 4.1: Problema multi-critério.

|                                | Eficácia | Segurança | Conveniência | Baixo Custo |
|--------------------------------|----------|-----------|--------------|-------------|
| <i>Antihistamines</i>          | 0,98     | 0,26      | 0,72         | 0,47        |
| <i>Corticosteroids</i>         | 0,60     | 0,85      | 0,05         | 0,60        |
| <i>β-adrenoceptor agonists</i> | 0,38     | 0,51      | 0,64         | 0,42        |
| <i>Methylxanthines</i>         | 0,91     | 0,07      | 0,15         | 0,82        |
| <i>Anticholinergic</i>         | 0,21     | 0,89      | 0,76         | 0,26        |

A avaliação do CAP foi efetuada com recurso a diversos cenários de simulação que foram criados com o problema multi-critério anteriormente apresentado. O primeiro ambiente de simulação foi criado com 12 agentes. Para este cenário foram executadas 10 000 simulações e em cada uma das simulações foram utilizados os quatro métodos inicialmente referidos

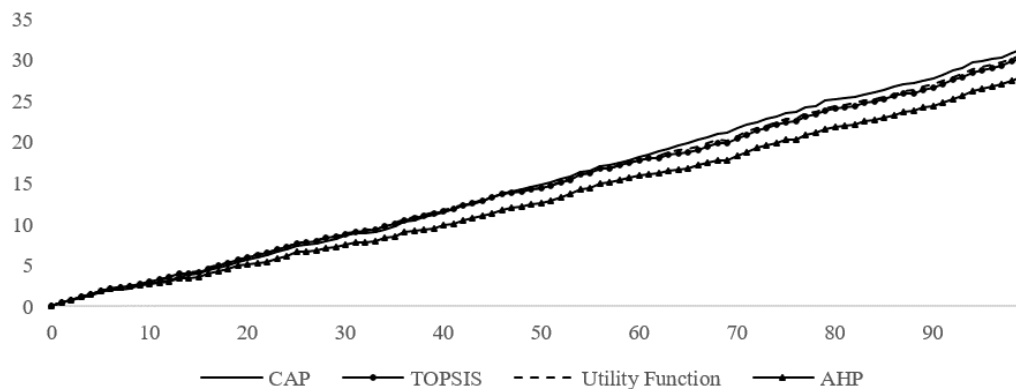


Figura 4.1: Gráfico comparativo da satisfação acumulada de 100 simulações de um total de 10000.

(CAP, TOPSIS, AHP e a função de utilidade) para estudar e comparar os resultados obtidos utilizando os mesmos parâmetros de configuração. A [Tabela 4.2](#) apresenta os principais resultados obtidos dessas simulações. Facilmente se verificou que os dados obtidos por cada método foram muito semelhantes. Contudo, verificou-se que a satisfação dos agentes em cada simulação foi superior quando o CAP era utilizado. Para além disso, o CAP apresentou melhores resultados ao nível da satisfação dos agentes em relação à mediana e aos valores mínimos e máximos.

Tabela 4.2: Resultados obtidos para cada método ao longo das 10000 simulações.

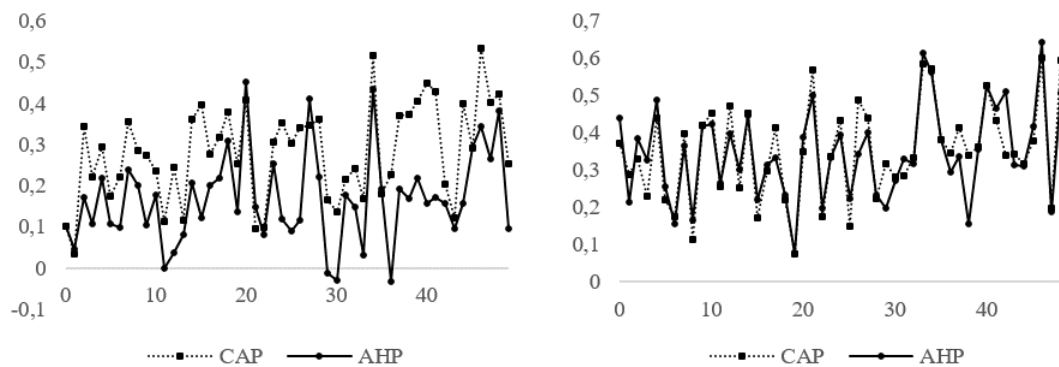
|         | CAP     | TOPSIS  | AHP     | FU      |
|---------|---------|---------|---------|---------|
| Média   | 0,3309  | 0,3193  | 0,2966  | 0,3238  |
| Mínimo  | -0,0858 | -0,0886 | -0,1776 | -0,1410 |
| Máximo  | 0,8119  | 0,7838  | 0,7838  | 0,7838  |
| Mediana | 0,3285  | 0,3183  | 0,2960  | 0,3203  |

De forma a avaliar se a satisfação média obtida pelo CAP era efetivamente superior em cada simulação, a [Figura 4.1](#) apresenta a satisfação acumulada (o eixo das abcissas representa o número da simulação e o eixo das ordenadas representa a satisfação acumulada) para cada método de um exemplo de 100 simulações. Verificou-se que os valores obtidos na [Tabela 4.2](#) correspondia ao crescimento apresentado por cada método. Como mencionado anteriormente, os dados gerais apresentados em cada método são bastante similares. Contudo, pretendia-se estudar os resultados de cada método nas situações em que a alternativa escolhida fosse diferente.

A [Tabela 4.3](#) apresenta os resultados obtidos para o CAP e AHP. Em 10000 simulações, o CAP obteve uma satisfação superior em 6241 resultados. Nos casos em que a satisfação obtida com o CAP foi superior, a média, a mediana, o desvio padrão, o máximo e o mínimo correspondiam à diferença de satisfação entre o CAP e o AHP (CAP-AHP). Da mesma forma, quando o AHP obteve uma satisfação superior ao CAP esses valores correspondiam à diferença de satisfação entre o AHP e o CAP (AHP-CAP). Verificou-se que a média obtida no CAP foi quase o dobro quando comparada com a média de satisfação obtida no AHP. O valor inferior do desvio padrão do AHP indica que existiu menor variação nos resultados

Tabela 4.3: Comparação entre o CAP e o AHP em 10000 simulações.

|               | CAP                     | AHP                     |
|---------------|-------------------------|-------------------------|
| Contagem      | 6241                    | 3759                    |
| Média         | 0,0830                  | 0,0464                  |
| Desvio Padrão | 0,0726                  | 0,0375                  |
| Máximo        | 0,4408                  | 0,2706                  |
| Mínimo        | $2,3872 \times 10^{-6}$ | $4,5927 \times 10^{-6}$ |
| Mediana       | 0,0614                  | 0,0381                  |



(a) Alternativa selecionada foi diferente.

(b) Alternativa selecionada foi igual.

Figura 4.2: Comparação da satisfação obtida entre o CAP e o AHP.

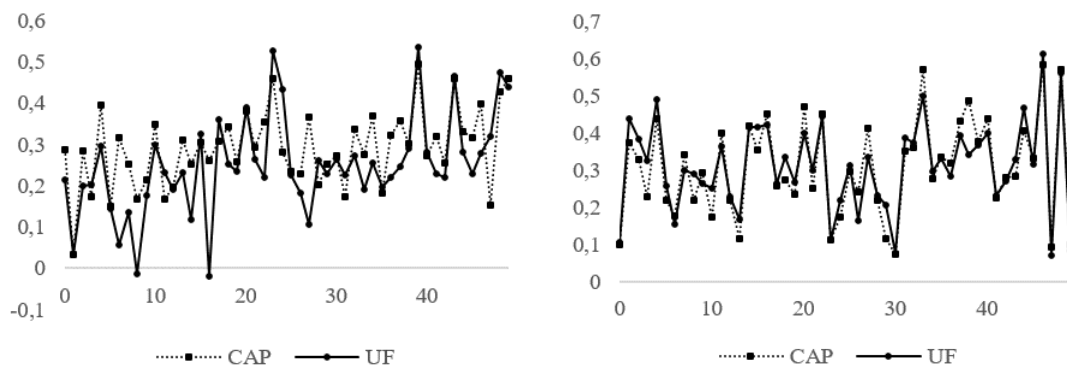
do AHP. Os valores mínimo, máximo e a mediana obtidos pelo CAP foram todos superiores quando comparados com os valores obtidos pelo AHP.

O CAP selecionou uma alternativa diferente da selecionada pelo AHP em 3233 das 10000 simulações. A [Figura 4.2a](#) apresenta os resultados de uma amostra de 50 simulações (o eixo das abcissas representa o número da simulação e o eixo das ordenadas representa o valor da satisfação). Verificou-se que a satisfação obtida foi, na maioria das simulações, superior na escolha efetuada pelo CAP. A média da satisfação obtida pelos agentes nessas 3233 simulações foi de 0,2944, enquanto que com o AHP foi de apenas 0,1995. Para além disso, em 2609 das 3233 simulações a alternativa selecionada pelo CAP permitiu obter uma satisfação superior. A [Figura 4.2b](#) apresenta os resultados obtidos numa amostra de 50 simulações de um total de 6767 simulações onde a alternativa selecionada pelo CAP foi igual à selecionada pelo AHP (o eixo das abcissas representa o número da simulação e o eixo das ordenadas representa o valor da satisfação). Estes resultados confirmaram que a satisfação obtida pelos agentes foi sempre muito similar utilizando o CAP e o AHP. Para além disso, verificou-se que a média da satisfação obtida com a alternativa selecionada pelo CAP nas 6767 foi de 0,3484 enquanto que a média da satisfação obtida pelo AHP foi de 0,3429. O CAP obteve uma satisfação superior em 3632 simulações enquanto que o AHP apenas obteve satisfação superior em 3135 simulações.

A [Tabela 4.4](#) apresenta os resultados obtidos para o CAP e a FU. Em 10000 simulações o CAP obteve maior satisfação com a alternativa selecionada em 5448 simulações. Nos casos em que a satisfação obtida com o CAP foi superior, a média, a mediana, o desvio padrão, o máximo e o mínimo correspondiam à diferença de satisfação entre o CAP e a FU

Tabela 4.4: Comparação entre o CAP e a FU em 10000 simulações.

|               | CAP                     | FU                      |
|---------------|-------------------------|-------------------------|
| Contagem      | 5448                    | 4552                    |
| Média         | 0,0526                  | 0,0451                  |
| Desvio Padrão | 0,0438                  | 0,0358                  |
| Máximo        | 0,3826                  | 0,2656                  |
| Mínimo        | $2,3876 \times 10^{-6}$ | $4,5927 \times 10^{-6}$ |
| Mediana       | 0,0423                  | 0,0377                  |



(a) Alternativa selecionada foi diferente.

(b) Alternativa selecionada foi a mesma.

Figura 4.3: Comparação da satisfação obtida entre o CAP e a FU.

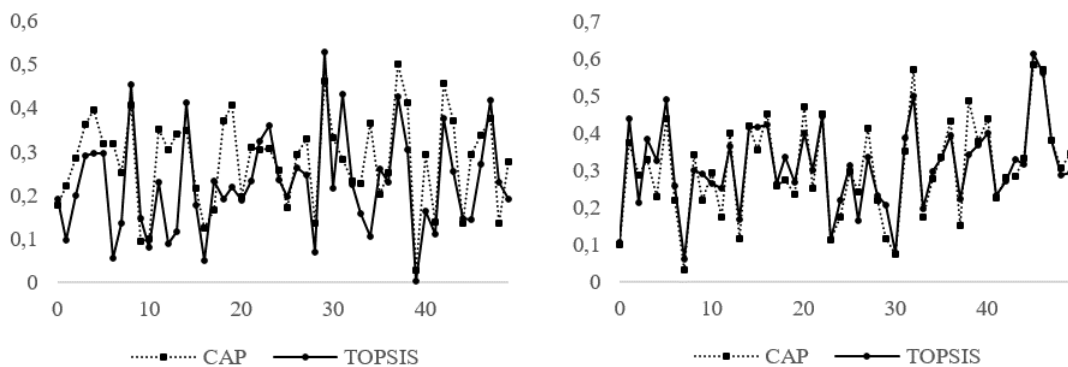
(CAP-FU). Da mesma forma, quando a FU obteve satisfação superior com a alternativa selecionada, esses valores correspondiam à diferença de satisfação entre a FU e CAP (FU-CAP). Verificou-se que a satisfação média obtida na alternativa selecionada pelo CAP e pela FU foi muito semelhante. Em relação aos valores obtidos do desvio padrão, do mínimo, do máximo e da mediana foram também muito semelhantes para ambos os métodos.

O CAP selecionou uma alternativa diferente da selecionada pela FU em 1072 simulações. A [Figura 4.3a](#) apresenta os resultados de uma amostra de 50 simulações (o eixo das abcissas representa o número da simulação e o eixo das ordenadas representa o valor da satisfação). Nesta situação, verificaram-se resultados idênticos à comparação entre o CAP e o AHP. Nesta situação o CAP também obteve maior satisfação com a alternativa selecionada na maioria das vezes em comparação com a satisfação obtida pela alternativa selecionada pela FU. A satisfação média obtida pelos agentes nestas 1072 simulações foi de 0,2840 e pela FU foi apenas de 0,2365. Verificou-se que a diferença das médias foi inferior nesta comparação em relação à diferença evidenciada pela comparação do CAP com o AHP. Para além disso, o CAP obteve maior satisfação com a alternativa selecionada em 770 das 1072 simulações.

A [Figura 4.3b](#) apresenta os resultados obtidos numa amostra de 50 simulações de um total de 8928 simulações onde a alternativa selecionada pelo CAP e pela FU foi a mesma (o eixo das abcissas representa o número da simulação e o eixo das ordenadas representa o valor da satisfação). Tal como aconteceu na comparação com o AHP, a satisfação obtida pelos agentes utilizando o CAP e a FU é sempre muito semelhante nessas situações. Além disso, verificou-se que a média da satisfação obtida pelo CAP nestas 8928 simulações é de 0,3366 e no caso da FU é de 0,3332. O CAP obteve uma satisfação superior em 4678 simulações

Tabela 4.5: Comparação entre o CAP e o TOPSIS em 10000 simulações

|                    | CAP                     | TOPSIS                  |
|--------------------|-------------------------|-------------------------|
| Count              | 5536                    | 4464                    |
| Average            | 0,0580                  | 0,0460                  |
| Standard Deviation | 0,0506                  | 0,0366                  |
| Maximum            | 0,3826                  | 0,2589                  |
| Minimum            | $2,3872 \times 10^{-6}$ | $4,5927 \times 10^{-6}$ |
| Median             | 0,0423                  | 0,0377                  |



(a) Alternativa selecionada é diferente.

(b) Alternativa selecionada é a mesma.

Figura 4.4: Comparação da satisfação obtida entre o CAP e o TOPSIS.

e a FU em 4250 simulações.

A Tabela 4.5 mostra os dados resultantes da comparação direta entre o CAP e o TOPSIS. Nas 10000 simulações realizadas o CAP obteve uma satisfação superior ao TOPSIS em 5536 simulações. Os valores de média, desvio padrão, máximo, mínimo e mediana apresentados dizem respeito no caso do CAP à diferença da satisfação obtida (CAP-TOPSIS) nas situações em que o CAP obteve uma satisfação superior e no caso do TOPSIS à diferença da satisfação obtida (TOPSIS-CAP) nas situações em que o TOPSIS obteve uma satisfação superior ao CAP. Verificamos que a média obtida pelo CAP é praticamente a mesma da média obtida pelo TOPSIS. Relativamente ao desvio padrão, mediana, máximo e mínimo os valores obtidos são também muito semelhantes nos dois métodos.

O CAP selecionou uma alternativa diferente da selecionada pelo TOPSIS em 1506 simulações. A Figura 4.4a apresenta uma amostra de 50 desses cenários (o eixo das abcissas representa o número da simulação e o eixo das ordenadas representa o valor da satisfação). Tal como aconteceu na comparação com o AHP e FU, também aqui quando se tratam de decisões diferentes a satisfação obtida pelos agentes utilizando o CAP é praticamente sempre superior. A média da satisfação obtida pelos agentes nessas 1506 simulações quando o CAP é utilizado é de 0,2681, por outro lado a média da satisfação dos agentes utilizando o TOPSIS é de 0,2138. Como se verifica existe uma diferença inferior nos valores das médias relativamente aos valores apresentados anteriormente na comparação do CAP com o AHP e uma diferença muito semelhante na comparação com a FU. Além disto, nas 1506 simulações em que os métodos propõem alternativas diferentes, o CAP obtém uma satisfação superior em 1063 simulações.

Tabela 4.6: Comparação da satisfação obtida entre todos os métodos.

|                 | AHP  | CAP  | FU   | TOPSIS |
|-----------------|------|------|------|--------|
| Melhor          | 191  | 5195 | 308  | 48     |
| Melhor ou Igual | 3516 | 5195 | 4317 | 4272   |

A [Figura 4.4b](#) apresenta uma amostra de 50 simulações das 8494 simulações em que a alternativa selecionada pelo CAP e pelo TOPSIS foi a mesma. Tal como aconteceu na comparação com o AHP e com a FU, a satisfação obtida pelos agentes utilizando o CAP e o TOPSIS é sempre muito semelhante nessas situações. Além disso, verificou-se que a média de satisfação obtida pela CAP nestas 8494 ocasiões é de 0,3421 e no caso do TOPSIS de 0,3380. O CAP obteve uma satisfação superior em 4473 simulações e o TOPSIS em 4021 simulações.

Para finalizar este estudo, relativamente a este cenário de simulação (10000 simulações) foi comparado o número de vezes em que cada método consegue atingir maior satisfação quando comparado com todos os outros. A [Tabela 4.6](#) apresenta os dados obtidos. Como se pode verificar o CAP teve uma satisfação superior em 5195 simulações, o AHP em 191 simulações, a FU em 308 simulações e o TOPSIS em apenas 48 simulações. Quando se consideram as situações em que o método conseguiu atingir a satisfação mais elevada, mesmo que em situação de igualdade com algum outro método, verificou-se que o CAP manteve o mesmo resultado e todos os outros métodos aumentaram significativamente o número de ocasiões em que obtiveram a satisfação mais elevada. Conclui-se que em 4258 simulações mais do que um algoritmo atingiu a satisfação mais elevada. Devido a este facto, tentou-se perceber se nessas simulações o CAP tinha tido um desempenho muito inferior. Os valores da média da satisfação obtidos por cada um dos métodos apenas considerando as 4805 ocasiões em que o CAP não foi o melhor são: 0,2975, 0,2833, 0,3238 e 0,3204 para o AHP, CAP, UF e TOPSIS respectivamente.

Um outro ponto que foi considerado relevante estudar diz respeito às diferenças existentes na pesagem dos critérios e na sua ordenação efetuada por cada método. Na [Tabela 4.7](#) são apresentados os valores obtidos por cada método na pesagem dos critérios e na sua ordenação em 4 simulações realizadas. Em cada simulação foi selecionado aleatoriamente um agente para servir de referência. Verificou-se que neste problema (pouco complexo, com apenas 4 critérios) os métodos AHP e TOPSIS obtiveram sempre (nas diferentes simulações) a mesma ordenação de critérios, apesar de lhes terem atribuído diferentes pesos. No caso do CAP, a ordenação atribuída aos critérios foi similar à realizada pelo AHP e TOPSIS mas com algumas diferenças. Por exemplo na segunda simulação o CAP agrupa os critérios "Segurança" e "Conveniência" como VIC (*Very Important Criterion*), enquanto que no AHP e TOPSIS esses mesmos critérios, apesar de terem pesos muito próximos, ocupam diferentes lugares na ordenação. Outro facto interessante é que a ordenação no AHP e TOPSIS é sempre efetuada com base no valor do peso, fazendo com que a ordenação seja sequencial (1, 2, 3, ..., n). No caso do CAP a ordenação não é obrigatoriamente sequencial. Por exemplo, na segunda simulação existem 2 critérios classificados como VIC (*Very Importante Criterion*) e 2 critérios classificados como INC (*Insignificant Criterion*), numa escala que apresentada por ordem decrescente de grau de importância é VIC, IC, MC, NIC and INC.

Como último ponto de análise, foi configurado um cenário de simulação para estudar de que forma é que os resultados dos vários métodos variam com a variação do número de agentes (decisores) envolvidos no processo de decisão em grupo. Executaram-se 1000 simulações

Tabela 4.7: Exemplo da ordenação dos critérios de acordo com cada método.

| Simulação | Critérios    | CAP     |       | AHP     |       | TOPSIS  |       |
|-----------|--------------|---------|-------|---------|-------|---------|-------|
|           |              | Peso(%) | Ordem | Peso(%) | Ordem | Peso(%) | Ordem |
| 1         | Eficácia     | -       | MC    | 14,35   | 3     | 23,15   | 3     |
|           | Segurança    | -       | VIC   | 58,49   | 1     | 45,37   | 1     |
|           | Conveniência | -       | INC   | 4,55    | 4     | 1,85    | 4     |
|           | Baixo Custo  | -       | IC    | 22,61   | 2     | 29,63   | 2     |
| 2         | Eficácia     | -       | INC   | 5,10    | 3     | 0,50    | 3     |
|           | Segurança    | -       | VIC   | 45,86   | 1     | 49,74   | 1     |
|           | Conveniência | -       | VIC   | 43,93   | 2     | 49,24   | 2     |
|           | Baixo Custo  | -       | INC   | 5,10    | 3     | 0,50    | 3     |
| 3         | Eficácia     | -       | VIC   | 44,49   | 1     | 43,47   | 1     |
|           | Segurança    | -       | INC   | 5,16    | 4     | 3,86    | 4     |
|           | Conveniência | -       | NIC   | 7,76    | 3     | 9,66    | 3     |
|           | Baixo Custo  | -       | VIC   | 42,56   | 2     | 42,99   | 2     |
| 4         | Eficácia     | -       | MC    | 16,38   | 3     | 25,47   | 3     |
|           | Segurança    | -       | VIC   | 55,66   | 1     | 43,39   | 1     |
|           | Conveniência | -       | INC   | 4,58    | 4     | 0,94    | 4     |
|           | Baixo Custo  | -       | IC    | 23,36   | 2     | 30,18   | 2     |

para cada grupo de decisores (2, 4, 8, 10, 20, 30, 40, 50, 100, 200, 300, 400 e 500 agentes) totalizando 13000 simulações. Tal como efetuado previamente, compararam-se os resultados da satisfação apresentada pelos agentes em relação à alternativa selecionada pelo CAP com cada um dos outros métodos. Os principais objetivos eram perceber qual seria a variação da média da satisfação obtida por cada método com a variação do número de decisores envolvidos num processo e de que forma é que essa variação implicava que os métodos se aproximassem do número médio de decisões iguais.

A [Figura 4.5a](#) representa a média da satisfação obtida por cada método (quando as decisões alcançadas foram diferentes) em cada grupo de 1000 simulações realizadas para cada grupo de agentes (2, 4, 8, 10, ..., 500) (o eixo das abcissas representa o número de agentes e o eixo das ordenadas representa a satisfação). Como se pode verificar, a satisfação média quando o método utilizado é o AHP é relativamente constante ao longo dos diferentes cenários. No caso do CAP a satisfação média é mais elevada quando o número de decisores envolvidos no processo é menor, tornando-se relativamente constante para os cenários com mais agentes (decisores). No entanto, a satisfação média obtida pelo CAP é sempre superior em comparação com o AHP em todos os cenários, mas especialmente nas situações em que o número de decisores envolvidos é inferior a 20.

Na [Figura 4.5b](#) apresenta a quantidade de vezes que em cada cenário os dois métodos (CAP e AHP) atingiram decisões iguais e diferentes. Verificou-se que existe menor quantidade de decisões iguais quando o número de agentes envolvidos no processo está compreendido entre 30 e 100. Quando o número de agentes envolvidos no processo é 500, a quantidade de decisões iguais é mesmo muito elevada (83,3%).

A [Figura 4.6a](#) representa a média da satisfação obtida por cada método (quando as decisões alcançadas são diferentes) em cada grupo de 1000 simulações realizadas para cada grupo de agentes (2, 4, 8, 10, ..., 500). Verificou-se que as curvas da satisfação são bastante

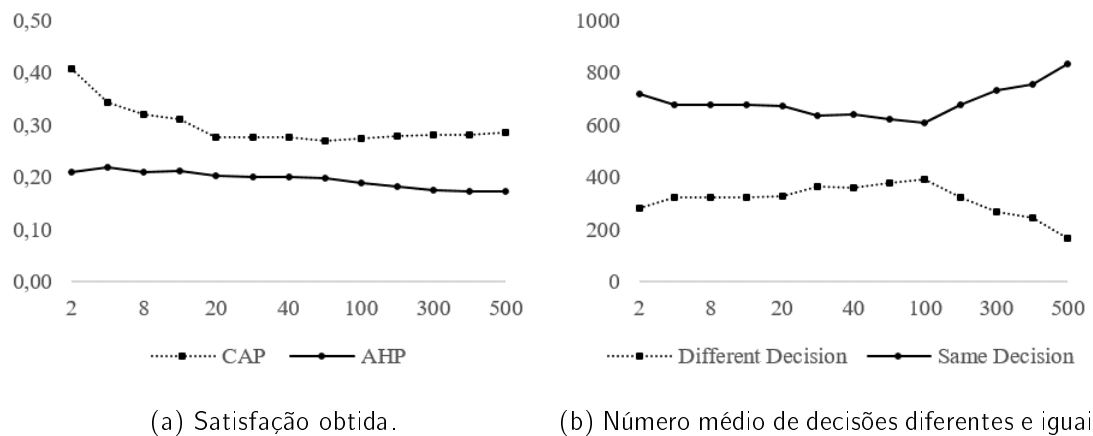


Figura 4.5: Comparação entre o CAP e o AHP.

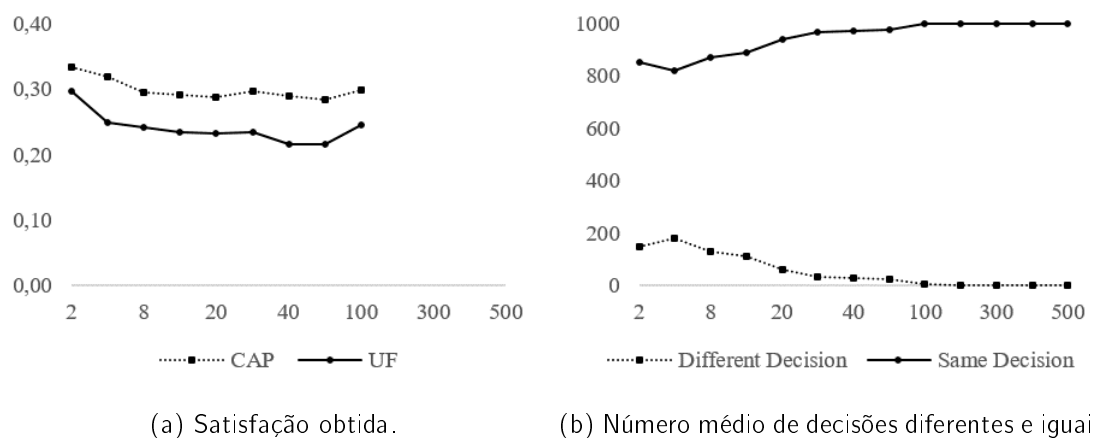
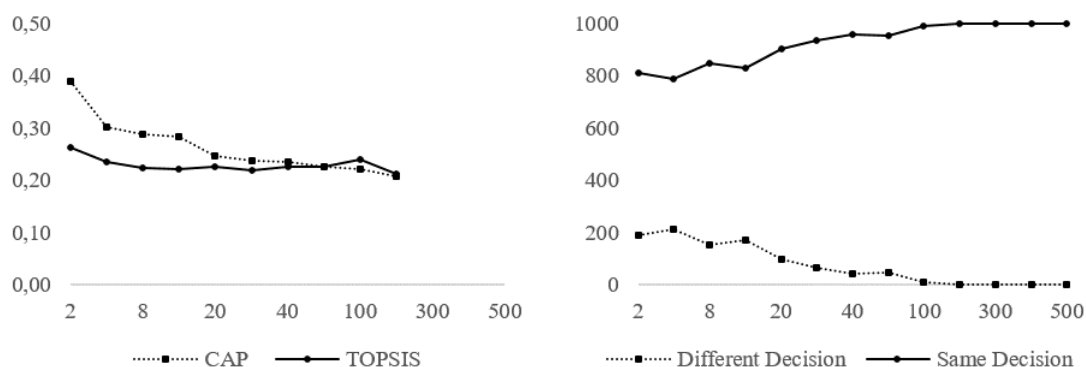


Figura 4.6: Comparação entre o CAP e a FU.

semelhantes nos dois métodos. No entanto, o CAP consegue obter sempre uma satisfação média mais elevada em todos os cenários. Para os cenários testados com mais de 100 agentes (200, 300, 400 e 500) não existem valores médios de satisfação porque nesses cenários os dois métodos alcançaram sempre a mesma decisão.

Como se pode verificar na [Figura 4.6b](#) quando o número de agentes envolvidos no processo é superior a 100 (para os cenários testados) os dois métodos atingem sempre a mesma decisão. Pode também verificar-se que os dois métodos só atingem um número diferente de decisões com alguma significância, quando o número de agentes envolvidos no processo se situa entre 2 e 20.

A [Figura 4.7a](#) representa a média da satisfação obtida por cada método (quando as decisões alcançadas são diferentes) em cada grupo de 1000 simulações realizadas para cada grupo de agentes (2, 4, 8, 10, ..., 500). Ao contrário do que aconteceu na comparação com os métodos anteriores, neste caso existem 2 cenários (100 e 200 agentes) em que o CAP obteve uma satisfação média inferior (não muito relevante). Pode-se verificar que quando o número de agentes envolvidos no processo está compreendido entre 2 e 10 o CAP apresenta uma média de satisfação consideravelmente superior ao TOPSIS. Quando o número de agentes envolvidos no processo é superior a 10 os dois métodos atingem valores de satisfação muito similares. Nesta comparação também se verifica que quando o número de agentes envolvidos



(a) Satisfação obtida.

(b) Número médio de decisões diferentes e iguais.

Figura 4.7: Comparação entre o CAP e o TOPSIS.

no processo é superior a 200, as decisões propostas são sempre as mesmas.

Como se pode verificar na [Figura 4.7b](#), quando o número de agentes envolvidos no processo é superior a 200 (para os cenários testados) os dois métodos atingem sempre a mesma decisão. No entanto, no cenário com 200 agentes apenas por 2 vezes (em 1000) os dois métodos atingem decisões diferentes. Pode-se também verificar que os dois métodos só atingem um número diferente de decisões com alguma significância, quando o número de agentes envolvidos no processo se situa entre 2 e 10.

## Capítulo 5

# Conclusões

Este capítulo apresenta as conclusões desta dissertação. Na secção 5.1 é efetuada uma descrição sucinta do trabalho desenvolvido, realçando os objetivos atingidos e as hipóteses que foram validadas. Os contributos científicos resultantes dos trabalhos e estudos desenvolvidos são descritos na secção 5.2. A secção 5.3 descreve as limitações da proposta atual e as ideias desenvolver em trabalhos futuros.

### 5.1 Síntese e conclusões do trabalho

A tomada de decisão em grupo é um processo cada vez mais comum nas grandes organizações. É um processo no qual um grupo de pessoas, denominadas de participantes, procuram conjuntamente encontrar uma solução para um determinado problema, através da seleção de uma ou mais alternativas. Existem na literatura um vasto leque de propostas de Sistemas de Apoio à decisão em Grupo que utilizam diferentes métodos e técnicas com o intuito de auxiliar os decisores a tomar decisões. Contudo apesar da grande quantidade de propostas existentes, a aceitação deste tipo de sistemas por parte das organizações é ainda bastante difícil, devido às limitações dos sistemas existentes. A maioria destes sistemas requer configurações demasiado complexas que consomem muito tempo dos decisores e, para além disso existem muitas limitações relacionadas com a interatividade e flexibilidade dos sistemas. O trabalho desenvolvido nesta dissertação pretende colmatar algumas dessas limitações, assim definiram-se duas hipóteses que se pretendem validar:

- Considerar aspetos cognitivos num algoritmo multi-critério permite alcançar decisões mais satisfatórias;
- É possível gerar relatórios inteligentes que se adaptam às necessidades de cada decisor.

No capítulo de estado da arte foram analisados e explicados conceitos relacionados com a tomada de decisão em grupo no contexto do trabalho que viria a ser desenvolvido. Os tópicos estudados abordaram Sistemas de Apoio à Decisão em Grupo, problemas multi-critério, nomeadamente a sua definição e a análise de alguns métodos analíticos de decisão multi-critério. Foram também estudados temas relacionados com a computação afetiva, mais concretamente questões relacionadas com a personalidade do ser humano e a aplicação dessa temática ao contexto dos SADG. Foram também estudados diversos temas com o intuito de dar resposta a um dos objetivos desta dissertação: a geração de relatórios inteligentes para reportar eficientemente os resultados dos processos de decisão aos decisores.

A solução proposta nesta dissertação é um protótipo de um Sistema de Apoio à Decisão em Grupo baseado em *web*. O protótipo desenvolvido consiste num SADG que permite suportar

grupos de decisores em processos de decisão em grupo, considerando aspetos cognitivos dos decisores. A agregação de preferências dos decisores para a seleção da(s) alternativa(s) é efetuada por um método multi-critério desenvolvido especificamente com o objetivo de melhorar a satisfação dos decisores com a alternativa selecionada. O Cognitive Analytic Process (CAP) que é um MCDA que inclui aspetos cognitivos na sua análise e que permite que os decisores configurem não só as suas preferências (alternativas e critérios) mas também as suas intenções. O CAP permite que os decisores possam configurar o problema multi-critério (alternativas e critérios) o seu estilo de comportamento (que também pode ser visto como a sua posição perante o problema e o grupo), o seu nível de *expertise* e selecionar quais os outros decisores que consideram credíveis. Tem ainda a vantagem de requerer apenas informações que permitem uma rápida configuração do problema e com elevado nível de usabilidade. Desta forma, o CAP permite processar todos estes dados, propondo uma solução que conjuga a componente racional com a vertente irracional ou intuitiva que por vezes é difícil explicar para os próprios decisores. O caso de estudo desenvolvido para avaliar o CAP valida a hipótese previamente definida para o algoritmo (Considerar aspetos cognitivos num algoritmo multi-critério permite alcançar decisões mais satisfatórias), pois em comparação com as alternativas escolhidas por outros métodos, o CAP permitiu que a satisfação dos agentes (que simulavam decisores) fosse sempre superior à satisfação atingida com a utilização de outros métodos multi-critério.

Uma vez que o processo de decisão é iterativo e que é possível que sejam necessárias várias iterações até que se atinja o consenso necessário, os resultados de cada iteração são apresentados aos decisores através dos modelos definidos para os relatórios inteligentes. Desta forma os decisores têm acesso a informação de acordo com os seus interesses no processo. Ressalva-se que apesar de o inquérito realizado para classificar os tópicos em relação ao nível de detalhe ter apresentado bons resultados e ter permitido a classificação de cada um dos tópicos de acordo com o modelo desenvolvido, a parte do inquérito com a qual se pretendia classificar os tópicos em relação ao nível de interesse de acordo com as dimensões dos estilos de comportamento (Preocupação com o Próprio (*Concern for Self*) e Preocupação com os outros (*Concern for Others*)) apresentou resultados muito dispersos, onde as avaliações efetuadas demonstram que, muito provavelmente, os inquiridos não conseguiram compreender corretamente o que era pretendido com aquela avaliação. Contudo, a situação foi contornada com a classificação genérica de cada tópico quanto ao seu nível de interesse e conseguiu-se definir o modelo definido para a geração dos relatórios inteligentes. O modelo definido permite a validação da segunda hipótese que tinha sido definida (é possível gerar relatórios inteligentes que se adaptam às necessidades de cada decisor), uma vez que se consegue adequar o conteúdo de um relatório ao perfil de cada decisor.

Como principais contributos deste trabalho destacam-se os seguintes pontos:

- Design e implementação de um Sistema de Apoio à Decisão em Grupo que contempla aspetos cognitivos dos decisores;
- Definição e especificação de um método multi-critério, o CAP, que para além de utilizar as preferências sobre os critérios, permite que os decisores configurem o seu estilo de comportamento, o seu nível de *expertise* e selecionem quais os outros decisores que consideram credíveis.
- Identificação de um conjunto de informações (tópicos) relevantes para o processo de geração dos relatórios inteligentes que são possíveis de extrair no âmbito da tomada

de decisão em grupo;

- Definição e especificação de um método de geração de relatórios inteligentes que adequa as informações a apresentar aos interesses do decisor no processo de decisão em grupo.

## 5.2 Impacto Científico

No decorrer do desenvolvimento deste trabalho foram publicados os seguintes artigos científicos:

- Em "Intelligent Reports for Group Decision Support Systems"(João Carneiro, Conceição et al. 2016b). Neste trabalho foi proposto um conjunto de conceitos e fatores chave na definição de relatórios inteligentes. Este trabalho foi apresentado no workshop "*Smart Offices and Other Workplaces*" da conferência internacional "*Intelligent Environments 2016*";
- Em "Generation of Intelligent Reports for Ubiquitous Group Decision Support Systems"(Conceição, João Carneiro, Martinho et al. 2016). Neste trabalho foram propostos tópicos de informações a reportar pelos SADG aos decisores. Este trabalho foi apresentado na conferência "*Global Information Infrastructure and Networking Symposium - GIIS 2016*";
- Em "Including Cognitive Aspects in MCDA"(João Carneiro, Conceição et al. 2016a). Neste trabalho foi proposto um método de análise multi-critério que inclui aspetos cognitivos dos decisores. Este trabalho foi publicado no *Journal "Annals of Operations Research (2016)"*;
- Em "How the ability to analyse tendencies influences decision satisfaction"(João Carneiro et al. 2017). Neste trabalho foi proposto um modelo e um algoritmo que permite que os agentes analisem tendências tendo em conta o número de apoiantes de cada alternativa durante um processo de decisão em grupo. Este trabalho foi publicado no *Journal "Inteligencia Artificial 20.59 (2017)"*;
- Em "A SOA Web-Based Group Decision Support System Considering Affective Aspects"(Conceição, João Carneiro, Marreiros et al. 2017). Neste trabalho foi proposto o SADG desenvolvido nesta dissertação. Este trabalho foi apresentado na conferência "*EPIA 2017 – 18th EPIA Conference on Artificial Intelligence*" e foi o vencedor do prémio "*Best Application Paper Award*".

## 5.3 Trabalho Futuro

O trabalho apresentado nesta dissertação aborda um vasto leque de conceitos relacionados com a tomada de decisão em grupo. A interligação de todos esses conceitos (bastante complexos), de forma a apresentar um sistema de apoio à decisão em grupo completamente funcional no final desta dissertação, seria uma tarefa praticamente impossível. Salienta-se então que há ainda muito trabalho a desenvolver no sentido de se produzir um SADG com todas as funcionalidades necessárias implementadas. No sentido de dar resposta no futuro a algumas limitações existentes, identificam-se os seguintes pontos:

- Apesar de o sistema estar desenvolvido com base em tecnologias web baseadas em serviços e de o *front-end* estar implementado com um *template* responsivo, considera-se importante o desenvolvimento de uma aplicação móvel que permita a utilização do sistema em qualquer situação. O objetivo é tornar o sistema o mais ubíquo possível de forma a que, mesmo que um decisor esteja num local sem acesso à internet, possa configurar as suas preferências sobre um determinado problema que tenha sido sincronizado com a aplicação previamente, e que posteriormente quando o equipamento estiver conectado as informações sejam enviadas para o servidor de forma a serem processadas;
- O sistema desenvolvido permite a configuração de problemas multi-critério de uma forma genérica (criação de alternativas, critérios, participantes). Contudo, considera-se relevante a aplicação do sistema a um contexto real de trabalho numa área em que a tomada de decisão em grupo seja um processo crucial. Desta forma será possível realizar estudos sobre a aceitação do mesmo pelos utilizadores;
- Recorrendo à realização de simulações foi possível concluir que a utilização do CAP como método multi-critério permite aumentar a satisfação dos decisores. Pretende-se desenvolver um caso de estudo com decisores reais num contexto real de forma a avaliar o impacto dos relatórios inteligentes na melhoria da satisfação dos decisores. Pois ao analisar os dados a cada iteração, o decisor pode reajustar as suas preferências de modo a que a alternativa final selecionada vá o máximo possível ao encontro das suas expectativas;
- Ainda em relação aos relatórios inteligentes, pretende-se estudar o impacto dos mesmos nas emoções do decisor. Surge então uma nova hipótese que se pretende validar no futuro: É possível prever o efeito emocional que a informação de um relatório tem num decisor.

## Bibliografia

- Ahn, BS e SH Choi (2012). «Aggregation of ordinal data using ordered weighted averaging operator weights». Em: *Annals of Operations Research* 201.1, pp. 1–16. issn: 0254-5330.
- Allport, Gordon W e Henry S Odbert (1936). «Trait-names: A psycho-lexical study». Em: *Psychological monographs* 47.1, p. i. issn: 0096-9753.
- Almeida, Adiel Teixeira de, Cristiano Alexandre Virgínio Cavalcante, Marcelo Hazin Alencar, Rodrigo José Pires Ferreira, Adiel Teixeira de Almeida-Filho e Thalles Vitelli Garcez (2015). «Multiobjective and Multicriteria Problems and Decision Models». Em: *Multicriteria and Multiobjective Models for Risk, Reliability and Maintenance Decision Analysis*. Springer, pp. 1–22.
- Alonso, S., Enrique Herrera-Viedma, F. Chiclana e F Herrera (2010). «A web based consensus support system for group decision making problems and incomplete preferences». Em: *Information Sciences* 180, pp. 4477–4495. issn: 00200255 (ISSN). doi: [10.1016/j.ins.2010.08.005](https://doi.org/10.1016/j.ins.2010.08.005).
- Bana e Costa, Carlos A, Jean-Marie Corte e Jean-Claude Vansnick (2011). «Macbeth (measuring attractiveness by a categorical based evaluation technique)». Em: *Wiley Encyclopedia of Operations Research and Management Science*. issn: 0470400536.
- Barkhi, Reza e Yi-Ching Kao (2011). «Psychological climate and decision-making performance in a GDSS context». Em: *Information & Management* 48.4, pp. 125–134. issn: 0378-7206.
- Bates, Joseph (1994). «The role of emotion in believable agents». Em: *Communications of the ACM* 37.7, pp. 122–125. issn: 0001-0782.
- Bell, David E (1985). «Disappointment in decision making under uncertainty». Em: *Operations research* 33.1, pp. 1–27. issn: 0030-364X.
- Benayoun, Raphael, Bernard Roy e B Sussman (1966). «ELECTRE: Une méthode pour guider le choix en présence de points de vue multiples». Em: *Note de travail* 49.
- Bevan, Nigel (1995). «Measuring usability as quality of use». Em: *Software Quality Journal* 4.2, pp. 115–130. issn: 0963-9314.
- Bonczek, Robert H, Clyde W Holsapple e Andrew B Whinston (1979). «Computer-Based Support of Organizational Decision Making». Em: *Decision Sciences* 10, pp. 268–291. doi: [10.1111/j.1540-5915.1979.tb00024.x](https://doi.org/10.1111/j.1540-5915.1979.tb00024.x).
- Bordogna, Gloria, Mario Fedrizzi e Gabriella Pasi (1997). «A linguistic modeling of consensus in group decision making based on OWA operators». Em: *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics-Part A: Systems and Humans* 27.1, pp. 126–133. issn: 1083-4427.
- Bozóki, Sándor, Linda Dezső, Attila Poesz e József Temesi (2013). «Analysis of pairwise comparison matrices: an empirical research». Em: *Annals of Operations Research* 211.1, pp. 511–528. issn: 0254-5330.
- Brans, Jean-Pierre e Bertrand Mareschal (2005). «PROMETHEE methods». Em: *Multiple criteria decision analysis: state of the art surveys*. Springer, pp. 163–186.
- Brans, Jean-Pierre e Ph Vincke (1985). «Note—A Preference Ranking Organisation Method: (The PROMETHEE Method for Multiple Criteria Decision-Making)». Em: *Management science* 31.6, pp. 647–656. issn: 0025-1909.

- Brase, Gary L (2002). «Which statistical formats facilitate what decisions? The perception and influence of different statistical information formats». Em: *Journal of Behavioral Decision Making* 15.5, pp. 381–401. issn: 1099-0771.
- Büyüközkan, Gülçin e Gizem Çifçi (2012). «A novel hybrid MCDM approach based on fuzzy DEMATEL, fuzzy ANP and fuzzy TOPSIS to evaluate green suppliers». Em: *Expert Systems with Applications* 39.3, pp. 3000–3011. issn: 0957-4174.
- Carlsson, Christer e Robert Fullér (1996). «Fuzzy multiple criteria decision making: Recent developments». Em: *Fuzzy sets and systems* 78.2, pp. 139–153. issn: 0165-0114.
- Carneiro, João, Luís Conceição, Diogo Martinho, Goreti Marreiros e Paulo Novais (2016a). «Including cognitive aspects in multiple criteria decision analysis». Em: *Annals of Operations Research*, pp. 1–23. issn: 0254-5330.
- (2016b). «Intelligent reports for group decision support systems». Em: *Intelligent Environments 2016: Workshop Proceedings of the 12th International Conference on Intelligent Environments*. Vol. 21. IOS Press, p. 4. isbn: 1614996903.
- Carneiro, Joao, Diogo Martinho, Luís Conceição, Goreti Marreiros e Paulo Novais (2017). «How the ability to analyse tendencies influences decision satisfaction». Em: *Inteligencia Artificial* 20.59, pp. 8–20. issn: 1988-3064.
- Carneiro, João, Diogo Martinho, Goreti Marreiros e Paulo Novais (2015). «A General Template to Configure Multi-Criteria Problems in Ubiquitous GDSS». Em: *International Journal of Software Engineering and Its Applications* 9, pp. 193–206. doi: 10.14257/astl.205.97.17.
- Carneiro, João, Ricardo Santos, Goreti Marreiros e Paulo Novais (2017). «Evaluating the Perception of the Decision Quality in Web-Based Group Decision Support Systems: A Theory of Satisfaction». Em: *International Conference on Practical Applications of Agents and Multi-Agent Systems*. Springer, pp. 287–298.
- Castelfranchi, Cristiano (1994). «Guarantees for autonomy in cognitive agent architecture». Em: *Intelligent agents*. Springer, pp. 56–70. isbn: 3540588558.
- Chen, Chen-Tung (2000). «Extensions of the TOPSIS for group decision-making under fuzzy environment». Em: *Fuzzy sets and systems* 114.1, pp. 1–9. issn: 0165-0114.
- Choi, Dae-Young (2008). «Aggregation of Preferences Based on FSAM in GDSS». Em: *Systems, Man and Cybernetics, Part A: Systems and Humans, IEEE Transactions on* 38.1, pp. 2–8. issn: 1083-4427.
- Cicchetti, Domenic V (1994). «Guidelines, criteria, and rules of thumb for evaluating normed and standardized assessment instruments in psychology». Em: *Psychological assessment* 6.4, p. 284. issn: 1939-134X.
- Conceição, Luís, João Carneiro, Goreti Marreiros e Paulo Novais (2017). «A SOA Web-Based Group Decision Support System Considering Affective Aspects». Em: *Portuguese Conference on Artificial Intelligence*. Springer, pp. 65–74.
- Conceição, Luís, João Carneiro, Diogo Martinho, Goreti Marreiros e Paulo Novais (2016). «Generation of intelligent reports for ubiquitous group decision support systems». Em: *Global Information Infrastructure and Networking Symposium (GIIS), 2016*. IEEE, pp. 1–6. isbn: 1509036083.
- Costa, Paul T e Robert R McCrae (1989). «Neo Five-Factor Inventory (NEO-FFI)». Em: *Odessa, FL: Psychological Assessment Resources*.
- (2008). «The revised neo personality inventory (neo-pi-r)». Em: *The SAGE handbook of personality theory and assessment 2*, pp. 179–198.
- Dalkey, Norman e Olaf Helmer (1963). «An experimental application of the Delphi method to the use of experts». Em: *Management science* 9.3, pp. 458–467. issn: 0025-1909.

- Davis, Fred D e Jeffrey E Kottemann (1995). «Determinants of Decision Rule Use in a Production Planning Task». Em: *Organizational Behavior and Human Decision Processes* 63, pp. 145–157. doi: <http://dx.doi.org/10.1006/obhd.1995.1069>.
- De, Vries TP (1993). «Presenting clinical pharmacology and therapeutics: a problem based approach for choosing and prescribing drugs». Em: *British journal of clinical pharmacology* 35.6, pp. 581–586. issn: 1365-2125.
- Dean, James W e Mark P Sharfman (1996). «Does decision process matter? A study of strategic decision-making effectiveness». Em: *Academy of management journal* 39.2, pp. 368–392. issn: 0001-4273.
- Dehe, Benjamin e David Bamford (2015). «Development, test and comparison of two Multiple Criteria Decision Analysis (MCDA) models: A case of healthcare infrastructure location». Em: *Expert Systems with Applications* 42.19, pp. 6717–6727. issn: 0957-4174.
- Dennis, Alan R (1993). «Information Processing in Group Decision Making: You can lead a group to information, but you can't make it think». Em: *Academy of Management Proceedings*. Vol. 1993. Academy of Management, pp. 283–287.
- Dennis, Alan R. (1996). «Information Exchange and Use in Group Decision Making: You Can Lead a Group To Information, But You Can'T Make It Think.» Em: *MIS Quarterly* 20, pp. 433–457. doi: [10.5465/AMBPP.1993.10317036](https://doi.org/10.5465/AMBPP.1993.10317036).
- DeSanctis, Gerardine e Brent Gallupe (1985). «Group decision support systems: a new frontier». Em: *SIGMIS Database* 16, pp. 3–10. issn: 0095-0033. doi: [10.1145/1040688.1040689](https://doi.org/10.1145/1040688.1040689).
- (1987). «A Foundation for the Study of Group Decision Support Systems». Em: *Management Science* 33, pp. 589–609.
- Dhaliwal, Jasbir S. e Izak Benbasat (1996). «The Use and Effects of Knowledge-based System Explanations: Theoretical Foundations and a Framework for Empirical Evaluation». Em: *Information Systems Research* 7, pp. 342–362. issn: 10477047. doi: [10.1287/isre.7.3.342](https://doi.org/10.1287/isre.7.3.342).
- Diederich, Adele (1997). «Dynamic stochastic models for decision making under time constraints». Em: *Journal of Mathematical Psychology* 41.3, pp. 260–274. issn: 0022-2496.
- Dubrovsky, Vitaly J, Sara Kiesler e Beheruz N Sethna (1991). «The equalization phenomenon: Status effects in computer-mediated and face-to-face decision-making groups». Em: *Human-computer interaction* 6.2, pp. 119–146. issn: 0737-0024.
- Edwards, Ward (1954). «The theory of decision making». Em: *Psychological bulletin* 51.4, p. 380. issn: 1939-1455.
- Efremov, Roman V e Alexander V Lotov (2014). «Multi-criteria remote asynchronous group decision screening: an experimental study». Em: *Group Decision and Negotiation* 23.1, pp. 31–48. issn: 0926-2644.
- Falcone, Rino e Cristiano Castelfranchi (2001). «Social trust: A cognitive approach». Em: *Trust and deception in virtual societies*. Springer, pp. 55–90. isbn: 9048156874.
- Fedrizzi, Mario e Janusz Kacprzyk (1988). «An interactive multi-user decision support system for consensus reaching processes using fuzzy logic with linguistic quantifiers». Em: *Decision Support Systems* 4.3, pp. 313–327. issn: 0167-9236.
- Fenton-O'Creevy, Mark, Emma Soane, Nigel Nicholson e Paul Willman (2011). «Thinking, feeling and deciding: The influence of emotions on the decision making and performance of traders». Em: *Journal of Organizational Behavior* 32.8, pp. 1044–1061. issn: 1099-1379.
- Figueira, J, Salvatore Greco e M Ehrgott (2005). «Multiple criteria decision analysis». Em: *Springer's International series*.
- Fishburn, Peter C (1970). *Utility theory for decision making*. Report. DTIC Document.

- Fishburn, Peter C e Ralph L Keeney (1974). «Seven independence concepts and continuous multiattribute utility functions». Em: *Journal of Mathematical Psychology* 11.3, pp. 294–327. issn: 0022-2496.
- Fisher, Craig W, InduShobha Chengalur-Smith e Donald P Ballou (2003). «The impact of experience and time on the use of data quality information in decision making». Em: *Information Systems Research* 14.2, pp. 170–188. issn: 1047-7047.
- Flanagin, Andrew J e Miriam J Metzger (2008). «Digital media and youth: Unparalleled opportunity and unprecedented responsibility». Em: *Digital media, youth, and credibility*, pp. 5–27.
- Frith, Chris D e Tania Singer (2008). «The role of social cognition in decision making». Em: *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B: Biological Sciences* 363.1511, pp. 3875–3886. issn: 0962-8436.
- Garcı, JM Tapia, MJ Del Moral, MA Martínez e Enrique Herrera-Viedma (2012). «A consensus model for group decision making problems with linguistic interval fuzzy preference relations». Em: *Expert Systems with Applications* 39.11, pp. 10022–10030. issn: 0957-4174.
- Gerrity, T. P. (1971). «Design of man-machine decision systems: An application to portfolio management». Em: *Sloan Management. Review* 59.
- Golmohammadi, Davood e Mahour Mellat-Parast (2012). «Developing a grey-based decision-making model for supplier selection». Em: *International Journal of Production Economics* 137.2, pp. 191–200. issn: 0925-5273.
- Gönül, M. Sinan, Dilek Önkıl e Michael Lawrence (2006). «The effects of structural characteristics of explanations on use of a DSS». Em: *Decision Support Systems* 42, pp. 1481–1493. doi: [10.1016/j.dss.2005.12.003](https://doi.org/10.1016/j.dss.2005.12.003).
- Gregor, Shirley e Izak Benbasat (1999). «Explanations From Intelligent Systems: Theoretical Foundations and Implications for Practice.» Em: *MIS Quarterly* 23, pp. 497–530. doi: [10.2307/249487](https://doi.org/10.2307/249487).
- Hallgren, Kevin A (2012). «Computing inter-rater reliability for observational data: an overview and tutorial». Em: *Tutorials in quantitative methods for psychology* 8.1, p. 23.
- Hillegersberg, Jos van e Sebastiaan Koenen (2014). «Adoption of web-based group decision support systems: Conditions for growth». Em: *Procedia technology* 16, pp. 675–683. issn: 2212-0173.
- (2016). «Adoption of web-based group decision support systems: experiences from the field and future developments». Em: *International Journal of Information Systems and Project Management* 4, pp. 49–64.
- Hofstee, Willem KB (1994). «Who should own the definition of personality?» Em: *European Journal of Personality* 8.3, pp. 149–162. issn: 1099-0984.
- Holzinger, Andreas (2005). «Usability engineering methods for software developers». Em: *Communications of the ACM* 48.1, pp. 71–74. issn: 0001-0782.
- Howard, Pierce J e Jane M Howard (1995). «The Big Five Quickstart: An Introduction to the Five-Factor Model of Personality for Human Resource Professionals». Em:
- Huber, George P. (1984). «Issues in the Design of Group Decision Support Systems». Em: *MIS Quarterly: Management Information Systems* 8, pp. 195–204.
- Hughes, G. David e Don C. Chafin (1996). «Turning New Product Development into a Continuous Learning Process». Em: *Journal of Product Innovation Management* 13.2, pp. 89–104. issn: 1540-5885. doi: [10.1111/1540-5885.1320089](https://doi.org/10.1111/1540-5885.1320089). url: <http://dx.doi.org/10.1111/1540-5885.1320089>.
- Husain, AJ (2012). «New satisfying tool for problem solving in group decision-support system». Em: *Applied Mathematical Sciences* 6.109, pp. 5403–5410.

- Hwang, Ching-Lai, Young-Jou Lai e Ting-Yun Liu (1993). «A new approach for multiple objective decision making». Em: *Computers & operations research* 20.8, pp. 889–899. issn: 0305-0548.
- Irlandoust, Hengameh (2002). «Attitudes for Achieving User Acceptance». Em: *Proceedings of the 7th International Command and Control Research and Technology Symposium*.
- John, Oliver P e Sanjay Srivastava (1999). «The Big Five trait taxonomy: History, measurement, and theoretical perspectives». Em: *Handbook of personality: Theory and research* 2.1999, pp. 102–138.
- Keeney, Ralph L (1977). «The art of assessing multiattribute utility functions». Em: *Organizational behavior and human performance* 19.2, pp. 267–310. issn: 0030-5073.
- Khalil, Hassan K e Peter V Kokotović (1978). «Control strategies for decision makers using different models of the same system». Em: *Automatic Control, IEEE Transactions on* 23.2, pp. 289–298. issn: 0018-9286.
- Kiesler, Sara, Jane Siegel e Timothy W McGuire (1984). «Social psychological aspects of computer-mediated communication». Em: *American psychologist* 39.10, p. 1123. issn: 1935-990X.
- Kleinmuntz, Benjamin (1990). «Why we still use our heads instead of formulas: Toward an integrative approach.» Em: *Psychological bulletin* 107, p. 296.
- Koen, Peter, Greg Ajamian, Scott Boyce, Allen Clamen, Eden Fisher, Stavros Fountoulakis, Albert Johnson, Pushpinder Puri e Rebecca Seibert (2002). *Fuzzy front end: effective methods, tools, and techniques*. Wiley, New York, NY.
- Koen, Peter, Greg Ajamian, Robert Burkart, Allen Clamen, Jeffrey Davidson, Robb D'Amore, Claudia Elkins, Kathy Herald, Michael Incorvia e Albert Johnson (2001). «Providing clarity and a common language to the “fuzzy front end”». Em: *Research-Technology Management* 44.2, pp. 46–55. issn: 0895-6308.
- Kou, Gang e Wenshuai Wu (2014). «Multi-criteria decision analysis for emergency medical service assessment». Em: *Annals of Operations Research* 223.1, pp. 239–254. issn: 0254-5330.
- Kraus, Sarit, Katia Sycara e Amir Evenchik (1998). «Reaching agreements through argumentation: a logical model and implementation». Em: *Artificial Intelligence* 104.1, pp. 1–69. issn: 0004-3702.
- Kwon, Ohbyung, Keedong Yoo e Euiho Suh (2005). «UbiDSS: a proactive intelligent decision support system as an expert system deploying ubiquitous computing technologies». Em: *Expert Systems with Applications* 28, pp. 149–161. doi: [10.1016/j.eswa.2004.08.007](https://doi.org/10.1016/j.eswa.2004.08.007).
- Levy, Gilat (2007). «Decision making in committees: Transparency, reputation, and voting rules». Em: *The American Economic Review*, pp. 150–168. issn: 0002-8282.
- Lim, Joa Sang e Marcus O'Connor (1996). «Judgmental forecasting with time series and causal information». Em: *International Journal of Forecasting* 12, pp. 139–153.
- Lindgreen, Adam e Finn Wynstra (2005). «Value in business markets: What do we know? Where are we going?» Em: *Industrial Marketing Management* 34.7, pp. 732–748. issn: 0019-8501.
- Loewenstein, George e Jennifer S Lerner (2003). «The role of affect in decision making». Em: *Handbook of affective science* 619.642, p. 3.
- Luthans, Fred (2011). «Organizational behavior». Em: *McGraw-Hill/Irwin* 46, p. 594. issn: 9780073530352. doi: [10.1146/annurev.psych.46.1.59](https://doi.org/10.1146/annurev.psych.46.1.59).
- Ma, Jun, Jie Lu e Guangquan Zhang (2010). «Decider: A fuzzy multi-criteria group decision support system». Em: *Knowledge-Based Systems* 23, pp. 23–31. issn: 09507051. doi: [10.1016/j.knosys.2009.07.006](https://doi.org/10.1016/j.knosys.2009.07.006).

- Mao, Ji-Ye e Izak Benbasat (2000). «The use of explanations in knowledge-based systems: Cognitive perspectives and a process-tracing analysis». Em: *Journal of Management Information Systems* 17, pp. 153–179. issn: 07421222. doi: [10.2307/40398485](https://doi.org/10.2307/40398485).
- Marreiros, Goreti, Ricardo Santos, Carlos Ramos e José Neves (2010). «Context-Aware Emotion-Based Model for Group Decision Making». Em: *Intelligent Systems, IEEE* 25, pp. 31–39. issn: 1541-1672 VO - 25. doi: [10.1109/MIS.2010.46](https://doi.org/10.1109/MIS.2010.46).
- Martinho, Diogo, João Carneiro, Goreti Marreiros e Paulo Novais (2015). «Dealing with Agents' Behaviour in the Decision-Making Process». Em: *Workshop Proceedings of the 11th International Conference on Intelligent Environments* 19, p. 4. issn: 1614995303.
- Mayer, John D (2007). «Asserting the definition of personality». Em: *The online newsletter for personality science*.
- Mayer, John D e Glenn Geher (1996). «Emotional intelligence and the identification of emotion». Em: *Intelligence* 22.2, pp. 89–113. issn: 0160-2896.
- McHugh, Mary L (2012). «Interrater reliability: the kappa statistic». Em: *Biochemia medica* 22.3, pp. 276–282. issn: 1330-0962.
- Miranda, Miguel, António Abelha, Manuel Santos, José Machado e José Neves (2008). «A group decision support system for staging of cancer». Em: *Electronic Healthcare*. Springer, pp. 114–121. isbn: 3642004121.
- Monteban, Jeroen (2014). «Using Group Decision Support Systems to Facilitate Organizational Change». Em:
- Moon, Henry, Donald E. Conlon, Stephen E. Humphrey, Narda Quigley, Cynthia E. Devers e Jaclyn M. Nowakowski (2003). «Group decision process and incrementalism in organizational decision making». Em: *Organizational Behavior and Human Decision Processes* 92, pp. 67–79. issn: 0749-5978. doi: [10.1016/S0749-5978\(03\)00079-7](https://doi.org/10.1016/S0749-5978(03)00079-7).
- Morente-Molinera, Juan Antonio, Robin Wikström, Enrique Herrera-Viedma e Christer Carlsson (2016). «A linguistic mobile decision support system based on fuzzy ontology to facilitate knowledge mobilization». Em: *Decision Support Systems* 81, pp. 66–75. issn: 0167-9236.
- Neumann, Seev e Michael Hadass (1980). «DSS and Strategic Decisions.» Em: *California Management Review* 22, pp. 77–84. issn: 0008-1256.
- Nicola, Susana, Eduarda Pinto Ferreira e JJ Pinto Ferreira (2012). «A novel framework for modeling value for the customer, an essay on negotiation». Em: *International Journal of Information Technology & Decision Making* 11.03, pp. 661–703. issn: 0219-6220.
- Ogiela, Lidia e Marek R Ogiela (2014a). «Cognitive systems and bio-inspired computing in homeland security». Em: *Journal of Network and Computer Applications* 38, pp. 34–42. issn: 1084-8045.
- (2014b). «Cognitive systems for intelligent business information management in cognitive economy». Em: *International Journal of Information Management* 34.6, pp. 751–760. issn: 0268-4012.
- O'Reilly, Charles A (1982). «Variations in decision makers' use of information sources: The impact of quality and accessibility of information». Em: *Academy of Management journal* 25.4, pp. 756–771. issn: 0001-4273.
- Palomares, Iván e Luis Martínez (2014). «A semisupervised multiagent system model to support consensus-reaching processes». Em: *IEEE Transactions on Fuzzy Systems* 22.4, pp. 762–777. issn: 1063-6706.
- Papamichail, K. N. e Simon French (2003). «Explaining and justifying the advice of a decision support system: A natural language generation approach». Em: *Expert Systems with Applications* 24, pp. 35–48. doi: [10.1016/S0957-4174\(02\)00081-7](https://doi.org/10.1016/S0957-4174(02)00081-7).
- Picard, Rosalind W (1995). «Affective computing». Em:

- Preece, Jenny (2001). «Sociability and usability in online communities: Determining and measuring success». Em: *Behaviour & Information Technology* 20.5, pp. 347–356. issn: 0144-929X.
- Raghunathan, Rajagopal e Michel Tuan Pham (1999). «All negative moods are not equal: Motivational influences of anxiety and sadness on decision making». Em: *Organizational behavior and human decision processes* 79.1, pp. 56–77. issn: 0749-5978.
- Rahim, M Afzalur e Nace R Magner (1995). «Confirmatory factor analysis of the styles of handling interpersonal conflict: first-order factor model and its invariance across groups». Em: *Journal of applied psychology* 80.1, p. 122. issn: 1939-1854.
- Ram, Camelia, Gilberto Montibeller e Alec Morton (2011). «Extending the use of scenario planning and MCDA for the evaluation of strategic options». Em: *Journal of the Operational Research Society* 62.5, pp. 817–829. issn: 0160-5682.
- Ribarsky, William e James D Foley (1994). *Next-generation data visualization tools*. Report. Georgia Institute of Technology.
- Rodríguez, Rosa M, Luis MartiNez e Francisco Herrera (2013). «A group decision making model dealing with comparative linguistic expressions based on hesitant fuzzy linguistic term sets». Em: *Information Sciences* 241, pp. 28–42. issn: 0020-0255.
- Roy, B e J-Chr Hugonnard (1982). «Ranking of suburban line extension projects on the Paris metro system by a multicriteria method». Em: *Transportation Research Part A: General* 16.4, pp. 301–312. issn: 0191-2607.
- Roy, Bernard (1978). «ELECTRE III: Un algorithme de classement fondé sur une représentation floue des préférences en présence de critères multiples». Em: *Cahiers du CERO* 20.1, pp. 3–24.
- Roy, Bernard e Patrice Bertier (1973). «La Méthode ELECTRE II(Une application au média-planning...)» Em:
- Roy, Bernard e Jean-Michel Skalka (1987). *ELECTRE IS: Aspects méthodologiques et guide d'utilisation*. LAMSADE, Unité associée au CNRS no 825, Université de Paris Dauphine.
- Saaty, Thomas L (1980). «The analytical hierarchical process». Em: *J. Wiley. New York*.
- (1996). «The analytic network process». Em: *Pittsburgh: RWS Publications*.
- Saaty, Thomas L. (2008). «Decision Making with the Analytic Hierarchy Process». Em: *International Journal of Services Sciences* 1, pp. 83–98.
- Salancik, Gerald R e Jeffrey Pfeffer (1978). «Who gets power—and how they hold on to it: A strategic-contingency model of power». Em: *Organizational dynamics* 5.3, pp. 3–21. issn: 0090-2616.
- Salovey, Peter e John D Mayer (1990). «Emotional intelligence». Em: *Imagination, cognition and personality* 9.3, pp. 185–211. issn: 0276-2366.
- Santos, Ricardo, Goreti Marreiros, Carlos Ramos, José Neves e José Bulas-Cruz (2006). «Multi-Agent Approach for Ubiquitous Group Decision Support involving Emotions». Em: *Ubiquitous Intelligence and Computing* 4159/2006, pp. 1174–1185.
- (2009). «Using personality types to support argumentation». Em: *Argumentation in Multi-Agent Systems*. Springer, pp. 292–304. isbn: 3642128041.
- Schwarz, Norbert (2000). «Emotion, cognition, and decision making». Em: *Cognition & Emotion* 14.4, pp. 433–440. issn: 0269-9931.
- Schwenk, Charles R (1988). «The cognitive perspective on strategic decision making». Em: *Journal of management studies* 25.1, pp. 41–55. issn: 1467-6486.
- Sedki, Karima e Vronique Delcroix (2010). «A hybrid approach for multi-criteria decision problems». Em: *2010 Annual Meeting of the North American Fuzzy Information Processing Society*, pp. 1–6. issn: 978-1-4244-7859-0. doi: 10.1109/NAFIPS.2010.5548201.

- Shanteau, James (1988). «Psychological characteristics and strategies of expert decision makers». Em: *Acta Psychologica* 68.1-3, pp. 203–215. issn: 0001-6918.
- (1992). «How much information does an expert use? Is it relevant?». Em: *Acta Psychologica* 81.1, pp. 75–86. issn: 0001-6918.
- Shortliffe, Edward (2012). «Computer-based medical consultations: MYCIN». Em: 2.
- Simon, Herbert Alexander (1959). «Theories of decision-making in economics and behavioral science». Em: *The American economic review* 49.3, pp. 253–283. issn: 0002-8282.
- (1965). *Administrative behavior*. Vol. 4. Cambridge Univ Press.
- (1979). «Rational decision making in business organizations». Em: *The American Economic Review* 64, pp. 493–514. issn: 0002-8282. doi: [10.2307/1808698](https://doi.org/10.2307/1808698).
- (1986). «Rationality in psychology and economics». Em: *Journal of Business*, S209–S224. issn: 0021-9398.
- (1987). «Making management decisions: The role of intuition and emotion». Em: *The Academy of Management Executive (1987-1989)*, pp. 57–64. issn: 0896-3789.
- (2000). «Bounded rationality in social science: Today and tomorrow». Em: *Mind & Society* 1, pp. 25–39. issn: 1593-7879. doi: [10.1007/BF02512227](https://doi.org/10.1007/BF02512227).
- Smith, Eliot R e Frederica R Conrey (2007). «Agent-based modeling: A new approach for theory building in social psychology». Em: *Personality and social psychology review* 11.1, pp. 87–104. issn: 1088-8683.
- Sprague, Ralph H. (1980). «A Framework for the Development of Decision Support Systems». Em: *MIS Quarterly*, pp. 1–27.
- Tavana, Madjid, Majid Behzadian, Mohsen Pirdashti e Hasan Pirdashti (2013). «A PROMETHEE-GDSS for oil and gas pipeline planning in the Caspian Sea basin». Em: *Energy Economics* 36, pp. 716–728. issn: 0140-9883.
- Tavana, Madjid, Mariya A Sodenkamp e Leena Suhl (2010). «A soft multi-criteria decision analysis model with application to the European Union enlargement». Em: *Annals of Operations Research* 181.1, pp. 393–421. issn: 0254-5330.
- Todd, Peter e Izak Benbasat (1992). «The Use of Information in Decision Making: An Experimental Investigation of the Impact of Computer-Based Decision Aids». Em: *MIS Quarterly* 16, pp. 373–393.
- Vazsonyi, Andrew (1978). «Decision Support Systems: The New Technology of Decision Making». Em: *Interfaces* 9, pp. 72–78.
- Wang, Jiamin (2012). «Robust optimization analysis for multiple attribute decision making problems with imprecise information». Em: *Annals of Operations Research* 197.1, pp. 109–122. issn: 0254-5330.
- Woodall, Tony (2003). «Conceptualising 'value for the customer': An attributional, structural and dispositional analysis». Em: *Academy of marketing science review* 2003, p. 1. issn: 1526-1794.
- Woodruff, Robert B (1997). «Customer value: the next source for competitive advantage». Em: *Journal of the academy of marketing science* 25.2, pp. 139–153. issn: 0092-0703.
- Ye, L. Richard e Paul E. Johnson (1995). «The Impact of Explanation Facilities on User Acceptance of Expert Systems Advice». Em: *MIS Quarterly* 19, p. 157. issn: 02767783. doi: [10.2307/249686](https://doi.org/10.2307/249686).
- Yu, Wei (1992). «ELECTRE TRI(aspects méthodologiques et manuel d'utilisation)». Em: *Document- Université de Paris-Dauphine, LAMSADE*. issn: 1169-0348.
- Zadeh, Lotfi Asker (1965). «Fuzzy sets». Em: *Information and control* 8.3, pp. 338–353. issn: 0019-9958.
- (1975). «The concept of a linguistic variable and its application to approximate reasoning—I». Em: *Information sciences* 8.3, pp. 199–249. issn: 0020-0255.

- 
- Zeithaml, Valarie A (1988). «Consumer perceptions of price, quality, and value: a means-end model and synthesis of evidence». Em: *The Journal of marketing*, pp. 2–22. issn: 0022-2429.
- Zionts, Stanley (1979). «MCDM - If Not a Roman Numeral, Then What?» Em: *Interfaces* 9, pp. 94–101. issn: 0092-2102. doi: [10.1287/inte.9.4.94](https://doi.org/10.1287/inte.9.4.94).