

iscte

INSTITUTO
UNIVERSITÁRIO
DE LISBOA

Inteligência Artificial e Gestão da Mudança em PMEs: Análise Dinâmica de Iniciativas de Adaptação

Sara Isabel Cardoso Lemos

Mestrado em Gestão

Orientador:

Doutor Fernando Alberto Freitas Ferreira, Professor Associado c/Agregação
ISCTE Business School

Fevereiro 2022

Departamento de Marketing, Operações e Gestão Geral

**Inteligência Artificial e Gestão da Mudança em PMEs: Análise Dinâmica
de Iniciativas de Adaptação**

Sara Isabel Cardoso Lemos

Mestrado em Gestão

Orientador:

Doutor Fernando Alberto Freitas Ferreira, Professor Associado c/Agregação
ISCTE Business School

Fevereiro 2022

AGRADECIMENTOS

erante o fim de um percurso tão importante para mim, tanto em termos pessoais, como académico e profissional, não poderia deixar de agradecer a todas as pessoas que, direta ou indiretamente, não me deixaram percorrê-lo sozinha e me ajudaram a tornar esta conquista possível.

Em primeiro lugar, começo por agradecer ao meu orientador, Professor Doutor Fernando Alberto Freitas Ferreira, que desde o primeiro momento confiou em mim e nas minhas capacidades, dando-me a oportunidade de tê-lo como meu orientador. Fico-lhe eternamente grata por toda a disponibilidade, apoio e paciência até nas situações mais adversas. Levo comigo – e para toda a minha vida – as aprendizagens transmitidas e o prazer imenso de ter abraçado este projeto desafiador.

Um agradecimento especial a todos os membros do painel de especialistas, não só pela disponibilidade para fazerem parte deste projeto, mas também por todo o carinho e conhecimento valioso transmitido: André Lago, André Miranda, Douglas Amante, Guilherme Pereira, Marília Simões e Miguel Santos. Agradeço, também, ao Rui Gonçalves e ao Guilherme Santos, gestores de projeto da COTEC Portugal, pelo contributo que deram na fase de validação dos resultados alcançados.

Um grande obrigada a todo o meu ciclo de amigos que me ajudaram (e ajudam!) constantemente, com a sua amizade, a acreditar sempre em mim. Quero agradecer também às minhas amigas e colegas Maria Inês Rodrigues e Inês Correia, com as quais tive o prazer de partilhar esta etapa do meu percurso académico, por toda a entreatajuda e espírito colaborativo demonstrado. Deixo, igualmente, um agradecimento à ISCTE *Business School*, ao seu corpo docente e todos os funcionários com quem partilhei esta experiência.

Por fim, mas nunca menos importante, o meu imenso obrigada aos meus pais, à minha irmã e a Deus pela força, apoio e carinho incondicional que me deram, tornando-se, assim, o meu grande pilar ao estarem sempre comigo, confiarem em mim e nunca me terem deixado desistir.

A todos,
Um sincero, Muito Obrigada!

INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL E GESTÃO DA MUDANÇA EM PMES: ANÁLISE DINÂMICA DE INICIATIVAS DE ADAPTAÇÃO

RESUMO

Dada a relevância que as Pequenas e Médias Empresas (PMEs) têm na economia europeia – e tendo em conta o contexto de mercado, cada vez mais competitivo, em que estão inseridas – é possível afirmar que a temática inerente ao processo de adaptação das PMEs à Inteligência Artificial (IA) é de elevada importância. Perante um cenário social, ambiental e tecnológico em constante evolução, assiste-se a uma preocupação crescente por parte das PMEs em se adaptarem a tecnologias como a IA, reconhecendo todos os seus benefícios associados. Admitindo que a realização de uma análise completa dentro desta temática é uma tarefa desafiante, devido à subjetividade e à complexidade associadas ao tema, a presente dissertação pretende propor um modelo multicritério de apoio à tomada de decisão, criado através da combinação de mapeamento cognitivo com a técnica *DEcision MAKing Trial and Evaluation Laboratory* (DEMATEL) em contexto neutrosófico. Este modelo surge no sentido de dissipar algumas falhas de estudos e modelos anteriores, pretendendo a estruturação do problema e o reconhecimento e perceção das iniciativas/fatores que devem estar no centro da análise (*i.e.*, têm maior impacto no sistema). Desta maneira, contando com o apoio de um painel de especialistas na área da IA, bem como através da combinação das metodologias a adotar, resultou um sistema de análise que inclui situações de indeterminação no processo de decisão. As implicações práticas e os benefícios do sistema proposto são também objeto de análise.

Palavras-Chave: Apoio à Tomada de Decisão Multicritério; Inteligência Artificial; DEMATEL; Lógica Neutrosófica; Mapeamento Cognitivo; PMEs.

Códigos JEL: M1, M15, O32.

ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND CHANGE MANAGEMENT IN SMEs: DYNAMIC ANALYSIS OF ADAPTATION INITIATIVES

ABSTRACT

Given the increasing relevance of small and medium-sized enterprises (SMEs) for the European economy – and considering the market context in which these companies operate in, which is ever more competitive – the SME adaptation process to Artificial Intelligence (AI) is of utmost importance. Due to a constantly evolving social, environmental and technological scenario, there is a growing concern on the part of SMEs to adapt to technologies such as AI, recognizing all its associated benefits. However, due to the subjectivity and complexity associated to the topic, an integrated analysis of the SME adaptation process is a challenging endeavor. The present study aims to propose a multicriteria decision support system using cognitive mapping and the DEcision MAKing Trial and Evaluation Laboratory (DEMATEL) technique in a neutrosophic context. The objective is to overcome some of the limitations of previous studies and models, structuring the decision problem at hand and recognizing and understanding the initiatives/factors that should be at the center of the analysis. With the assistance of a panel of experts in the field of AI, an analysis system resulted that includes situations of indeterminacy in the decision-making process. The practical implications and benefits of the proposed analysis system are also analyzed.

Keywords: Artificial Intelligence; Cognitive Mapping; DEMATEL; Multicriteria Decision Making; Neutrosophic Logics; SMEs.

JEL Codes: M1, M15, O32.

SUMÁRIO EXECUTIVO

Se, por um lado, as tecnologias digitais podem ser um motor para a expansão internacional das empresas (Jean, Sinkovics & Cavusgil, 2010; Sinkovics, Sinkovics & Jean, 2013), podendo fornecer, a empreendimentos menores, novos instrumentos e abordagens para alcançar e atender clientes globais (Falahat, Ramayah, Soto-Acosta & Lee, 2020), por outro lado, as Pequenas e Médias Empresas (PMEs) ainda permanecem cautelosas na adoção das soluções oferecidas pelas tecnologias digitais, ainda que reconhecendo que são vários os seus potenciais impactos. Dentro do meio tecnológico, surge, mais especificamente, a inteligência artificial (IA) que, segundo Magistretti, Dell’Era e Petruzzelli (2019), irá tornar-se, provavelmente, numa ferramenta complementar para a tomada de decisões nas PMEs, muitas vezes condicionadas pela falta de recursos e pela consciência limitada acerca das mudanças tecnológicas e sociais (Strotmann, 2007). Desta maneira, apesar de pouco se saber sobre o impacto concreto destas tecnologias nas PMEs (Mittal, Khan, Romero & Wuest, 2018), parece notória a multidimensionalidade associada a este tema, podendo envolver um amplo leque de componentes interrelacionadas. Assim, a presente dissertação pretende dar um contributo favorável para que se obtenha uma melhor análise e compreensão da temática da adaptação das PMEs à gestão da mudança incrementada pela IA. Recorrendo à literatura, é possível observar que são vários os autores que se focam no estudo daquilo que é a adaptação das empresas às novas tecnologias. No entanto, existem algumas limitações que podem ser enumeradas, nomeadamente no que diz respeito: (1) ao nível da clarificação dos critérios de avaliação e decisão; (2) à definição da importância dos critérios empregues; e (3) à inexistência de análises dinâmicas das relações causais entre os critérios. Tendo em vista a colmatação destas limitações – e adotando uma postura construtivista direcionada para o processo – o presente estudo não só utiliza a abordagem *JOintly Understanding Reflecting and Negotiating strategY (JOURNEY) Making*, concretizando-se através do uso de técnicas de mapeamento cognitivo, mas também a técnica *DEcision MAKing Trial and Evaluation Laboratory (DEMATEL)* em contexto neutrosófico, beneficiando, assim, da possibilidade de análise das relações dinâmicas causais entre os fatores de decisão e incorporando o conceito de indeterminação no processo de tomada de decisão (*i.e.*, através da lógica

neutrosófica). Nesta lógica de complementaridade, a adoção destas metodologias permite: (1) uma estruturação mais focada, coerente e completa da problemática em causa; e (2) a obtenção de um sistema de análise mais transparente e real ao integrar componentes objetivos e subjetivos. Na prática, a aplicação das metodologias mencionadas foi feita através de duas sessões de trabalho em grupo com um painel de especialistas (*i.e.*, profissionais com conhecimentos práticos na matéria em estudo), ambas em regime *online*, devido à situação pandémica da Covid-19. O painel foi composto por seis decisores, que cooperaram nas reuniões através da partilha de conhecimentos e experiências. A primeira reunião de grupo iniciou-se com uma *trigger question*, cujo objetivo era obter respostas através da utilização da “técnica dos *post-its*”, no sentido de apurar as iniciativas que, de acordo com a sua opinião, tinham mais relevância e impacto na adaptação das PME's à IA. De seguida, as iniciativas apuradas foram agrupadas e hierarquizadas em cinco *clusters*. Após esta reunião – e com base nos seus resultados – passou-se para a criação de um mapa cognitivo de grupo, que serviu de instrumento de facilitação à perceção global do problema em estudo. Posteriormente, na segunda sessão de grupo, avançou-se para a análise das inter-relações existentes não só entre os vários *clusters*, mas também entre os vários critérios dentro de cada *cluster*, assim como a influência exercida entre eles (*i.e.*, aplicando a técnica DEMATEL em contexto neutrosófico). Posto isto, foram formuladas as matrizes necessárias para analisar as relações de causa-efeito entre as variáveis, as quais obtiveram uma atenção especial por parte dos decisores visto que se debruçaram sobre os diversos graus de influência exercidos e, complementarmente, sobre as implicações neutrosóficas para essas relações, expressando de forma quantitativa todos os elementos em posição de verdade, falsidade e indeterminação. Quanto à aplicação destas técnicas, é pertinente salientar a sua utilidade ao examinar a dependência das variáveis em estudo e ao demonstrar os elementos críticos e prioritários, no sentido de alcançar a resolução do problema em causa. Findada esta sessão, efetivou-se a crispificação dos valores neutrosóficos obtidos. Por fim, objetivando alcançar a consolidação do sistema de análise multicritério obtido e os resultados alcançados, foi ainda feita uma sessão de trabalho onde estiveram presentes dois gestores de projeto da COTEC Portugal. Esta sessão de validação de resultados revelou-se muito importante, no sentido em que foi debatido, com e entre os dois entrevistados, o eventual potencial prático do sistema criado.

ÍNDICE GERAL

Capítulo 1 – Introdução	1
1.1. Enquadramento da Investigação	1
1.2. Objetivos: Principal e Secundários	2
1.3. Processos Metodológicos	2
1.4. Estrutura	3
1.5. Principais Resultados Esperados	4
Capítulo 2 – Revisão da Literatura	5
2.1. Inteligência Artificial e Gestão da Mudança: Conceitos Basilares	5
2.2. Desafios e Iniciativas de Adaptação das PMEs	7
2.3. Estudos Prévios: Contributos e Limitações	9
2.4. Principais Limitações	12
<i>Sinopse do Capítulo 2</i>	14
Capítulo 3 – Metodologia e Fontes	15
3.1. Estruturação de Problemas Complexos	15
3.1.1. JOURNEY <i>Making</i> e Mapeamento Cognitivo	16
3.1.2. Lógica Neutrosófica	17
3.1.3. Contributos para a Análise Dinâmica de Iniciativas de Adaptação	19
3.2. A Técnica DEMATEL	20
3.2.1. Enquadramento Processual	20
3.2.2. Vantagens e Limitações	23
3.2.3. Contributos para a Análise Dinâmica de Iniciativas de Adaptação	24
<i>Sinopse do Capítulo 3</i>	25
Capítulo 4 – Aplicação e Resultados	27
4.1. Mapa Cognitivo de Grupo	27
4.2. Lógica Neutrosófica, Crispificação e Técnica DEMATEL	31

4.3. Consolidação e Discussão de Resultados	44
<i>Sinopse do Capítulo 4</i>	47
Capítulo 5 – Conclusões, Recomendações e Investigação Futura	49
5.1. Resultados e Limitações do Estudo	49
5.2. Implicações para a Gestão da Mudança nas PMEs	51
5.3. Investigação Futura	52
Referências Bibliográficas	53
Apêndices	61

ÍNDICE DE QUADROS E FIGURAS

QUADROS

Quadro 2.1 – Desenvolvimento da IA	6
Quadro 2.2 – Metodologias de Adaptação das PMEs às Mudanças Introduzidas pela IA: Contributos e Limitações	10
Quadro 4.1 – Identificação dos <i>Clusters</i> Enunciados na Primeira Sessão de Grupo	33
Quadro 4.2 – Interações Inter- <i>Clusters</i>	33
Quadro 4.3 – Identificação dos Critérios Seleccionados para a Análise – <i>Cluster 1</i>	36
Quadro 4.4 – Interações entre os Subcritérios – <i>Cluster 1</i>	36
Quadro 4.5 – Identificação dos Critérios Seleccionados para a Análise – <i>Cluster 2</i>	38
Quadro 4.6 – Interações entre os Subcritérios – <i>Cluster 2</i>	38
Quadro 4.7 – Identificação dos Critérios Seleccionados para a Análise – <i>Cluster 3</i>	39
Quadro 4.8 – Interações entre os Subcritérios – <i>Cluster 3</i>	40
Quadro 4.9 – Identificação dos Critérios Seleccionados para a Análise – <i>Cluster 4</i>	41
Quadro 4.10 – Interações entre os Subcritérios – <i>Cluster 4</i>	42
Quadro 4.11 – Identificação dos Critérios Seleccionados para a Análise – <i>Cluster 5</i>	42
Quadro 4.12 – Interações entre os Subcritérios – <i>Cluster 5</i>	43

FIGURAS

Figura 3.1 – Exemplo de um Mapa Cognitivo Neutrosófico	18
Figura 4.1 – Primeira Sessão de Trabalho com o Painel – Fase de Estruturação	29
Figura 4.2 – Mapa Cognitivo de Grupo	30
Figura 4.3 – Segunda Sessão de Trabalho com o Painel – Fase de Avaliação	32
Figura 4.4 – Mapa de Influência ou Diagrama DEMATEL – Inter- <i>Clusters</i>	34
Figura 4.5 – Quadrantes do Mapa de Influência	35
Figura 4.6 – Mapa de Influência ou Diagrama DEMATEL – <i>Cluster 1</i>	37

Figura 4.7 – Mapa de Influência ou Diagrama DEMATEL – <i>Cluster 2</i>	39
Figura 4.8 – Mapa de Influência ou Diagrama DEMATEL – <i>Cluster 3</i>	40
Figura 4.9 – Mapa de Influência ou Diagrama DEMATEL – <i>Cluster 4</i>	42
Figura 4.10 – Mapa de Influência ou Diagrama DEMATEL – <i>Cluster 5</i>	44
Figura 4.11 – Sessão de Consolidação do Estudo	45

GLOSSÁRIO DE SIGLAS

AHP	– <i>Analytic Hierarchy Process</i>
BWM	– <i>Best Worst Method</i>
DEMATEL	– <i>DEcision MAKing Trial and Evaluation Laboratory</i>
DSPA	– <i>Data Science Portuguese Association</i>
IA	– <i>Inteligência Artificial</i>
IRM	– <i>Impact-Relations Map</i>
JOURNEY	– <i>JOintly Understanding Reflecting and Negotiating strategY</i>
NCM	– <i>Neutrosophic Cognitive Map</i>
PMEs	– <i>Pequenas e Médias Empresas</i>
PSM	– <i>Problem Structuring Method</i>
SC	– <i>Subcritérios</i>
TAM	– <i>Technology Acceptance Model</i>
TIC	– <i>Tecnologias da Informação e Comunicação</i>
TPB	– <i>Theory of Planned Behavior</i>
TRA	– <i>Theory of Reasoned Action</i>
UE	– <i>União Europeia</i>
UTAUT	– <i>Unified Theory of Acceptance and Use of Technology</i>

1.1 Enquadramento da Investigação

A enorme transformação trazida pela quarta revolução industrial obrigou qualquer empresa, independentemente do seu tamanho, setor ou localização, a embarcar na jornada da digitalização. No entanto, atualmente, as Pequenas e Médias Empresas (PMEs) são particularmente lentas na integração das tecnologias digitais, sendo que apenas uma em cada cinco PMEs na União Europeia (UE) está altamente digitalizada (Bettoni, Matteri, Montini, Gladysz & Carpanzano, 2021). Neste sentido, as PMEs estão cada vez mais pressionadas a seguir caminhos de crescimento complexos para reforçar a sua competitividade e acompanhar a evolução dos cenários tecnológicos e sociais (De Marco, Martelli & Di Minin, 2020; Falahat *et al.*, 2020; Jung, Hwang & Kim, 2018), incluindo a necessidade de se adaptarem a inovações tecnológicas, como a Inteligência Artificial (IA), atendendo que os benefícios e a vantagem competitiva que essa tecnologia pode trazer são inegáveis.

Dada a inexistência de soluções fáceis para problemas complexos, como é o caso da adaptação das PMEs às mudanças introduzidas pela IA, apesar do impacto da digitalização na expansão internacional das empresas ser uma área de pesquisa relevante e crescente (Lee & Falahat, 2019; Neubert, 2018) e de serem vários os estudos que existem em relação a este problema, salienta-se a falta de unanimidade no que diz respeito às iniciativas que determinam uma melhor gestão da mudança, por parte das PMEs, na adaptação à IA. Desta maneira, a presente dissertação tem como objetivo a criação de um sistema de análise multicritério para o apoio à tomada de decisão por parte das PMEs, centrando-se no reconhecimento das iniciativas que facilitam a gestão da mudança na adaptação à IA e, também, na análise das relações de causa-efeito eventualmente existentes entre essas iniciativas. Por conseguinte, o modelo é gerado com o objetivo de superar algumas das limitações reconhecidas em ferramentas e modelos existentes e será uma mais-valia para estruturar e compreender a problemática de forma mais holística e transparente.

1.2 Objetivos: Principal e Secundários

Na sequência do enquadramento geral apresentado no ponto anterior – e considerando a atualidade e complexidade inerentes à temática – a presente dissertação possui como principal objetivo o *desenvolvimento de um modelo multicritério que permita efetuar uma análise dinâmica de iniciativas de adaptação, combinando mapeamento cognitivo com a técnica DEcision Making Trial and Evaluation Laboratory (DEMATEL) em ambiente neutrosófico*.

Para a prossecução do objetivo principal, surgem objetivos secundários, tais como: (1) desenvolver uma revisão da literatura na área em estudo; (2) obter um painel de especialistas na área; (3) realizar duas sessões de grupo com os membros do painel e que permitam a estruturação do problema através da aquisição de *inputs* para a concretização do mapa cognitivo de grupo; (4) aplicar a técnica DEMATEL, de modo a realizar uma análise dinâmica das relações causa-efeito entre os critérios selecionados pelos especialistas e a concretizar as suas respetivas avaliações neutrosóficas; (5) realizar a crispificação dos valores neutrosóficos calculados na segunda sessão; e (6) obter a validação, por parte de uma entidade externa ao processo, do modelo a desenvolver, no sentido de debater a sua possível implementação prática.

1.3 Processos Metodológicos

No que diz respeito aos processos metodológicos a seguir, tendo como base os objetivos mencionados no ponto anterior, a presente dissertação irá aplicar o mapeamento cognitivo em conjunto com a técnica DEMATEL em ambiente neutrosófico.

Na prática, a aplicação das metodologias iniciar-se-á com adoção de técnicas de mapeamento cognitivo, possibilitando, assim, a estruturação do problema de decisão em causa. Esta técnica vai permitir a obtenção e agrupamento dos critérios de avaliação que, segundo a opinião do painel de decisores, devem ser incluídos no modelo. Numa fase posterior do processo, recorrer-se-á à técnica DEMATEL em ambiente neutrosófico para analisar as relações de causa-efeito entre os critérios incluídos no mapa cognitivo de grupo,

tendo em conta que, com base na lógica neutrosófica, procuraremos quantificar as situações presentes num processo de decisão (*i.e.*, a probabilidade do julgamento dado ser: (1) verdade; (2) haver incerteza; e (3) ser falso). Neste seguimento, esta dissertação terá por base a realização de duas sessões *online* de trabalho em grupo – em função da atual situação pandémica da Covid-19 – com um painel de especialistas na área da IA, onde a discussão aberta e o diálogo, com base na partilha de experiências e de conhecimentos, permitirão aumentar a compreensão da temática em estudo e obter os *inputs* que servirão de base para o estudo a desenvolver. A utilização dos processos metodológicos propostos irá possibilitar a criação de uma nova ferramenta de apoio à tomada de decisão, tendo em conta o contexto específico da adaptação das PME's às mudanças introduzidas pela IA.

1.4 Estrutura

Quanto à estrutura da presente dissertação, para além da bibliografia e dos apêndices, esta está organizada em cinco capítulos, incluindo a presente introdução (*i.e.*, *Capítulo 1*). Com efeito, este capítulo inicial expõe, primeiramente, o enquadramento da investigação da temática relativa à IA em PME's. De seguida, apresenta os objetivos da dissertação, aos quais se seguem a explicitação dos processos metodológicos a adotar. Por fim, é exposta a estrutura a seguir e os principais resultados esperados.

No *Capítulo 2* é feita uma contextualização dos conceitos basilares associados à IA e à gestão da mudança, para que, posteriormente, sejam discutidos os desafios e as iniciativas de adaptação que as PME's deverão estar preparadas para enfrentar, tendo em conta o tema da IA. São ainda apresentados métodos de adaptação de diversos autores, assim como as suas contribuições e limitações associadas.

O *Capítulo 3*, destinado à apresentação teórica das metodologias a aplicar, está dividido em duas partes. A primeira parte destina-se à contextualização do processo de estruturação de problemas complexos, incluindo a descrição da metodologia *JOintly Understanding Reflecting and Negotiating strategY (JOURNEY) Making*, do mapeamento cognitivo e da lógica neutrosófica. Relativamente à segunda parte, é apresentada a técnica DEMATEL, incluindo a enumeração de algumas das suas vantagens e limitações. No final

de cada uma destas partes são ainda descritos os potenciais contributos das técnicas (*i.e.*, mapeamento cognitivo e DEMATEL) para a análise dinâmica de iniciativas de adaptação.

O *Capítulo 4* contém a pormenorização das etapas do processo metodológico (*i.e.*, componente empírica). Ou seja, é exposto o modo como decorreram as duas sessões com o painel de especialistas, cruciais para a obtenção dos *outputs* para o modelo de análise. Seguidamente, é realizada a crispificação dos valores neutrosóficos. O final deste capítulo destina-se ao processo de validação e à discussão de resultados.

Por fim, o *Capítulo 5* destaca os principais resultados obtidos, as limitações do estudo, as principais implicações para a gestão da mudança nas PME's e, para finalizar, algumas perspetivas de investigação futura.

1.5 Principais Resultados Esperados

Tal como descrito nos pontos anteriores, a elaboração da presente dissertação tem como principal resultado esperado o desenvolvimento de um modelo dinâmico de análise multicritério que seja capaz de elucidar quais são as iniciativas que mais influência têm naquilo que é a gestão da mudança incutida pela IA em PME's. Contudo, é de salientar que este resultado só é possível devido à abordagem construtivista adotada através da combinação de duas técnicas que consubstanciam uma análise mais completa da temática. Em paralelo, é esperado que a dúvida e a indeterminação observadas no modelo (*i.e.*, lógica neutrosófica) seja um ponto de enriquecimento do mesmo, uma vez que proporcionam a obtenção de resultados mais credíveis.

Desta maneira, espera-se que as metodologias a adotar sejam capazes de superar algumas das limitações expostas nos estudos já existentes sobre este tema e que, assim, o presente estudo acrescente valor à comunidade científica ao revelar-se um instrumento de apoio à tomada de decisão. Por outro lado, pretende-se consolidar e validar o modelo criado junto de uma entidade competente na área e neutra ao estudo, de maneira a incutir-lhe uma maior robustez e fiabilidade. Finalmente, é igualmente esperado que os resultados alcançados sejam publicados e divulgados numa revista internacional da especialidade.

Este capítulo destina-se à fase de estudo inicial da temática em causa, permitindo um melhor enquadramento e uma melhor abordagem à mesma. Primeiramente, serão apresentados conceitos basilares associados à *inteligência artificial* e à *gestão da mudança*, no sentido de, posteriormente, ser analisada a sua relação e de que forma é possível gerir a mudança produzida pelo impacto do progresso tecnológico acelerado. Ao longo do capítulo, irão ser discutidos os desafios e as iniciativas de adaptação a que as PME's deverão estar preparadas para enfrentar, tendo em conta o contexto tecnológico avançado trazido pela IA. Serão mencionados, também, alguns métodos de adaptação, estudados por diversos autores e que se inserem neste contexto de estudo, assim como as suas respetivas contribuições e limitações. Por fim, é revelada a necessidade de criar uma ferramenta diferente que consiga colmatar as limitações metodológicas gerais identificadas.

2.1. Inteligência Artificial e Gestão da Mudança: Conceitos Basilares

Existem inúmeras pesquisas destinadas a compreender a construção da *inteligência* a partir de uma perspetiva de processamento de informações. Gottfredson (1997, p. 13) explicita o conceito como sendo: “*a very general capability that, among other things, involves the ability to reason, plan, solve problems, think abstractly, comprehend complex ideas, learn quickly, and learn from experience [...] Intelligence, so defined, can be measured, and intelligence tests measure it well*”.

Por sua vez, a origem da *inteligência artificial* pode ser direcionada para 1950, quando o matemático britânico Turing (1950) colocou a seguinte questão: “*as máquinas podem pensar?*”. O autor afirmou que, para que uma máquina fosse inteligente, ela precisaria de “aprender com a experiência”. Ou seja, com as experiências a que a máquina é submetida. Nilsson (1984, p. 5) sustenta que este termo gera uma “*different class of*

machines — machines that can perform tasks requiring reasoning, judgement, and perception that previously could be done only by humans”. Em 1989, McCarthy (1989) utilizou o termo, descrevendo-o como um computador que processa grandes quantidades de dados de maneira sofisticada. O *Quadro 2.1* apresenta os marcos da evolução do conceito de IA.

Quadro 2.1: Desenvolvimento da IA

Fonte: Zhang e Lu (2021, adap.).

Período	Detalhes
Fundação	Em 1956, numa conferência realizada na Universidade de <i>Dartmouth</i> , vários cientistas discutiram como fazer máquinas simuladas inteligentes. McCarthy (1996) propôs o termo “Inteligência Artificial”.
Primeira Era	Nos primeiros dias de investigação em IA, o <i>Massachusetts Institute of Technology</i> , a <i>Carnegie Mellon University</i> , a <i>Stanford University</i> e outras universidades estabeleceram laboratórios de IA e receberam financiamento de agências governamentais para Investigação e Desenvolvimento (I&D). Durante a década de 1970, desenvolveram-se estudos que se tornaram essenciais para a investigação, nomeadamente: <i>expert systems</i> , tradução de idiomas, jogos e comportamento robótico. Aos poucos, a IA estava, de forma gradual, a fazer descobertas.
Segunda Era	A rede neuronal <i>Hopfield</i> , proposta em 1982, desencadeou um <i>boom</i> no desenvolvimento da IA. Em 1997, o sucesso de <i>Deep Blue</i> impulsionou o seu desenvolvimento. Não obstante, mais tarde, as pessoas começaram a tentar estudar programas gerais de IA e, tendo encontrado sérios obstáculos, ponderam que esta estivesse longe de se aplicar à vida social. Assim, por volta de 2000, a IA entrou em depressão novamente. Posteriormente, com o desenvolvimento contínuo de GPU (<i>Graphics Processing Unit</i>), o desenvolvimento de processadores personalizados melhorou continuamente o poder de computação. Na primeira década do século XXI, o desenvolvimento da Internet móvel trouxe mais cenários de aplicação à IA.
Terceira Era	De 2006 até agora estamos perante um período de rápido desenvolvimento da IA.

Importa ter presente, contudo, que a IA atual tem ainda fortes limitações quando lida com situações completamente novas, comprometendo a sua “generalização”. Ao saber isso, Schank (1980) define a “generalização” como sendo a capacidade que os humanos têm de transferir soluções de um domínio de um problema para outro, aplicar conceitos gerais e abstratos no raciocínio e no desenvolvimento de soluções para problemas completamente novos.

No que concerne à *gestão da mudança*, várias análises foram conduzidas para servir à implementação e gestão bem-sucedidas da mudança. De acordo com Bhatt (2017), para que as mudanças organizacionais sejam bem-sucedidas, é fundamental que se faça uma boa

gestão das mesmas. Por conseguinte, Moran e Brightman (2001) definem a gestão da mudança como sendo um processo de renovação contínua da direção, estrutura e capacidades da organização para atender às necessidades, sempre em mudança, dos *stakeholders* externos e internos.

Cunha, Rego, Cunha e Cardoso (2007) enfatizam dois tipos de fatores que afirmam estar na origem do fracasso das iniciativas de mudança nas organizações, nomeadamente: (1) fatores psicológicos, que se traduzem, particularmente, na questão da resistência à mudança; e (2) fatores organizacionais, relacionados com a condução incorreta dos processos de mudança. Fiedler (2010) defende que a resistência à mudança é caracterizada por comportamentos que impedem o processo de mudança. Neste sentido, têm sido debatidas estratégias que consigam combater a resistência à mudança e ajudar a sua gestão. Essas abordagens permitem envolver os funcionários no processo de mudança, melhorando as suas perceções, pensamentos e opiniões sobre a mudança e ganhando a sua contribuição para alinhar e apoiar as mudanças (Jalagat, 2016; Rogiest, Segers & Witteloostuijn, 2018; Schwarz, Nielsen, Stenfors-Hayes & Hasson, 2017).

Sucintamente, para uma mudança eficaz, é necessário que se tenha em mente a ideia de mudança planeada. Nesse contexto, a resistência à mudança é um fator a ser considerado tanto durante o planeamento da mudança como posteriormente (Pardo del Val & Fuentes, 2003; Szabla, 2007; Tavakoli, 2010). No ponto que se segue, torna-se relevante apresentar fundamentos relativos aos desafios e às iniciativas de adaptação das PME face às mudanças proporcionadas pela implementação da IA.

2.2. Desafios e Iniciativas de Adaptação das PME

De acordo com a Recomendação da Comissão Europeia n.º 2003/361/CE (Comissão Europeia, 2003), as PME são definidas como empresas com menos de 250 trabalhadores, cujo volume de negócios anual não exceda 50 milhões de euros ou cujo balanço total anual não exceda 43 milhões de euros. Segundo a definição europeia, as PME classificam-se em 3 categorias: micro, pequenas e médias empresas. As micro empresas são definidas como organizações que empregam menos de 10 colaboradores e com um volume de negócios ou

balanço anual inferiores a 2 milhões de euros. As pequenas empresas caracterizam-se por terem menos de 50 trabalhadores e um volume de negócios inferior a 7 milhões de euros ou um balanço anual inferior a 5 milhões de euros. Como terceira categoria, as médias empresas são todas aquelas não correspondem aos critérios definidos para as micro ou pequenas empresas. O uso de IA tem vindo a aumentar significativamente nos últimos anos. Essa dinâmica ascendente está fortemente relacionada às grandes mudanças nos tipos de tecnologia (Fujii & Managi, 2018), que valorizam o potencial transformador da IA na sociedade, amplamente reconhecido pelas nações nos seus planos estratégicos (Fatima, Desouza & Dawson, 2020). Desta forma, dada a definição de PME, torna-se necessário entender que desafios deverão as PMEs estar preparadas para enfrentar relativamente à IA e que iniciativas de adaptação são necessárias a ter em conta.

A implementação de IA tem fornecido vantagens competitivas sustentáveis às organizações através da incorporação de tecnologias avançadas de informática (Aldasoro, Merino & Pérez, 2019). Assim, as entidades estão sujeitas a transformações persuasivas, que podem incorrer em elevados custos e relativamente aos quais a maioria das empresas não tem capacidade para suportar, nomeadamente as PMEs. Neste contexto, Gangwar (2018) afirma que a prontidão da organização indica a preparação das empresas para absorver sistemas de IA nos seus processos, sendo esta prontidão uma pré-condição para a adaptação da IA em PMEs. Objetivamente, este conceito diz respeito à infraestrutura de Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) da empresa, bem como aos recursos financeiros e humanos que dispõe para implementar novas tecnologias. Neste sentido, os maiores desafios colocados na adoção de IA por parte das PMEs prendem-se, de acordo com Ayedee e Kumar (2020), com a menor formação e escassez de habilidades por parte dos funcionários. Ghobakhloo, Arias-Aranda e Benitez-Amado (2011) enfatizam que, deste modo, não será fácil para as PMEs adotar IA sem recursos tecnológicos, financeiros e humanos adequados. Assim, estamos perante um grande desafio (*i.e.*, o investimento necessário à aplicação da IA) que as PMEs deverão estar preparadas para enfrentar.

De acordo com Grandon e Pearson (2004), é de esperar que muitas empresas adotem novas tecnologias devido à pressão competitiva a que estão inerentes (*i.e.*, à influência do ambiente externo). Estes reconhecem que a pressão competitiva, impulsionada pelos *media*, concorrentes e clientes, influencia significativamente a adoção

de tecnologia nas PMEs. Desta maneira, encaramos outro desafio com que as PMEs se deparam (*i.e.*, a pressão competitiva) e que “empurra”, significativamente, as PMEs para a adaptação de IA. Alharbi, Atkins e Stanier (2016) mencionam ainda outro desafio e que se prende com as variações nos requisitos do país e/ou outros fatores ambientais determinantes na adoção de IA. Ou seja, a implementação da IA muda de acordo com os requisitos de diferentes regiões/países.

Face ao exposto, quando falamos em iniciativas de adaptação para as PMEs, Grandon e Pearson (2004) afirmam que o envolvimento da alta direção é fundamental para a implementação de novas tecnologias nas PMEs e que o seu apoio contínuo é necessário para a prontidão da organização. Nessa linha de raciocínio, Chen, Preston e Swink (2015), bem como Priyadarshinee, Raut, Jha e Gardas (2017), asseguram que o compromisso da alta administração com a implementação da IA é necessário e visto como uma iniciativa de adaptação, pois estes indivíduos são os tomadores de decisão que irão possibilitar a criação de ecossistemas tecnológicos. Por conseguinte, com um envolvimento da alta direção, iniciativas como o fornecimento de formação aos seus recursos humanos e a comunicação dos benefícios da implementação da IA deverão ser uma realidade na empresa. No próximo ponto analisam-se alguns estudos feitos nesta área.

2.3. Estudos Prévios: Contributos e Limitações

A partir da revisão da literatura, várias lacunas foram identificadas que refletem o atual *status* inconclusivo do tema da adaptação das PMEs às mudanças introduzidas pela IA. Com efeito, é seguramente amplo o conjunto de aspetos preponderantes que podem ser estudados e processados como fatores, externos e internos, que influenciam a implementação de IA em PMEs, os quais nem sempre são consensuais nem padronizados. Diante desta necessidade – e devido ao impacto evolutivo da temática em estudo – têm surgido alguns estudos relacionados com a emergência da adaptação, por parte das PMEs, às novas tecnologias, tendo em conta as mudanças introduzidas pela IA e de que forma essa adaptação pode ser feita. É possível observar alguns exemplos desses estudos no *Quadro 2.2*, em conjunto com as suas respetivas contribuições e limitações.

Quadro 2.2: Metodologias de Adaptação das PMEs às Mudanças Introduzidas pela IA: Contributos e Limitações

Autor	Método	Contribuições	Limitações
Fishbein & Ajzen (1975)	<i>Theory of Reasoned Action</i> (TRA)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Esta teoria defende que o comportamento de um indivíduo é determinado pela sua intenção de comportamento. Ou seja, pela intenção que o indivíduo possui de realizar determinado comportamento, sendo essa intenção de comportamento, por sua vez, influenciada pela atitude do indivíduo e pelas normas subjetivas que exercem influência sobre ele. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ A teoria parte do pressuposto que os indivíduos tomam decisões quanto aos seus comportamentos a partir de uma análise racional. Contudo, tal não pode ser concebido quando se aplica à decisão de uso ou não de uma tecnologia, dada a existência de variáveis subjetivas que exercem influência sobre o indivíduo nesse contexto.
Davis (1989)	<i>Technology Acceptance Model</i> (TAM)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Este modelo, com base nas ideias da TRA, surgiu da necessidade da existência de uma teoria que se aplicasse à área da tecnologia da informação. Ou seja, que se destinasse exclusivamente a explicar quais os fatores que influenciam a intenção de uso e o uso real de um sistema de informação e, conseqüentemente, implementar os passos corretivos adequados. ▪ A teoria desenvolvida baseia-se na influência que duas variáveis externas exercem sobre a intenção de um comportamento (neste caso, o uso de uma tecnologia da informação e seu desempenho efetivo). As variáveis defendidas pelo modelo são: (1) utilidade percebida, a qual diz respeito ao nível de melhoria de desempenho que o indivíduo acredita que o uso de uma tecnologia pode lhe gerar; e (2) facilidade de uso percebida, que, por sua vez, se refere à quantidade de esforço que o indivíduo acha que necessita gastar para utilizar a tecnologia em questão. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Nesta teoria, somente duas variáveis exercem influência sobre a decisão de uso do indivíduo quanto a uma tecnologia, algo que é insuficiente para explicar esse processo, dado a quantidade de outros fatores – objetivos e subjetivos – que influenciam o indivíduo nessa decisão. ▪ Um indicador que ratifica a insuficiência do TAM, no que diz respeito à explicação dos fatores que determinam o uso das tecnologias, é o fato de que o modelo passou por dois processos de incrementação aos longos dos anos e que culminaram nos denominados TAM 2 e TAM 3, os quais agregaram, respetivamente, sete e treze novas variáveis à análise.

Ajzen (1991)	<i>Theory of Planned Behavior (TPB)</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ O objetivo com esta teoria é o de agregar aos construtos da TRA um novo fator com potencial para explicar a intenção de comportamento dos indivíduos: o controlo comportamental percebido. Essa variável diz respeito à facilidade percebida ou à dificuldade de realizar o comportamento. Ela foi inserida no modelo sob a perspectiva de auxiliar a análise das crenças que o indivíduo possui quanto à disponibilidade de recursos e oportunidades e à existência de dificuldades para realização do comportamento em questão. ▪ A teoria foi concebida para propiciar a previsão e a explicação do comportamento humano diante situações específicas. É fundamentada pelo pressuposto que o comportamento dos indivíduos é baseado na intenção que eles apresentam de efetivar tal comportamento. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ A TPB não considera elementos relevantes quando se trata da decisão de comportamento diante de uma tecnologia como, por exemplo, a melhoria do desempenho que se espera com a adoção da tecnologia, a dificuldade ou a facilidade de uso da tecnologia ou o <i>status</i> que se obtém com a utilização da tecnologia. ▪ A teoria parte do pressuposto que o comportamento realizado pelo indivíduo decorre tão somente da sua vontade individual, não considerando fatores extrínsecos que exercem influência sobre ele e que são decorrentes de uma ordem ou de uma circunstância que o “obrigue” a realizar tal comportamento, algo que pode ocorrer no caso do uso de uma tecnologia.
Venkatesh, Morris, Davis & Davis (2003)	<i>Unified Theory of Acceptance and Use of Technology (UTAUT)</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ O modelo UTAUT valida quatro fatores determinantes e quatro condições moderadoras da aceitação e da intenção de uso de TIC. Os fatores determinantes que influenciam diretamente a intenção e aceitação de uso são: (1) expectativa de <i>performance</i>; (2) expectativa de esforço para o uso; (3) influência social; e (4) condições facilitadas. Já as condições moderadoras que influenciam indiretamente a intenção e a aceitação de uso que são: (1) género; (2) idade; (3) experiência; e (4) voluntariedade do uso por parte do usuário. ▪ Os resultados da validação do modelo demonstraram a relação dinâmica existente entre as variáveis e comprovaram que uma variável não pode ser analisada isoladamente quando se trata da área de tecnologias da informação, pois cada variável principal é influenciada, direta ou indiretamente, pelas moderadoras (<i>i.e.</i>, pelas características pessoais de cada indivíduo). Nesse sentido, destaca-se que a UTAUT se apresenta como um modelo de aceitação da tecnologia com alta capacidade explicativa. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Pondera-se que este modelo, mesmo com um maior número de variáveis, não consegue responder de forma contundente a todos os fatores que exercem influência sobre o indivíduo na tomada de decisão quanto ao uso (ou não) de uma tecnologia da informação. Esse fato decorre principalmente de algumas disfunções encontrada no modelo, como por exemplo: (1) o fato dele propor uma análise estritamente focada na percepção do indivíduo e não considerar variáveis externas que exercem influência sobre ele; (2) a visão pró-tecnologia defendida indiretamente pelo modelo (<i>i.e.</i>, parte-se da premissa de forma indireta que o indivíduo está disposto a aceitar a tecnologia e o que se busca com a análise é, somente, verificar quais os principais fatores que influenciam essa adoção); e, por fim, (3) a subjetividade excessiva das principais variáveis, algo que pode gerar vieses à análise e ao entendimento da questão em estudo.

O *Quadro 2.2* evidencia alguns estudos realizados nas últimas décadas e relacionados com a adaptação, por parte das PMEs, às novas tecnologias e à IA. Existe um grande número de modelos que procuram explicar este fenómeno (Lai, 2017; Scherer, Siddiq & Tondeur, 2019). No entanto, é possível dizer que os modelos existentes não conseguem identificar com precisão todas as variáveis que influenciam o processo de decisão quanto ao uso ou não de uma TIC (Venkatesh *et al.*, 2003). Desta maneira, torna-se pertinente a apresentação das principais limitações identificadas, tendo por objetivo encontrar “espaço” para a abordagem metodológica que irá ser adotada nesta dissertação. Será este o tópico do próximo ponto.

2.4. Principais Limitações

Como visto no ponto anterior, existem diversos métodos que incidem sobre o estudo da adaptação das PMEs às mudanças introduzidas pela IA e que, naturalmente, expõem diferentes contributos e limitações. No entanto, nenhuma limitação deverá ser vista como um entrave ao desenvolvimento e ao aprofundamento da temática em questão, devendo, pelo contrário, ser tida como uma oportunidade de melhoria. Assim, torna-se relevante analisar, com maior profundidade, as debilidades das atuais metodologias de análise da adaptação das PMEs à IA.

Partindo do *Quadro 2.2*, podem ser apresentadas quatro limitações transversais aos estudos analisados, nomeadamente: (1) carência de clareza no que diz respeito à identificação e à definição das variáveis selecionadas para os respetivos estudos; (2) inconsistências na definição da importância e/ou suficiência das variáveis no âmbito do comportamento do indivíduo perante uma tecnologia (*i.e.*, existência de variáveis subjetivas e a falta de consideração de fatores extrínsecos ou outros elementos importantes); (3) escassez de análises dinâmicas das relações de causa-efeito entre as variáveis empregues; e (4) não ser possível afirmar que existe um modelo superior nesta matéria. Desta forma, apesar de Weber e Borchering (1993) referirem que não existem metodologias isentas de limitações, estamos perante a necessidade de uma ferramenta diferente que contribua para

colmatar algumas destas limitações e que possibilite práticas e melhorias reais na análise da adaptação das PMEs às mudanças introduzidas pela IA.

Face ao exposto, a presente dissertação pretende efetuar uma análise dinâmica de iniciativas de adaptação, combinando mapeamento cognitivo com a aplicação da técnica *DEcision MAking Trial and Evaluation Laboratory* (DEMATEL) em ambiente neutrosófico, assumindo uma posição construtivista e orientada para o processo. Este tema visa produzir iniciativas concretas para uma melhor adaptação das PMEs às mudanças introduzidas pela IA, recomendando um sistema de análise multicritério que possibilite a superação de algumas limitações identificadas. Como defendido por Bana e Costa, Stewart e Vansnick (1997, p. 30) “*the multicriteria decision aid framework facilitates learning about the problem and the alternative courses of action, by enabling people to think about their values and preferences from several points of view*”. O próximo capítulo tratará de expor as metodologias que se pretendem aplicar para a estruturação de um sistema de análise da adaptação das PMEs à IA.

SINOPSE DO CAPÍTULO 2

Este segundo capítulo foi iniciado com a definição dos conceitos base em causa, nomeadamente: *inteligência artificial* e *gestão da mudança*. Estes conceitos têm vindo a conquistar espaço em diferentes ambientes de discussão e, como tal, várias questões foram estudadas para a sua melhor compreensão. Assim, dentro da definição, no que diz respeito à IA, foi abordada, de forma sucinta, a evolução da IA e as suas limitações ao lidar com situações completamente novas. No âmbito da gestão da mudança, após uma breve elucidação sobre o conceito de PME, foram apresentados alguns fatores que se acredita estarem na origem do fracasso das iniciativas de mudança nas organizações, realçando a resistência à mudança e, posteriormente, a necessidade de estratégias que consigam combater a resistência à mudança e ajudar a gestão de cada situação específica. De seguida, foram identificados alguns desafios associados à implementação da IA, bem como as iniciativas de adaptação necessárias por parte das PMEs, tendo em conta o contexto de mercado, cada vez mais competitivo, em que estão inseridas. Posteriormente, foram apresentados e analisados alguns estudos e modelos de adaptação das PMEs às mudanças impulsionadas pela IA, em conjunto com as suas respetivas contribuições e limitações. Acredita-se que os modelos apresentados são eficazes e que as limitações existentes são decorrentes da complexidade do fenómeno a tratar. No entanto, foram expostas as limitações metodológicas gerais, no sentido de mostrar que podem originar oportunidades de estudo através da apresentação de novas propostas metodológicas de base construtivista. Foi verificado que o tema da IA é multidimensional e que tem vindo a conquistar espaço em diversos ambientes de discussão. Como tal, foram levantadas, debatidas e aprofundadas várias questões tendo em vista a melhor compreensão da temática em estudo e das suas implicações presentes e futuras. Tendo por finalidade propor uma contribuição transparente e completa, o objetivo desta dissertação passa por sugerir o desenvolvimento de um modelo multicritério que pretende colmatar algumas das limitações identificadas no presente capítulo, propondo iniciativas de adaptação concretas que poderão ser aproveitadas por gestores públicos e/ou privados, garantindo o desenvolvimento empresarial das respetivas organizações. O seguinte capítulo visa o aprofundamento das metodologias a utilizar.

Após dada relevância, no capítulo anterior, à necessidade do desenvolvimento de um sistema de análise da adaptação das PMEs às mudanças introduzidas pela IA, assim como terem sido identificadas algumas limitações metodológicas alusivas a estudos desenvolvidos sobre este tema, torna-se relevante a criação de um modelo que supere algumas dessas limitações. Este capítulo será destinado à contextualização do processo de estruturação de problemas complexos, aprofundando a relevância da metodologia *JOintly Understanding Reflecting and NEgotiating strategY* (JOURNEY) *Making*, bem como ao estudo de metodologias que se complementam no apoio à tomada de decisão, nomeadamente: mapeamento cognitivo, lógica neutrosófica e a técnica *DEcision MAKing Trial and Evaluation Laboratory* (DEMATEL).

3.1. Estruturação de Problemas Complexos

Tendo em conta que a complexidade é uma propriedade inerente ao processo de tomada de decisão (Diab, Roy, Labbouz & Christen, 2008; Dias & Clímaco, 2005; Tsotsolas & Alexopoulos 2017), o apoio à tomada de decisão surge com o objetivo de incutir “*um maior grau de racionalidade nos processos de apoio à decisão*” (Ferreira, 2011, p. 68). Este processo divide-se em três fases: (1) estruturação do problema; (2) avaliação das ações potenciais; e (3) recomendações/implementação (Ferreira, 2011; Xu & Ouenniche, 2012). A fase de estruturação do problema, de acordo com Bana e Costa e Beinat (2010), além de possibilitar a envolvência dos atores na análise do problema, oferece uma base sólida de informações para a identificação de novas oportunidades de decisão e para a avaliação das consequências das ações potenciais. Perante a estruturação de um problema de decisão complexo, surgem os métodos de estruturação (ou *Problem Structuring Methods* (PSM)).

Os PSMs são definidos como um grupo de métodos que ajudam a que se chegue a uma decisão focada (Franco, Cushman & Rosenhead, 2004; Rosenhead & Mingers, 2001),

através de um diálogo deliberativo (Midgley, Cavana, Brocklesby, Foote, Wood & Ahuriri-Driscoll, 2013). Para que se realize uma boa estruturação de um problema de decisão complexo, é necessário recorrer às metodologias multicritério de estruturação, como a abordagem *JOintly Understanding Reflecting and NEgotiating strategY* (JOURNEY) *Making*, que faz uso de mapeamento cognitivo.

3.1.1. JOURNEY Making e Mapeamento Cognitivo

Para a implementação da metodologia *JOURNEY Marking*, é necessária a presença de um facilitador, que intervirá de uma forma imparcial durante as sessões, gerindo informações e auxiliando os intervenientes a definir os fatores decisivos a envolver (Ferreira, 2011). Na presença de um facilitador e recorrendo a técnicas de cartografia cognitiva, este método possibilita a visualização da estruturação de ideias, proporcionando o diálogo crítico, a colaboração entre os agentes de decisão e a reorganização de perspetivas (Ackermann, 2012; Belton & Hodgkin, 1999; Eden & Ackermann, 2004; Tegarden & Sheetz, 2003), com vista a alcançar uma deliberação coletiva e consensual (Box, 2007; Lewis, 2006).

Quanto ao mapeamento cognitivo, conforme observado por Eden (2004) e Marques, Ferreira, Meidutė-Kavaliauskienė e Banaitis (2018), este tem um enorme potencial no estudo de problemas de decisão complexos, na medida em que é tido como uma ferramenta metacognitiva e construtivista, que pode assumir várias formas visuais e interativas (Buzan e Buzan, 1993; Pires, Ferreira, Jalali & Chang, 2018; Reis, Ferreira, Meidutė-Kavaliauskienė, Govidan, Fang & Falcão, 2019). Um mapa cognitivo é, habitualmente, construído no formato de uma rede, sendo composto por “nós” (*i.e.*, os conceitos, ideias ou construtos) e setas direcionadas que fazem as ligações entre conceitos (Rieg & Filho, 2003), destacando que um “nó” que esteja na extremidade cabeça de seta demonstra ser influenciado pelo conceito que se encontra na cauda dessa mesma seta (Eden, 2004). As setas podem representar relações de causa-efeito positivas (+) ou negativas (-) (Ferreira, Jalali, Zavadskas & Meidutė-Kavaliauskienė, 2017; Ribeiro, Ferreira, Jalali & Meidutė-Kavaliauskienė, 2017). De acordo com Montibeller e Belton (2006, p. 780), “*a positive sign indicates a positive perceived causal connection, whereby an increase in a cause generates an increase in the linked effect [... while] a negative sign denotes a negative*

connection, whereby an increase in the cause leads to an increase in the opposite pole of the linked effect". A presente dissertação irá fazer uso de um tipo específico de mapeamento cognitivo (*i.e.*, mapeamento cognitivo neutrosófico), pelo que é importante compreender o conceito de lógica neutrosófica no próximo ponto.

3.1.2. Lógica Neutrosófica

A tese fundamental da neutrosófia é de que as ideias não possuem apenas um grau de verdade, mas também um grau de falsidade e um grau de incerteza/indeterminação, que devem ser incluídos como componentes independentes no processo de tomada de decisão (Ferreira & Meidutė-Kavaliauskienė, 2019; Riviuccio, 2008). A lógica neutrosófica é uma lógica multivalorada, na qual os valores de verdade (*i.e.*, variável lógica x) são dados por um conjunto de três componentes: $(T, I, F) = (\text{grau de verdade, grau de indeterminação, grau de falsidade})$ (Smarandache, 2007). Os seus componentes caracterizam-se como quaisquer subconjuntos reais padrão ou não-padrão de $]0, 1+[$, onde $T \rightarrow]0, 1+[$; $I \rightarrow]0, 1+[$; $F \rightarrow]0, 1+[$ (Smarandache, 2007). Na prática, conforme realçado por Peng, Wang, Zhang e Chen (2014) e Ye (2013), supondo que consultamos um especialista, ele pode dizer que a probabilidade de uma afirmação ser verdadeira (T) é 0.5; o grau de não ter a certeza (I) é 0.2; e que a probabilidade de ser falsa (F) é 0.6 (*i.e.*, $x(0.5; 0.2; 0.6)$). Por conseguinte, torna-se importante estudar os mapas cognitivos neutrosóficos (ou *neutrosophic cognitive map*) (NCM). Os NCMs, são definidos como gráficos neutrosóficos direcionados que representam a relação causal entre conceitos, conforme apresentado na *Figura 3.1* (Kandasamy & Smarandache, 2003).

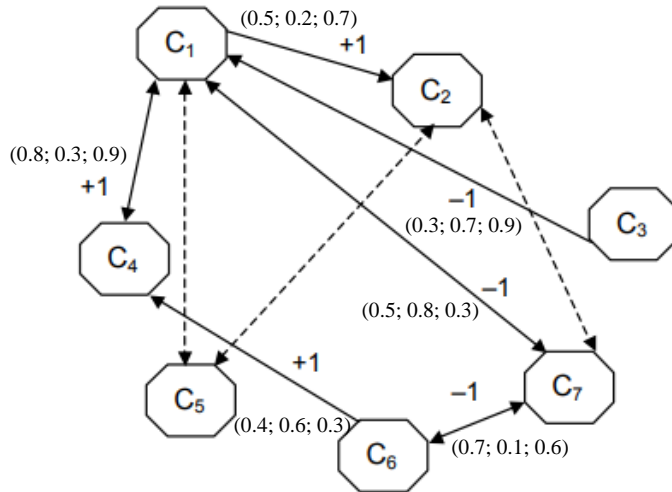


Figura 3.1: Exemplo de um Mapa Cognitivo Neutrosófico

Fonte: Kandasamy & Smarandache (2003, adap.).

Assumindo C_i e C_j como dois “nós”, c_{ij} representa uma seta que liga os dois conceitos e determina a sua relação de causalidade ou indeterminação, consoante o tipo de linha (*i.e.*, preenchida ou picotada, respetivamente) (Kandasamy & Smarandache, 2003). Nesse sentido, w_{ij} é o peso da seta dirigida e $w_{ij} \in \{-1, 0, 1, I\}$. Assim, a relação entre conceitos pode tomar o valor de: (1) $w_{ij} = 0$, se C_i não tiver nenhum efeito sobre C_j ; (2) $w_{ij} = 1$, se o aumento (ou diminuição) em C_i causar aumento (ou diminuição) em C_j ; (3) $w_{ij} = -1$, se o aumento (ou diminuição) em C_i causar diminuição (ou aumento) em C_j ; e (4) $w_{ij} = I$ se a relação ou efeito de C_i sobre C_j for indeterminada. De acordo com Ghaderi, Azadeh, Nokhandam e Fathi (2012), a utilização deste tipo de mapas permite que o especialista tenha uma maior liberdade de intuição, pois permite expressar não apenas o positivo, o negativo e a ausência de impactos, mas também a indeterminação dos impactos.

Associado ao conceito de NCM surge a matriz de adjacência neutrosófica, de dimensão $n \times m$ (*i.e.*, $n=m$ o número de fatores/critérios), que engloba os valores resultantes das avaliações neutrosóficas para todas as relações de causa-efeito entre as variáveis. Podemos obter uma matriz neutrosófica simplificada $D = (\alpha_{ij})_{m \times n}$, como a apresentada na formulação (1) (Ye, 2014), onde estão representados n critérios e os graus de intensidade das relações entre eles.

$$D = (\alpha_{ij})_{m \times n} = \begin{bmatrix} (t_{11}, i_{11}, f_{11}) & (t_{12}, i_{12}, f_{12}) & \dots & (t_{1n}, i_{1n}, f_{1n}) \\ (t_{21}, i_{21}, f_{21}) & (t_{22}, i_{22}, f_{22}) & \dots & (t_{2n}, i_{2n}, f_{2n}) \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ (t_{m1}, i_{m1}, f_{m1}) & (t_{m2}, i_{m2}, f_{m2}) & \dots & (t_{mn}, i_{mn}, f_{mn}) \end{bmatrix} \quad (1)$$

Por fim, é necessário transformar as três componentes neutrosóficas (*i.e.*, T, I, F) num só valor/componente (*i.e.*, crispificação). Uma forma possível de crispificação ou “*crispfication of neutrosophic weights*” é dada pela equação (2) (Pramanik, Banerjee & Giri, 2016):

$$w_k = \frac{1 - \sqrt{((1-T_k)^2 + (I_k)^2 + (F_k)^2)/3}}{\sum_{k=1}^r \{1 - \sqrt{((1-T_k)^2 + (I_k)^2 + (F_k)^2)/3}\}} \quad (2)$$

Pramanik *et al.* (2016) afirmam que esta fórmula permite que r especialistas tenham os seus próprios pesos de decisão neutrosófica (*i.e.*, w_1, w_2, \dots, w_r), onde cada $w_k = (T_k, I_k, F_k)$ é representado por um número neutrosófico. A presente dissertação irá adotar uma abordagem baseada no mapeamento neutrosófico, com o objetivo de apresentar os comportamentos relativos à problemática de decisão. Posto isto, torna-se pertinente estudar os possíveis contributos desta abordagem metodológica para a análise dinâmica de iniciativas de adaptação das PME's à IA.

3.1.3. Contributos para a Análise Dinâmica de Iniciativas de Adaptação

Sinteticamente, a utilização de NCMs, no contexto deste estudo, torna-se favorável uma vez que permite: (1) identificar e analisar as variáveis de decisão a incluir no modelo de avaliação da adaptação das PME's às mudanças introduzidas pela IA; (2) compreender como se inter-relacionam as variáveis do modelo, no que diz respeito às dinâmicas de causalidade ou indeterminação; (3) analisar as iniciativas de adaptação de forma mais completa, determinando quando é que dois vértices devem ou não ser tratados; (4) expor as diferentes visões dos especialistas; e (5) que a presente dissertação seja tida como uma contribuição adicional para a literatura, uma vez que são ainda poucos os estudos que

aplicam mapeamento neutrosófico para a tomada de decisão. O próximo tópico tratará de expor a técnica DEMATEL, outra abordagem que será utilizada nesta dissertação.

3.2. Técnica DEMATEL

Devido à complexidade do tema e com o objetivo de promover uma compreensão mais profunda das situações de decisão, a presente dissertação utilizará a abordagem de análise de decisão multicritério com o intuito de construir, analisar e verificar as relações influentes entre variáveis, por intermédio de um modelo estrutural. Face o exposto, a técnica DEMATEL, desenvolvida na década de 1970 por Gabus e Fontela (1972), será tida como uma ferramenta complementar de auxílio à análise dos fatores determinantes no modelo.

3.2.1. Enquadramento Processual

A técnica DEMATEL desenvolve matrizes para identificar e analisar relações de causa-efeito entre critérios e/ou subcritérios com base num modelo estrutural, destacando a interdependência entre os fatores e produzindo um diagrama que reflete o seu comportamento (Falatoonitoosi, Leman, Sorooshian & Salimi, 2013; Si, You, Liu, Zhang, 2018). Além disso, de acordo com Dalvi-Esfahani, Niknafs, Kuss, Nilashi e Afrough (2019, p. 5), este método “*determines the critical components of a system aided by impact relation diagrams*”, através de um valor numérico, que expressa a influência relacionada a cada critério, para que os especialistas possam entender quais são os critérios que são tidos como causas (*i.e.*, critérios que revelam maior efeito sobre outros, tendo maior prioridade) e quais são efeitos (*i.e.*, critérios que recebem mais influência de outros, tendo menor prioridade) (Falatoonitoosi *et al.*, 2013). Em termos práticos, as aplicações desta técnica compreendem cinco etapas (*cf.* Gabus & Fontela, 1972; Huang, Shyu & Tzeng, 2007; Li & Tzeng, 2009; Tzeng, Chiang & Li, 2007; Wu, Lan & Lee, 2011; Wu & Lee, 2007).

Etapa 1: Construir a matriz inicial de influência direta Z . Cada especialista produz uma matriz de $n \times n$ e cada valor representa o grau de influência entre os fatores. Quando i

$= j$ e $i, j \in \{1, 2, \dots, n\}$, os valores diagonais na matriz são iguais a 0. A matriz de influência direta Z , de um determinado grupo de variáveis, está representada na expressão (3).

$$Z = \begin{matrix} C_1 \\ C_2 \\ \vdots \\ C_n \end{matrix} \begin{bmatrix} 0 & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & 0 & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & 0 \end{bmatrix} \quad (3)$$

Etapa 2: Calcular a matriz de influência direta normalizada X . Quando a influência de todos os elementos varia entre 0 e 1, pela aplicação da constante de normalização λ , esta matriz pode ser desenvolvida com base nas equações (4) e (5).

$$X = \frac{Z}{\lambda} \quad (4)$$

$$\lambda = \max \left(\max_{1 \leq i \leq n} \sum_{j=1}^n z_{ij}, \max_{1 \leq j \leq n} \sum_{i=1}^n z_{ij} \right) \quad (5)$$

Etapa 3: Construir a matriz de influência total T . A matriz X é usada para construir a matriz de influência total T , adicionando o valor dos efeitos diretos e indiretos. Os elementos t_{ij} refletem os efeitos que o fator i teve no fator j , sendo que a matriz T representa o relacionamento total entre cada fator. A matriz T , de acordo com Chen, Lin e Tzeng (2019), pode ser calculada através da fórmula (6), em que I corresponde à matriz de identidade $n \times n$.

$$T = \lim_{k \rightarrow \infty} (X^1 + X^2 + \dots + X^k) = X(I - X)^{-1} \quad (6)$$

Etapa 4: Calcular os vetores R e C e o valor limite (α). Ao somar as colunas e linhas da matriz de influência total T , em separado, os vetores R e C são obtidos através das equações (7) e (8), respectivamente (Chen *et al.*, 2019).

$$R = \left[\sum_{j=1}^n t_{ij} \right]_{n \times 1} = [r_i]_{n \times 1} \quad (7)$$

$$C = [\sum_{i=1}^n t_{ij}]'_{1 \times n} = [c_j]'_{1 \times n} \quad (8)$$

Neste caso, r_i (*i.e.*, a soma da linha i^{th} da matriz T) corresponde ao grau de influência que o fator i tem, direta ou indiretamente, sobre todos os outros fatores. Por outro lado, c_j (*i.e.*, a soma da coluna i^{th} da matriz T) representa o grau de influência que o fator i recebe, direta ou indiretamente, dos restantes fatores. Assim, quando $i = j$ e $i, j \in \{1, 2, \dots, n\}$, o valor do eixo horizontal ($R + C$) é denominado de “*prominence*”, que representa o grau de importância que um fator tem no sistema. Da mesma maneira, o eixo vertical ($R - C$) é rotulado como “*relation*”, que reflete o grau de influência que um determinado fator apresenta para o sistema de suporte à decisão e que pode dividir os fatores, qualificando-os num grupo de *causas* (doadores) e num grupo de *efeitos* (recetores). Isto quer dizer que, se $(r_i - c_j) > 0$ (*i.e.*, positivo), o fator i revela influência direta sobre os outros fatores. Ou seja, faz parte do grupo das causas. Contudo, se $(r_i - c_j) < 0$ (*i.e.*, negativo), significa que os restantes fatores é que têm influência sobre o fator i , pertencendo ao grupo dos efeitos (Chen *et al.*, 2019; Sumrit & Anuntavoranich, 2013; Tzeng *et al.*, 2007).

Por seu lado, o valor limite, conhecido como valor do *threshold* α , pode ser encontrado como apresentado na fórmula (9). Nesta etapa, um valor limite (α) é definido com o objetivo de eliminar quaisquer elementos relativamente insignificantes na matriz T (Pinto, 2020; Sumrit & Anuntavoranich, 2013; Yang, Shieh, Leu & Tzeng, 2008).

$$\alpha = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n [t_{ij}]}{N} \quad (9)$$

Etapa 5: Desenvolver um mapa de influência (IRM)/diagrama causa-efeito. Um IRM é um diagrama construído com base no mapeamento dos conjuntos de coordenadas de $(r_i + c_i, r_j - c_j)$, onde os valores $(R+C)$ e $(R-C)$ se referem ao eixo horizontal e ao eixo vertical, respetivamente. Os fatores ou critérios de decisão podem ser colocados em quatro quadrantes (Si *et al.*, 2018; Yazdi, Khan, Abbassi & Rusli, 2020), os quais representam: *central factors* se pertencem ao QI; *determinants factors* se estão no QII; *independent factors* se se encontram no QIII; e *impact factors* se se posicionam no QIV.

Desta maneira, é possível concluir que, de acordo com Freire, Ferreira, Carayannis e Ferreira (2021), DEMATEL é um método reconhecido por ser simples e facilitar a tomada de decisão. Após ter sido definido e apresentado o método DEMATEL, no próximo ponto serão descritas as suas principais vantagens e limitações.

3.2.2. Vantagens e Limitações

Com o objetivo de obter uma melhor compreensão sobre como a abordagem DEMATEL poderá ser útil para a análise da adaptação das PMEs à IA, parece relevante a enumeração de algumas das suas vantagens e limitações.

Algumas das vantagens associadas a esta técnica são: (1) permitir a interdependência entre critérios através de diagramas (Aghelie, Mustapha, Sorooshian & Azizan, 2016; Kumar & Dixit, 2018); (2) analisar as influências mútuas (*i.e.*, efeitos diretos e indiretos) entre critérios e ajudar a compreender as relações de causa-efeito no processo de tomada de decisão (Chen, Ming, Zhang, Yi & Sun, 2019; Gao, Ju, Gonzalez, Zeng, Dong & Wang, 2021; Khan, Khan & Haleem, 2018; Kilic, Yurdaer & Aglan, 2021; Tseng, Lin, Chen, Sarmiento & Tan, 2019; Yazdi *et al.*, 2020); (3) visualizar, quantitativamente, as inter-relações entre fatores, através do IRM (Khan, Khan & Haleem, 2019; Si *et al.*, 2018; Trivedi, 2018; Yazdi *et al.*, 2020); (4) localizar os fatores críticos de avaliação e medir os pesos desses critérios, considerando a interação entre eles (Aghelie *et al.*, 2016; Gao *et al.*, 2021; Raut, Gardas, Narkhede & Narwane, 2019; Si *et al.*, 2018; Yazdi *et al.*, 2020); (5) fornecer uma medida de análise quantitativa para problemas subjetivos (Kumar & Dixit, 2018); (6) produzir resultados com necessidade reduzida de dados (Bhatia & Srivastava, 2018; Mahmoudi, Jalali, Ahmadi, Abasi & Salari, 2019; Raj & Sah, 2019; Sivakumar, Jeyapaul, Vimal & Prathosh, 2018; Trivedi, 2018; Yazdi *et al.*, 2020); e (7) fornecer uma ferramenta intuitiva para a construção de soluções viáveis, através de um *ranking* de alternativas (Aghelie *et al.*, 2016; Si *et al.*, 2018).

Apesar das evidentes vantagens, este método também apresenta algumas limitações, sendo elas: (1) o *ranking* de alternativas é determinado com base em opiniões dos especialistas durante a atribuição do peso dos atributos (Bhatia & Srivastava, 2018; Chen, Lu, Ming, Zhang & Zhou, 2020; Dalvi-Esfahani *et al.*, 2019; Kumar *et al.*, 2018; Si *et al.*,

2018); (2) utilização de números fixos e inteiros em problemáticas subjetivas (Aghelie *et al.*, 2016; Kumar *et al.*, 2018; Tseng, 2010); (3) quando há muitos critérios envolvidos, existe a possibilidade de dificultar a extração das devidas conclusões (Aghelie *et al.*, 2016); e (4) incapacidade de mostrar o grau absoluto das relações entre critérios, dificultando o reconhecimento da influência direta de cada critério (Aghelie *et al.*, 2016).

Ainda assim, esta técnica tem sido aceita como uma das mais eficazes para determinar as influências entre fatores (Akyuz & Celik, 2015; Kadoić, Divjak & Redep, 2019; Özdemir, 2016), revelando um enorme potencial de aplicação no contexto da presente dissertação. O ponto seguinte irá refletir sobre quais os contributos desta metodologia para a análise dinâmica de iniciativas de adaptação das PMEs em relação à temática em causa.

3.2.3. Contributos para a Análise Dinâmica de Iniciativas de Adaptação

A técnica DEMATEL, ao modelar diagramas e representar relações de causa-efeito entre os critérios de decisão num sistema complexo, permite que decisões informadas, assertivas e fundamentadas possam ser tomadas com base num entendimento mais completo da dinâmica envolvida nos campos das PMEs e da IA. Por conseguinte, a utilização desta metodologia trará robustez e clareza para o estudo em questão, no sentido em que a sua utilização irá possibilitar, através da integração da opinião de especialistas, a visualização gráfica da influência de cada fator e, ainda, a identificação de quais os fatores críticos no âmbito da adaptação das PMEs à IA (*i.e.*, quais têm mais influência/impacto em todo o sistema).

Através desta técnica, o sistema de análise estará apto para dar respostas de atuação mais conscientes e adaptadas à situação real ao nível da IA, de maneira a priorizar e indicar quais serão as ações adequadas de melhoria, evitando uma má adaptação por parte das PMEs. Tornar-se-á possível trabalhar em iniciativas bem informadas que potenciem uma melhor adaptação das PMEs aos domínios da IA, consentindo ajustes, adaptando os modelos e, conseqüentemente, apoiando a tomada de decisão para uma possível promoção de medidas relacionadas com a melhoria do nível de *performance* das PMEs.

SINOPSE DO CAPÍTULO 3

Este terceiro capítulo centrou-se na definição da metodologia escolhida a abordar na presente dissertação, como forma de criação de um modelo multicritério de análise às iniciativas de adaptação das PMEs à IA. Inicialmente, este capítulo tratou de apresentar o conceito de estruturação de problemas complexos, como a fase que contém o papel mais importante dentro do processo de tomada de decisão e, de seguida, os métodos de estruturação de problemas de decisão complexos (*i.e.*, PSMs), vistos como métodos designados para apoiar o pensamento estruturado sobre um problema complexo. Posteriormente, como metodologias a utilizar, foram apresentados a *JOintly Understanding Reflecting and NEgotiating strategY (JOURNEY) Making* e o mapeamento cognitivo. A metodologia *JOURNEY Making* irá facilitar a estruturação do problema, através da elaboração de mapas cognitivos. Depois do enquadramento dado ao conceito de mapeamento cognitivo, como uma ferramenta para compreender as representações mentais de certos indivíduos ou grupos de indivíduos, o capítulo visou aprofundar um tipo específico de mapeamento cognitivo a adotar na presente dissertação, nomeadamente o mapeamento cognitivo neutrosófico. A utilização de mapas neutrosóficos permite que o grupo de especialistas tenha uma maior liberdade de intuição, no sentido de que este pode expressar não apenas a positividade e negatividade, mas também a indeterminação dos impactos entre critérios, algo que é apontado como uma mais-valia neste estudo tendo em conta a incerteza inerente à temática em análise. Seguidamente, foram identificados os potenciais contributos que a lógica neutrosófica poderá trazer para a análise dinâmica de iniciativas de adaptação das PMEs à IA. De seguida, procedeu-se à apresentação da metodologia DEMATEL, entendida como um método aplicado para analisar problemas complexos com múltiplos critérios. Com base na opinião dos especialistas, este método foca-se na priorização dos conceitos, tendo em conta os mais relevantes e desenvolvendo a análise dos seus relacionamentos causais. Após serem destacadas algumas vantagens e limitações associadas a esta metodologia, o capítulo terminou com a exibição de potenciais contributos do DEMATEL para a presente dissertação. O próximo capítulo centrar-se-á na aplicação prática destas metodologias na análise dos determinantes/fatores de IA em PMEs.

Tendo por objetivo o desenvolvimento de um sistema que analise a adaptação das PMEs à IA e que ultrapasse algumas das limitações metodológicas reveladas por modelos que foram elaborados sobre a mesma temática, o presente capítulo diz respeito ao desenvolvimento da parte empírica do estudo, nomeadamente: (1) a elaboração do mapa cognitivo de base (*i.e.*, fase de estruturação); e (2) a aplicação da técnica DEMATEL em ambiente neutrosófico (*i.e.*, fase de avaliação). Neste capítulo, são ainda apresentados e estudados os resultados obtidos durante todo o processo empírico. Para finalizar o capítulo, foi realizada uma sessão de consolidação, no sentido de validar o sistema de análise criado e debater a sua possível aplicabilidade prática.

4.1 Mapa Cognitivo de Grupo

Tal como observado no *Capítulo 3*, a fase de estruturação tem uma importância crucial no processo de apoio à tomada de decisão, permitindo dar suporte à análise das iniciativas de adaptação à IA que poderão ser tomadas pelas PMEs. Nesta fase, surge a necessidade de constituir um painel de especialistas, os quais são tidos como decisores que irão clarificar objetivos, identificar áreas de preocupação e organizar ideias (Belton & Stewart, 2002).

No que diz respeito ao número de especialistas presentes no painel, a literatura refere que este pode oscilar entre 5 e 12 elementos (Belton & Stewart, 2002; Ferreira, 2011; Eden & Ackermann, 2004). Assim, foi possível a constituição de um painel com seis decisores (*i.e.*, profissionais que trabalham em PMEs e com conhecimentos práticos em IA). Por conseguinte, o painel foi composto por: (1) um *artificial intelligence developer* da *SingularityNET*; (2) um *software engineer* da *Replai*; (3) um *software developer* da *TNX Logistics*; (4) pelo diretor executivo da *Data Science Portuguese Association (DSPA)*; (5) pela CEO e *data science specialist* da *ML Analytics*; e (6) um *data scientist* da *Border Innovation*. Definido o painel de especialistas, é importante referir que, devido à situação

pandémica da Covid-19, as sessões foram realizadas em formato *online*, no sentido de garantir a segurança e o bem-estar de todos.

A primeira sessão de grupo, com duração aproximada de três horas, refletiu a fase de estruturação do problema em análise (*i.e.*, análise de iniciativas de adaptação à IA por parte das PMEs), onde o principal objetivo foi a criação de um mapa cognitivo de grupo através da interação dos atores envolvidos. Esta sessão iniciou-se com a apresentação de cada membro do painel e, de seguida, foi feito um breve enquadramento ao estudo e à abordagem metodológica a aplicar. A plataforma *online* utilizada nesta sessão foi a plataforma *Miro* (<http://www.miro.com>), a qual possibilitou a interação remota entre todos os especialistas envolvidos. Há também que salientar a presença de um facilitador (*i.e.*, autora da presente dissertação) e de duas assistentes técnicas, cuja função consistiu, essencialmente, em dar algum apoio no registo dos resultados em caso de necessidade.

Posto isto, seguiu-se a uma *trigger question* dirigida ao painel de decisores (*i.e.*, “*Com base na sua experiência profissional, que iniciativas podem ser adotadas pelas PMEs no sentido de facilitar a gestão da mudança na adaptação à Inteligência Artificial?*”), que os incentivou à interação e discussão do tema. Tendo por objetivo a identificação de iniciativas significativas para a temática em causa, foi utilizada a “técnica dos *post-its*”, a qual possibilita a recolha de *inputs* necessários para a construção do modelo (Ackermann & Eden, 2001). Esta técnica consiste em escrever em *post-its* os critérios (*i.e.*, iniciativas de adaptação à IA por parte das PMEs) que, do ponto de vista dos decisores, sejam relevantes para o processo de decisão e que respondam à *trigger question* apresentada. Antes de iniciar este procedimento, inerente à metodologia *JOURNEY Making*, foi referido que apenas poderia ser utilizado um *post-it* digital por cada critério identificado (Ribeiro *et al.*, 2017) e que, sempre que o mesmo possuísse uma relação de causalidade positiva ou negativa na problemática, deveria ser colocado um sinal positivo (+) ou negativo (–), respetivamente, no canto superior do respetivo *post-it* (Ferreira, 2011).

Definidos os 112 critérios relevantes para a temática em causa (*i.e.*, medidas de adaptação à IA por parte das PMEs), algo que está alinhado com o que Eden e Ackermann (2004) defendem quando referem que, normalmente, um mapa cognitivo deve conter entre 90 a 120 critérios, prosseguiu-se para a segunda fase da primeira sessão. Esta fase consistiu em organizar os *post-its* (*i.e.*, critérios apurados) por áreas de preocupação ou *clusters*.

Assim, foi pedido aos decisores que, em conjunto, efetuassem a correspondência dos critérios apurados anteriormente aos respetivos *clusters*. No final, foram identificados cinco *clusters*, nomeadamente: (1) *Recursos Humanos*; (2) *Infraestruturas de TI*; (3) *Know-how e Conhecimento*; (4) *Políticas e Gestão Organizacional*; e (5) *Liderança*.

Por fim, foi possível passar para a última fase da primeira sessão de grupo. Esta fase consistiu em efetuar uma análise interna de cada *cluster*, através da hierarquização dos critérios dentro dos diferentes *clusters* (*i.e.*, os critérios mais importantes foram colocados no topo dos respetivos *clusters*, os intermédios no meio e os menos importantes na base). A *Figura 4.1* ilustra alguns momentos decorrentes desta primeira sessão de grupo.

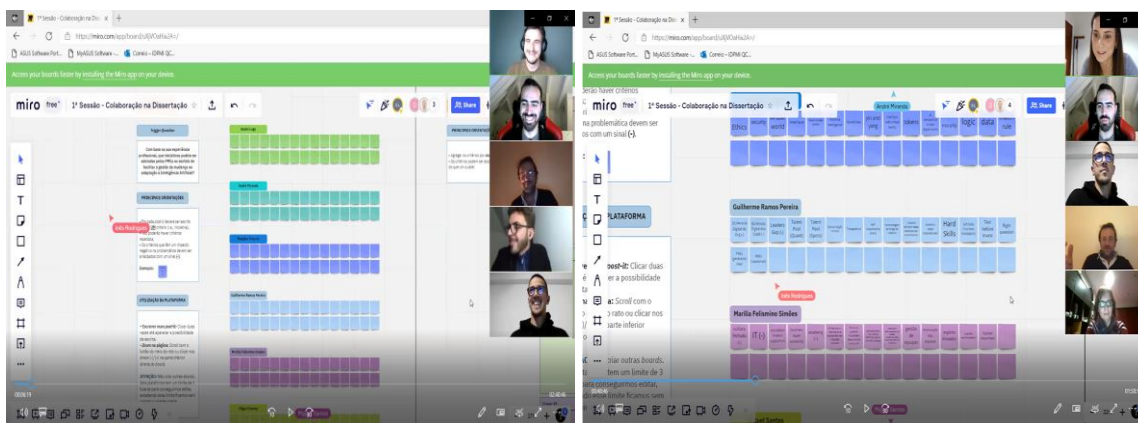


Figura 4.1: Primeira Sessão de Trabalho com o Painel – Fase de Estruturação

Concluída a primeira sessão de grupo, e com base nos seus *outputs*, foi possível proceder ao desenvolvimento de um mapa cognitivo, na medida em que “*the structuring phase is concerned with the development of cognitive and strategic maps, and allows us to identify important performance measurements [...]*” (Ferreira, Santos, Rodrigues & Spahr, 2014, p. 8) acerca da problemática em análise e que pode servir de auxílio à perceção global do problema. Este mapa foi concebido com recurso ao *software Decision Explorer* (<http://www.banxia.com>). A *Figura 4.2* apresenta os critérios contidos na versão final do mapa cognitivo de grupo, o qual foi devidamente validado pelos participantes presentes na segunda sessão.

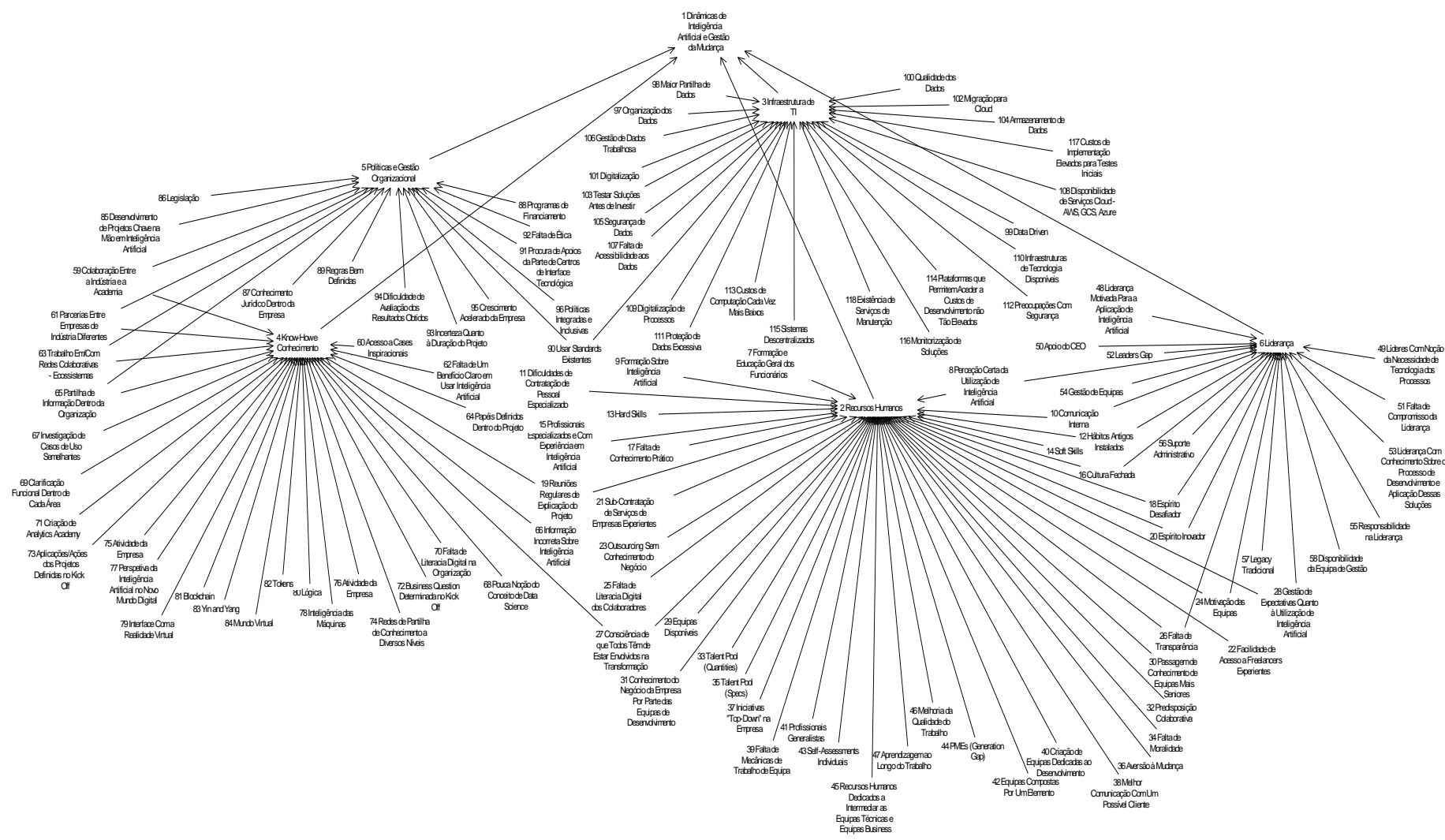


Figura 4.2: Mapa Cognitivo de Grupo

Ao observar a *Figura 4.2*, parece relevante destacar três pormenores: (1) cada relação de causa-efeito é representada por uma seta; (2) certos critérios estão presentes em mais do que um *cluster*; e (3) existência de sinais negativos (–) junto das setas, que refletem os critérios que influenciam negativamente a adoção de IA por parte das PMEs.

Em suma, esta metodologia permite identificar critérios de decisão, reduzir erros e promover a procura de soluções adequadas para situações específicas através de uma análise intensiva de dados (Barão, Ferreira, Spahr, Sunderman, Govindan & Meidutė-Kavaliauskienė, 2021). Desta maneira, a elaboração de um mapa cognitivo revelou-se uma importante ferramenta de comunicação e de estruturação do problema de decisão em análise e permitiu que se reunissem as condições necessárias para a aplicação da técnica DEMATEL em contexto neutrosófico. Será este o passo a expor no próximo ponto.

4.2 Lógica Neutrosófica, Crispificação e Técnica DEMATEL

Concluída a fase de estruturação do problema em estudo, tornou-se exequível passar para a fase de avaliação, desenvolvida na segunda sessão de grupo e decorrida, igualmente, em formato *online* via Zoom.

Nesta sessão, o mapa cognitivo de grupo foi facultado aos membros do painel, tendo-lhes sido dada a possibilidade de se pronunciarem sobre eventuais ajustes. De seguida, foram apresentadas as técnicas a utilizar, realçando que a vantagem de integrar estas duas abordagens (*i.e.*, DEMATEL e lógica neutrosófica) reside no facto de a incerteza e a indeterminação poderem ser levadas em consideração no processo de tomada de decisão (Ferreira & Meidutė-Kavaliauskienė, 2019). Por conseguinte, esta sessão focou-se no preenchimento, por parte do grupo de decisores, de seis matrizes de influência (*i.e.*, a primeira matriz corresponde à matriz que indica a relação entre *clusters*, enquanto as restantes cinco matrizes correspondem à realidade projetada dentro de cada *cluster*). Dada a dimensão dos *clusters*, foi necessário o recurso à técnica nominal de grupo e a *multi-voting* para efetuar a seleção dos critérios a serem analisados nas últimas cinco matrizes. Identificados os critérios mais relevantes, foi utilizada a escala DEMATEL de 0 a 4 (*i.e.*, onde 0 = “sem influência”; 1 = “influência baixa”; 2 = “influência média”; 3 = “influência

alta”; e 4 = “influência muito alta”) para que os decisores se pronunciassem acerca de cada relação em causa e que fizessem as avaliações neutrosóficas dessas relações. Ou seja, que identificassem, sob forma de percentagem, a probabilidade do seu julgamento ser: (1) verdade (*T*); (2) incerto (*I*); e (3) falso (*F*). A *Figura 4.3* ilustra alguns momentos captados na segunda sessão de trabalho em grupo.

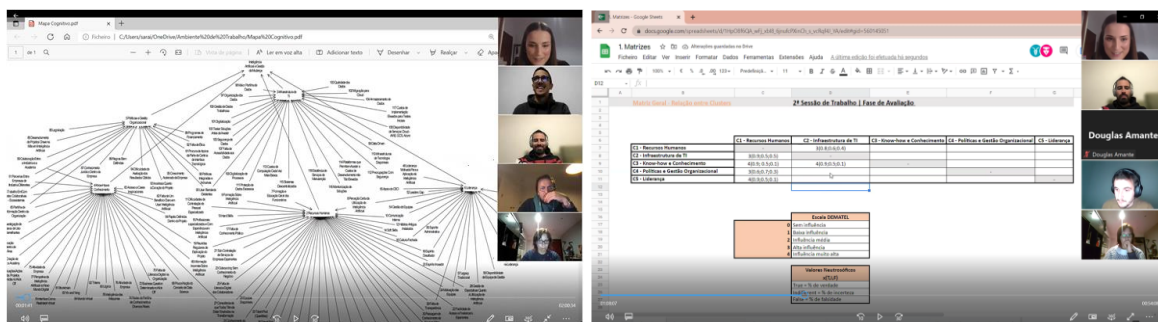


Figura 4.3: Segunda Sessão de Trabalho com o Painel – Fase de Avaliação

Findada a segunda sessão de trabalho, na qual foram feitas avaliações utilizando valores neutrosóficos, o passo seguinte consistiu em agregar os valores (*i.e.*, efetuar a sua “crispificação”), com o intuito de obter os *inputs* iniciais necessários para a execução da técnica DEMATEL. Este primeiro passo foi concretizado através da realização de um cálculo extra para todas as células que resultaram da fase de avaliação, utilizando a fórmula de crispificação (2) (ver *Capítulo 3*).

De maneira a proporcionar uma compreensão mais clara dos dados relativos às seis análises que se seguem, serão somente expostas as tabelas das interações entre critérios e os respetivos diagramas DEMATEL, localizando-se em *Apêndice* todas as outras matrizes, tabelas e cálculos intermédios respetivos a cada matriz analisada.

No que diz respeito ao estudo da primeira matriz (*i.e.*, matriz geral de relacionamento entre *clusters*), tendo em conta os *clusters* obtidos (*Quadro 4.1*), este refletiu-se no preenchimento da matriz do *Quadro A1* do *Apêndice A*, que ilustra os valores neutrosóficos alcançados durante a segunda sessão de grupo. Posteriormente, foi com base nos valores brutos presentes no *Quadro A1* do *Apêndice A* que se prosseguiu para a crispificação de valores (ver *Quadro A2* em *Apêndice A*).

Quadro 4.1: Identificação dos *Clusters* Enunciados na Primeira Sessão de Grupo

<i>Clusters</i>	
C1	Recursos Humanos
C2	Infraestrutura de IT
C3	<i>Know-how</i> e Conhecimento
C4	Políticas e Gestão Organizacional
C5	Liderança

Após o apuramento dos resultados, seguiu-se o preenchimento da matriz inicial de influência direta com os valores finais crispificados (ver *Quadro A3* no *Apêndice A*). Posteriormente, para obter a normalização da matriz de influência direta inicial, foram realizados os cálculos intermédios apresentados no *Quadro A4* do *Apêndice A*, utilizando as Equações (4) e (5) (ver *Capítulo 3*). Após a sua realização, tornou-se exequível a obtenção da respetiva matriz normalizada (ver *Quadro A5* no *Apêndice A*).

Com o objetivo de obter a matriz de relação-total T (ver *Quadro A7* no *Apêndice A*), foi utilizada a expressão (6) (ver *Capítulo 3*) após serem calculadas as três matrizes imperativas neste processo (*i.e.*, matriz I , $I-X$ e $(I-X)^{-1}$) (ver *Quadro A6* no *Apêndice A*). Observando o *Quadro 4.2*, no que diz respeito à coluna R, esta corresponde ao grau de influência que um certo fator (*i.e.*, *cluster*) tem sobre todos os outros, podendo aqui ser identificado o *cluster* C3 – *Know-how e Conhecimento* – como o que detém uma maior influência sobre os restantes (*i.e.*, 4.0691). Por outro lado, a linha C representa o grau de influência que um determinado *cluster* recebe dos demais *clusters* existentes, destacando-se, nesta vertente, o *cluster* C1 – *Recursos Humanos* – sendo influenciado em 4.2543.

Quadro 4.2: Interações Inter-*Clusters*

	R	C	R+C	R-C
C1	3.5812	4.2543	7.8355	-0.6731
C2	2.9937	3.8145	6.8082	-0.8208
C3	4.0691	3.6915	7.7605	0.3776
C4	2.8940	2.9589	5.8529	-0.0649
C5	3.8050	2.6237	6.4287	1.1812

Há ainda a realçar que o valor limite (α), resultante da média de todos os valores presentes na matriz T (ver *Quadro A7* no *Apêndice A*), é obtido com recurso à fórmula 9 (ver *Capítulo 3*). Com um valor limite (α) centrado em 0.6937, foi possível seleccionar as relações de maior influência e eliminar todos os valores que têm um menor efeito na própria matriz. Desta maneira, a definição do valor α na matriz final tem um papel fundamental para a construção do diagrama DEMATEL de relações causa-efeito (*i.e.*, IRM), apresentado na *Figura 4.4*.

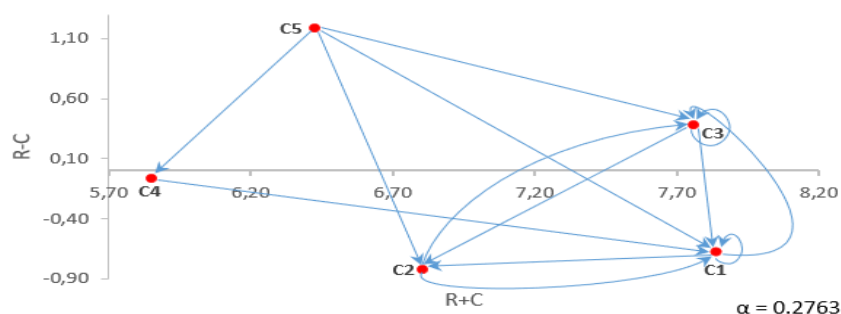


Figura 4.4: Mapa de Influência ou Diagrama DEMATEL – *Inter-Clusters*

Atendendo a que (R+C) (*i.e.*, eixo horizontal do diagrama ilustrado na *Figura 4.4*) revela o total de efeitos dados e recebidos pelo *cluster* em causa, é possível evidenciar que este eixo horizontal apresenta os *clusters* por ordem de importância, na medida em que quanto maior o valor de (R+C), mais importante será esse *cluster* e maior impacto terá no modelo em análise. Assim sendo, observando o *Quadro 4.2*, o *cluster C1 – Recursos Humanos* – é aquele que detém uma maior importância neste estudo, com o (R+C) mais alto e igual a 7.8355. Por outro lado, o *cluster C4 – Políticas e Gestão Organizacional* – é o que se apresenta com a perspectiva menos importante, com o (R+C) mais baixo e igual a 5.8529. Em contrapartida, o eixo vertical (R-C) indica o grau de influência e relação que um determinado *cluster* tem no modelo em relação aos outros *clusters*, sendo que podem existir dois grupos (*i.e.*, grupo das causas e grupo dos efeitos), caso (R-C) seja positivo ou negativo, respetivamente. Neste caso, estamos perante um maior número de *clusters* que pertencem ao grupo dos efeitos (*i.e.*, com um valor (R-C) negativo), sendo designados como fatores recetores, na medida em que têm uma relação baixa com os restantes *clusters*

e são mais influenciados do que influenciam os outros. Especificamente, estamos a falar do C1, C2 e C4 (i.e., *Recursos Humanos*, *Infraestrutura de TI* e *Políticas e Gestão Organizacional*, respetivamente). Quanto ao C3 e ao C5 (i.e., *Know-how e Conhecimento* e *Liderança*, respetivamente), estes *clusters* pertencem ao grupo das causas, tendo um valor de (R-C) positivo e influenciando os *clusters* pertencentes ao grupo dos efeitos diretamente.

A *Figura 4.4* reflete a informação contida no *Quadro 4.2* por intermédio de um diagrama causa-efeito, que reflete a distribuição dos seis *clusters* pelos respetivos eixos, assim como as suas relações causa-efeito. Através deste diagrama é possível obter uma rápida e clara perceção da importância e das influências relevantes do modelo. A ordem de importância dos cinco *clusters* (i.e., $C1 > C3 > C2 > C5 > C4$) revela ainda que: (1) C3 é *core factor* (QI); (2) C5 é *driving factor* (QII); (3) C4 e C2 são *independents factors* (QIII); e (4) C1 é *impact factor* (QIV), de acordo com a sua distribuição no diagrama ilustrado na *Figura 4.5*.

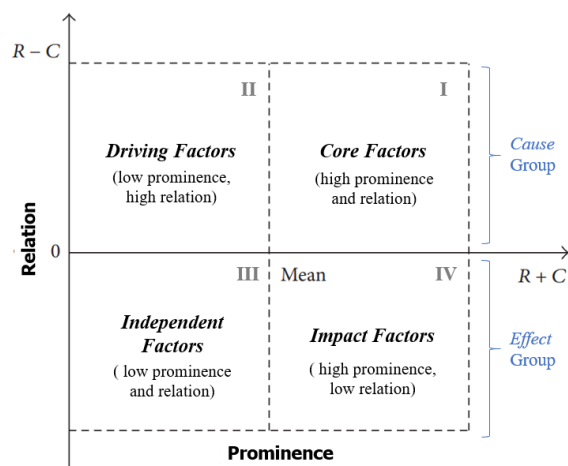


Figura 4.5: Quadrantes do Mapa de Influência

Fonte: Si et al. (2018, adap.).

Terminada a análise desta primeira matriz de relação entre *clusters*, seguiu-se a análise individual de cada um dos cinco *clusters* existentes. Começando pelo primeiro *cluster* – *Recursos Humanos* – os critérios que o painel de decisores considerou terem uma maior relevância estão destacados no *Quadro 4.3*. Após feita a seleção dos critérios a

analisar, foi possível prosseguir para a crispificação dos valores presentes na matriz neutrosófica do *Quadro B1* no *Apêndice B* (ver *Quadro B2* em *Apêndice B*).

Quadro 4.3: Identificação dos Critérios Seleccionados para a Análise – Cluster 1

Critérios Seleccionados	
SC17	Falta de conhecimento prático
SC15	Profissionais especializados e com experiência em Inteligência Artificial
SC31	Conhecimento do negócio da empresa por parte das equipas de desenvolvimento
SC24	Motivação das equipas
SC28	Gestão de expectativas quanto à aplicação de Inteligência Artificial

Após feita a crispificação dos valores, chegámos à matriz inicial de influência direta com valores crispificados (ver *Quadro B3* no *Apêndice B*) e, de seguida, após realizados os devidos cálculos intermédios e calculadas as matrizes necessárias (presentes nos *Quadros B4* até *B7* do *Apêndice B*), chegou-se ao *Quadro 4.4*, quadro de interações entre os subcritérios do *cluster 1*, através do qual podemos averiguar que o subcritério (SC) SC17 – *falta de conhecimento prático* – é aquele tem mais influência sobre os restantes, na medida em que tem um valor de R igual a 1.5872. Por seu lado, a *gestão de expectativas quanto à aplicação de IA* (i.e., SC28) é o mais influenciado por todos os outros subcritérios existentes, detendo um valor de C igual a 1.9488.

Quadro 4.4: Interações entre os Subcritérios – Cluster 1

	R	C	R+C	R-C
SC17	1.5872	0.3084	1.8956	1.2788
SC15	1.5395	0.7278	2.2673	0.8117
SC31	1.0720	1.2115	2.2836	-0.1395
SC24	0.7501	1.5475	2.2976	-0.7974
SC28	0.7952	1.9488	2.7440	-1.1536

Conforme observado na *Figura 4.6*, apuramos que a ordem de priorização dos subcritérios dentro deste *cluster* é a seguinte: SC28 > SC24 > SC31 > SC15 > SC17. Neste sentido, o SC28 – *gestão de expectativas quanto à aplicação de Inteligência Artificial* – é

aquele que tem uma maior significância, com um valor de (R+C) de 2.7440. No que concerne aos valores de (R-C), podemos verificar que os subcritérios pertencentes ao grupo dos efeitos (*i.e.*, (R-C) negativo) são: SC31, SC24 e SC28 (*i.e.*, *conhecimento do negócio da empresa por parte das equipas de desenvolvimento, motivação das equipas e gestão de expectativas quanto à aplicação de IA*, respetivamente), situando-se na parte inferior do diagrama DEMATEL. Por sua vez, o grupo das causas (*i.e.*, (R-C) positivo) é composto pelos SC17 e SC15, que influenciam mais do que aquilo que são influenciados pelos restantes fatores e ocupam a parte superior do diagrama. Finalmente, importa sublinhar a subdivisão do diagrama DEMATEL em quartis: (1) SC15 e SC17 vistos *driving factors* (QII); (2) SC31 considerado *independent factor*; e (3) SC24 e SC28 são *impact factors* (QIV).

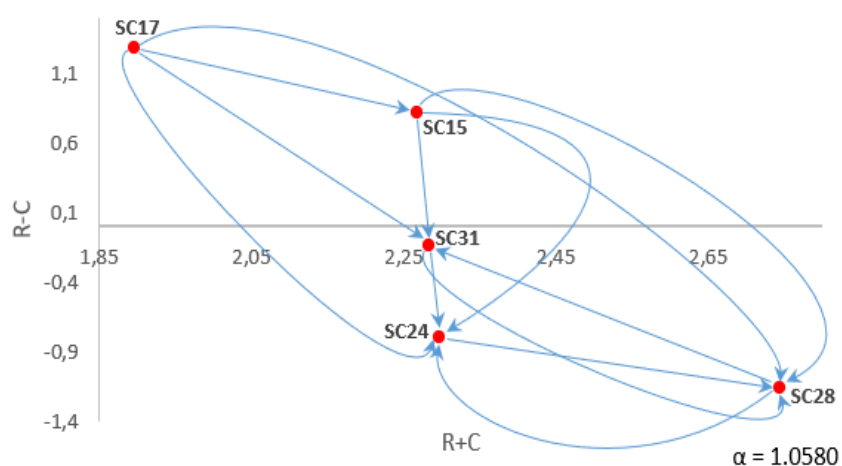


Figura 4.6: Mapa de Influência ou Diagrama DEMATEL – Cluster 1

A próxima análise é respeitante ao segundo *cluster* (*i.e.*, *Infraestrutura de TI*). Seguindo a mesma lógica dos anteriores, os decisores tiveram de selecionar os critérios a incluir na análise deste *cluster*, presentes no *Quadro 4.5*, para que, numa fase posterior, fossem capazes de preencher a matriz neutrosófica do *Quadro C1* presente no *Apêndice C*. Esta matriz neutrosófica serviu de base para obter a matriz inicial de influência direta presente no *Quadro C3* no *Apêndice C* (ver *Quadro C2* no *Apêndice C*, que expõe a passagem dos valores neutrosóficos para crispificados no que diz respeito a este *cluster*).

Quadro 4.5: Identificação dos Critérios Seleccionados para a Análise – Cluster 2

Critérios Seleccionados	
SC97	Organização dos dados
SC100	Qualidade dos dados
SC103	Testar soluções antes de investir
SC101	Digitalização
SC114	Plataformas que permitem aceder a custos de desenvolvimento não tão elevados

Assim, após serem realizados os cálculos auxiliares e construídas as matrizes necessárias (ver *Quadros C4 a C7 no Apêndice C*), foi possível obter a informação contida no *Quadro 4.6*. Verificamos que o SC114 – *plataformas que permitem aceder a custos de desenvolvimento não tão elevados* – é o que mais influencia os restantes (*i.e.*, $R=3.0746$), enquanto a *digitalização* é o fator que é mais influenciado pelos demais subcritérios existentes neste *cluster* (*i.e.*, $C=2.8633$). Em termos de importância, a *digitalização* volta a destacar-se como o critério que é evidenciado como o mais importante (*i.e.*, $(R+C)=5.1937$). No sentido inverso surge, novamente, o SC114 que, com um $(R+C)$ igual a 3.8218, é tido como o que detém menor importância. Desta maneira, em termos de ordem de importância deste *cluster*, podemos apontar: $SC101 > SC100 > SC97 > SC103 > SC114$.

No que respeita à constituição dos grupos, à exceção do SC114, que pertence ao grupo das causas ao deter um valor de $(R-C)$ positivo de 2.3275, os restantes subcritérios deste *cluster* (*i.e.*, SC97, SC100, SC103 e SC101) fazem parte do grupo dos efeitos. Observando posição dos subcritérios em função das ligações que têm mais importância, através da *Figura 4.7*, verificamos que: (1) SC114 é um *driving factor* (QII); (2) SC103 é um *independent factor* (QIII); e (3) SC97, SC100 e SC101 são *impact factors* (QIV).

Quadro 4.6: Interações entre os Subcritérios – Cluster 2

	R	C	R+C	R-C
SC97	2.1497	2.4398	4.5895	-0.2901
SC100	2.1128	2.6959	4.8086	-0.5831
SC103	1.7124	2.6337	4.3462	-0.9213
SC101	2.3304	2.8633	5.1937	-0.5329
SC114	3.0746	0.7471	3.8218	2.3275

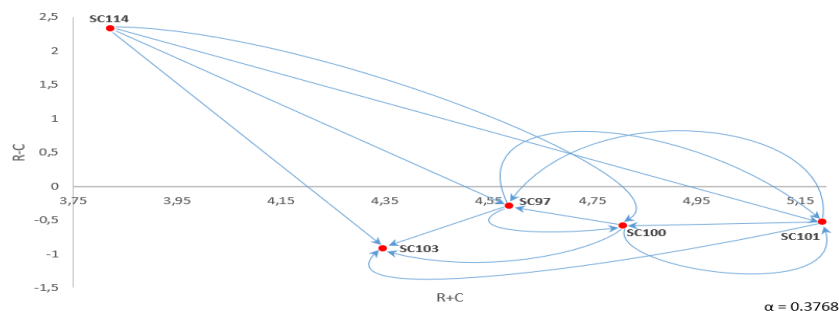


Figura 4.7: Mapa de Influência ou Diagrama DEMATEL – Cluster 2

Analisado o segundo *cluster*, segue-se o *cluster* referente ao *Know-How e Conhecimento*. Dentro deste *cluster*, foram escolhidos os cinco critérios apresentados no *Quadro 4.7*. Foi com recurso ao *Quadro D1* em *Apêndice D* e aos respetivos cálculos auxiliares contidos no *Apêndice D* (ver *Quadro D2*) que conseguimos obter o *Quadro D3* do *Apêndice D*, alusivo aos graus iniciais de influência direta crispificados.

Quadro 4.7: Identificação dos Critérios Seleccionados para a Análise – Cluster 3

Critérios Seleccionados	
SC67	Investigação de casos de uso semelhantes
SC66	Informação incorreta sobre Inteligência Artificial
SC62	Falta de um benefício claro em usar Inteligência Artificial
SC72	<i>Business question</i> determinada no <i>quick-off</i>
SC65	Partilha de informação dentro da organização

Em conformidade com a informação exposta no *Quadro 4.8*, proveniente de cálculos e matrizes intermédias contidas nos *Quadros D4* a *D7* do *Apêndice D*, é possível conferir que o SC66 – *informação incorreta sobre IA* – é o subcritério que tem um papel mais influenciador para com os restantes, estabelecendo uma influência total de $R=4.4713$. Seguindo a lógica inversa, o critério referente à *investigação de casos de uso semelhantes* é o que mais se mostrou influenciado pelos demais critérios presentes neste *cluster*, obtendo um valor de C de 4.6252. É possível ainda constatar que o SC72 (*i.e.*, *business question determinada no quick off*) é aquele que tem uma importância mais significativa no sistema, em oposição ao SC65 (*i.e.*, *partilha de informação dentro da organização*), que se

apresenta como o menos importante. Neste seguimento, foi estabelecida uma ordem de importância centrada em: $SC72 > SC67 > SC62 > SC66 > SC65$, possível de ser observada na *Figura 4.8*.

É também possível destacar os SC66 e SC65 como os que expressam (R-C) positivo e, por isso, formam o grupo das causas, enquanto os restantes (*i.e.*, SC67, SC62 e SC72), por apresentarem um (R-C) negativo, pertencem ao grupo dos efeitos. Atendendo à divisão do diagrama DEMATEL por quartis, revela-se que: (1) SC66 e SC65 são *driving factors* (QII); (2) SC62 surge como *independent factor* (QIII); e (3) SC67 e SC72 são *impact factors* (QIV).

Quadro 4.8: Interações entre os Subcritérios– *Cluster 3*

	R	C	R+C	R-C
SC67	3.8362	4.6252	8.4614	-0.7890
SC66	4.4713	2.5457	7.0170	1.9255
SC62	3.1173	4.4831	7.6004	-1.3657
SC72	4.3978	4.5482	8.9460	-0.1504
SC65	3.6605	3.2809	6.9414	0.3796

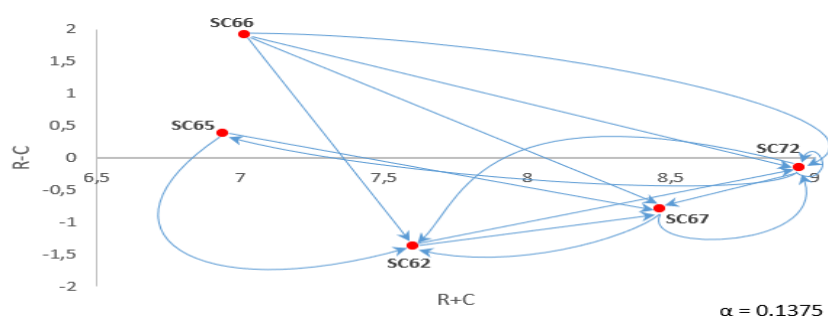


Figura 4.8: Mapa de Influência ou Diagrama DEMATEL – *Cluster 3*

Prosseguindo para o quarto *cluster*, referente a *Políticas e Gestão Organizacional*, foram tidos como os subcritérios com maior influência aqueles que estão apresentados no *Quadro 4.9*. Com recurso à fórmula de crispificação (cálculos que constam no *Quadro E2* no *Apêndice E*), tornou-se exequível a transformação da matriz com valores neutrosóficos

procedente da segunda sessão com o painel de decisores (*Quadro E1* em *Apêndice E*) na matriz inicial de influências crispificadas (ver *Quadro E3* no *Apêndice E*).

Quadro 4.9: Identificação dos Critérios Seleccionados para a Análise – Cluster 4

Critérios Seleccionados	
SC88	Programas de financiamento
SC63	Trabalho em/com redes colaborativas - Ecossistemas
SC90	Usar <i>standards</i> existentes
SC94	Dificuldades de avaliação dos resultados obtidos
SC85	Desenvolvimento de projetos-chave na mão em Inteligência Artificial

Após o apuramento dos respetivos cálculos intermédios e matrizes, que constam nos *Quadros E4* a *E7* do *Apêndice E*, obtivemos o *Quadro 4.10*. Através deste quadro, é facilmente verificado que o subcritério que se apresenta como aquele que tem uma maior influência sobre os restantes é o SC94 (*i.e.*, *dificuldades de avaliação dos resultados obtidos*), na medida em que apresenta o maior valor em R de 4.1112. Por oposição, surge o SC85 – *desenvolvimento de projetos chave na mão em IA* – que, ao exibir o maior valor de C (*i.e.*, C=3.6266), expõem-se como o fator que recebe mais efeitos dos restantes.

Passando para outra vertente, é ainda possível apurar que, detendo o valor de (R+C) mais elevado desta matriz (*i.e.*, 7.5106), o SC94 volta a estar em evidência. No entanto, desta vez, como sendo o mais importante em detrimento dos restantes. No lugar oposto estão os *programas de financiamento*, que ocupam o nível menos importante na presente análise, com um (R+C) de 5.1763. Transpondo a ordem de importância dos critérios que surgem neste *cluster*, observando a *Figura 4.9*, ela é: SC94 > SC63 > SC85 > SC90 > SC88. No que diz respeito à posição que cada critério ocupa tendo em conta o eixo (R-C), os SC63, SC90 e SC94 posicionando-se acima do valor nulo, entram para o grupo das causas que influencia o grupo dos efeitos. Em contraposição, o grupo dos efeitos é formado pelo SC88 e pelo SC85. Atendendo à *Figura 4.9*, parece evidente que: (1) SC94 e SC63 são *core factors* (QI); (2) SC90 é *driving factor* (QII); (3) SC88 é *independent factor* (QIII); e (4) SC85 é *impact factor* (QIV).

Quadro 4.10: Interações entre os Subcritérios– Cluster 4

	R	C	R+C	R-C
SC88	2.1241	3.0522	5.1763	-0.9281
SC63	3.7240	3.2819	7.0059	0.4421
SC90	2.8469	2.4072	5.2540	0.4397
SC94	4.1112	3.3993	7.5106	0.7119
SC85	2.9610	3.6266	6.5876	-0.6656

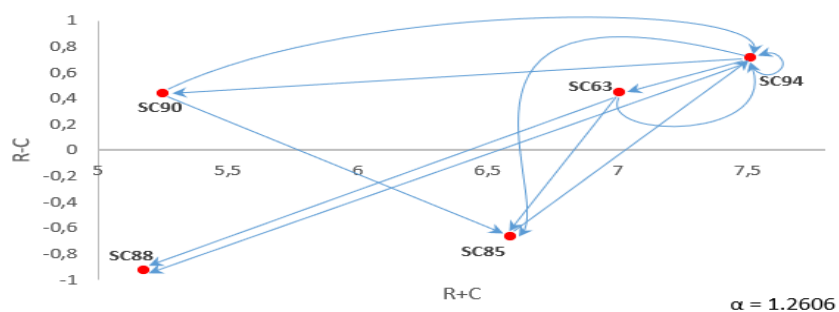


Figura 4.9: Mapa de Influência ou Diagrama DEMATEL – Cluster 4

Por fim, no que diz respeito ao C5 – *Liderança*, o *Quadro 4.11* apresenta os cinco critérios selecionados para análise. Tendo por base a matriz neutrosófica apresentada no *Quadro F1* presente em *Apêndice F*, o estudo deste *cluster* iniciou-se com o cálculo da matriz inicial de influência direta com valores crispificados (ver *Quadro F3* no *Apêndice F*), após terem sido realizados todos os cálculos de crispificação necessários e que estão presentes no *Quadro F2* do *Apêndice F*.

Quadro 4.11: Identificação dos Critérios Selecionados para a Análise – Cluster 5

Critérios Selecionados	
SC53	Liderança com conhecimento sobre o processo
SC24	Motivação das equipas
SC51	Falta de um compromisso da liderança da empresa
SC8	Perceção certa da utilização de Inteligência Artificial
SC48	Liderança motivada para a aplicação de Inteligência Artificial

Após terem sido executados todos os passos referentes à técnica DEMATEL, que constam no *Apêndice F* (ver *Quadros F4* até *F7*), foi possível obter o *Quadro 4.12*, que respeita às interações entre subcritérios presentes neste *cluster*. Ao observar o referido quadro é possível concluir que o SC8 (*i.e.*, *percepção certa da utilização de IA*) é aquele que detém um maior poder no que respeita à influência total que exerce sobre os outros critérios envolvidos, com um valor de R centrado nos 4.0115. Em contrapartida, o SC24 – *motivação das equipas* – é o subcritério que acusa maior influência proveniente dos restantes fatores envolvidos, com o maior valor de C=3.9519. No que concerne à soma das variáveis R e C, a *liderança com conhecimento sobre o processo* (*i.e.*, SC53) é facilmente identificada como o subcritério mais importante (*i.e.*, 7.1543). A *liderança motivada para a aplicação de IA* apresenta o valor menor de (R+C) (*i.e.*, 5.8532) e, assim, é aquele que revela menor importância dentro deste *cluster*. Complementando esta análise, ao observar o eixo vertical (R-C), contido na *Figura 4.10*, verificamos que o SC53 e o SC8 compõem o grupo das causas (*i.e.*, com $(R-C) > 0$) e que os subcritérios SC48, SC51 e SC24 fazem parte do grupo dos efeitos. Já no que diz respeito ao *ranking* de importância, este vem pela seguinte ordem: SC53 > SC24 > SC51 > SC8 > SC48. Através da *Figura 4.10* podemos ainda concluir que: (1) SC53 é *core factor* (QI); (2) SC53 é *driving factor* (QII); (3) SC51 é *independent factor* (QIII); e (4) SC24 é *impact factor* (QIV).

Quadro 4.12: Interações entre os Subcritérios– Cluster 5

	R	C	R+C	R-C
SC53	3.6680	3.4863	7.1543	0.1817
SC24	2.5643	3.9519	6.5163	-1.3876
SC51	2.8195	3.5692	6.3887	-0.7497
SC8	4.0115	2.0406	6.0521	1.9709
SC48	2.9189	2.9343	5.8532	-0.0154

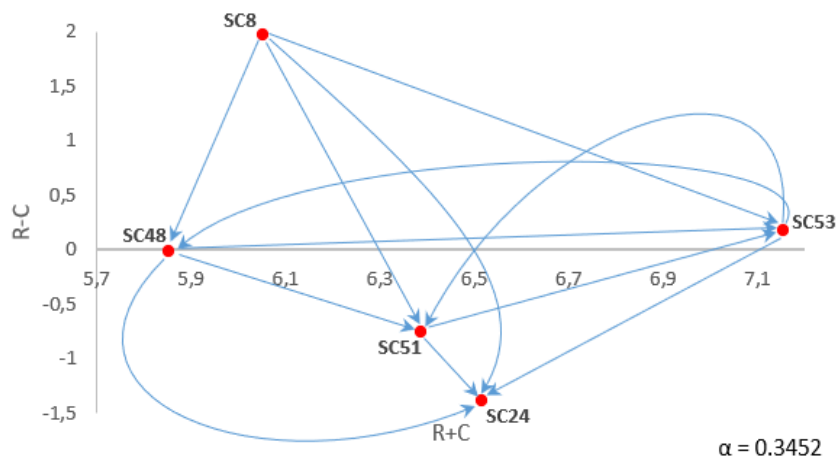


Figura 4.10: Mapa de Influência ou Diagrama DEMATEL – Cluster 5

Concluída a fase de avaliação, o objetivo seguinte passou por efetuar a consolidação dos resultados alcançados por parte de uma entidade externa (*i.e.*, não presente nas fases antecedentes ao processo) e de carácter imparcial.

4.3. Consolidação e Discussão de Resultados

Com o auxílio do painel de especialistas na temática, presentes nas duas sessões de grupo realizadas, foi possível criar um modelo que, através de análises dinâmicas de causa-efeito, permitiu que fosse feita uma hierarquização das iniciativas que podem ser tomadas pelas PMEs, no sentido de facilitar a gestão da mudança na adaptação à IA. Desta maneira, através das metodologias de apoio à tomada de decisão empregues, foi possível gerar um modelo realista e transparente que permite que sejam estabelecidas prioridades, assim como que haja uma compreensão dos pontos a atuar tendo por objetivo alcançar melhorias.

Após a obtenção deste modelo de análise multicritério, realizou-se uma reunião de consolidação com dois gestores de projeto da COTEC Portugal, no sentido de reforçar a consistência do modelo e dos resultados alcançados. Constituída em 2003, a COTEC Portugal é a principal associação empresarial portuguesa para a promoção da inovação e cooperação tecnológica empresarial. Esta reunião, também realizada virtualmente (*i.e.*, via Zoom), permitiu o enriquecimento do presente estudo, no sentido de que contemplou um

parecer externo por parte de uma associação direcionada para a inovação de empresas em território nacional. A *Figura 4.11* apresenta alguns dos momentos desta sessão.

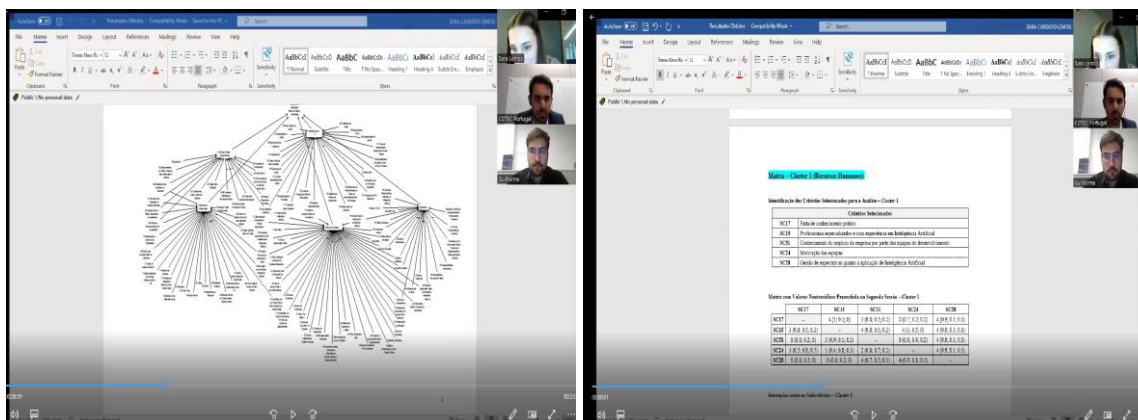


Figura 4.11: Sessão de Consolidação do Estudo

Nesta reunião, além de ter sido feito um breve enquadramento do tema e do objetivo da presente dissertação, foram apresentadas as metodologias adotadas (*i.e.*, mapeamento cognitivo e técnica DEMATEL em ambiente neutrosófico). De seguida, os dois membros da COTEC focaram a sua atenção nos resultados alcançados. No que diz respeito à parte qualitativa do estudo (*i.e.*, mapa cognitivo), os especialistas apontaram que “*a sua visualização extensa impacta um pouco a forma como a mensagem é passada*” (nas suas próprias palavras), apontando, desta maneira, a principal desvantagem desta técnica. No entanto, ao se debruçarem sobre o mapa cognitivo com maior atenção, e sabendo de antemão que este foi fruto do conhecimento de um painel de especialistas na área, salientaram o facto de estar um trabalho muito bem desenvolvido e interessante, na medida em que as principais áreas de preocupação estão bem representadas, traduzindo-se, assim, numa técnica capaz de servir de base à perceção e incorporação dessas diversas áreas de interesse.

No respeito à parte quantitativa da metodologia (*i.e.*, técnica DEMATEL em ambiente neutrosófico), foi demonstrado grande interesse por parte dos dois intervenientes, tendo sido referido que o facto de o destino deste modelo ser muito específico (*i.e.*, as PME) é relevante, nomeadamente se considerarmos que estas têm uma menor capacidade

de adotar modelos e novas tecnologias em comparação com grandes empresas. Segundo os especialistas, *“é aí que trabalhos e modelos como este ajudam”* (nas palavras de um dos entrevistados). Foi ainda referido que este modelo, no que diz respeito à transcrição das suas relações causa-efeito, torna-se num instrumento capaz de identificar não só *“relações já esperadas”* (nas suas palavras), mas também relações que *“possam não ter uma correlação tão forte como a que era esperada”* (também nas suas palavras), refletindo a sua capacidade de evidenciar certas questões mais difíceis de captar à primeira vista.

De seguida, ao serem questionados sobre a aplicabilidade prática deste modelo, os especialistas salientaram quatro pontos: (1) *“deve ser evidente, em primeiro lugar, a proposta de valor que este modelo oferece para as empresas”* (nas suas palavras), ou seja, é preciso que se faça uma análise do que é prioridade para a cada empresa, no sentido de promover a sua identificação com o modelo e de que haja um problema que as remeta para ele; (2) *“em termos de visualização deverá ser um modelo de apresentação eficaz”* (citando um dos entrevistados), pois por melhores que sejam os modelos e os resultados, as PMEs ainda têm uma mentalidade e cultura um pouco “fechada” no que diz respeito à mudança; (3) *“é preciso que se apresentem casos práticos de implementação em PMEs”* (citando novamente um dos entrevistado), frisando que esta iniciativa traria uma maior solidez e credibilidade ao modelo, na medida em que as PMEs são muito orientadas para o mercado; e, por fim, (4) *“existe a necessidade de um incentivo e apoio na sua implementação propriamente dita”* (nas palavras do entrevistado), salientando a necessidade de perceber onde é que cada área de ação se posiciona, reconhecendo, futuramente, quais as principais áreas de atuação *“de modo a não correr o risco de o processo morrer pelo caminho”* (também nas suas palavras).

Já no final da sessão, os entrevistados evidenciaram a importância que este modelo poderá ter em situações de suporte à decisão, onde a indecisão é, muitas vezes, um entrave ao estabelecimento de medidas e soluções a seguir. Por conseguinte, é possível concluir a importância que esta sessão de consolidação de resultados teve para a presente dissertação, na medida em que possibilitou não só a obtenção de uma melhor robustez naquilo que é a transparência na interpretação do modelo desenvolvido, mas também a mais-valia de proporcionar a validação, em contexto real, vinda de uma entidade externa/neutra ao estudo.

SINOPSE DO CAPÍTULO 4

Após ter sido feito um enquadramento teórico da temática e das metodologias a aplicar, este quarto capítulo espelhou a vertente prática da presente dissertação. Numa primeira etapa, o capítulo iniciou-se com a fase de estruturação do problema. Para tal, foi realizada uma primeira sessão de grupo com seis especialistas que partilharam o seu conhecimento e experiência na área em análise, no sentido de identificar os critérios relevantes a serem incluídos no modelo multicritério em estudo. Após esta primeira reunião, reunido um conjunto de conceitos interligados, foi criado um mapa cognitivo de grupo, servindo de facilitador à perceção global da temática. A segunda sessão de grupo começou com a partilha do mapa cognitivo, no sentido de dar aos membros do painel a liberdade de expressão quanto a eventuais correções que achassem necessárias. Esta segunda sessão correspondeu à fase de avaliação do problema de decisão, através da aplicação da técnica DEMATEL em ambiente neutrosófico, com o objetivo de analisar as relações de causa-efeito estabelecidas entre os *clusters* existentes e/ou subcritérios emergentes, integrando na análise o grau de indeterminação subjacente. Neste sentido, os especialistas prosseguiram para o preenchimento de seis matrizes de influência com recurso à escala DEMATEL, que varia entre 0 e 4 (*i.e.*, “sem influência” a “influência muito alta”, respetivamente), no sentido de avaliar todas as relações existentes, não só entre *clusters*, mas também dentro de cada *cluster* individualmente. Adicionalmente, já em ambiente neutrosófico, foi solicitado aos especialistas que identificassem a probabilidade de os seus julgamentos serem: (1) verdadeiros (*T*); (2) incertos (*I*); e (3) falsos (*F*). Findada esta segunda sessão, seguiu-se para a crispificação dos dados obtidos, tendo como objetivo o cálculo de valores “mais reais” para a aplicação da técnica DEMATEL. De seguida, foram expostas algumas matrizes e os respetivos diagramas de perceção das iniciativas relevantes para o sistema. Por fim, com o objetivo de: (1) trazer uma maior robustez ao modelo; (2) consolidar o modelo e os resultados obtidos; e (3) debater a utilização prática do modelo, foi realizada uma sessão de consolidação com dois gestores de projeto da COTEC Portugal. A realização destas três sessões permitiu a obtenção de um modelo transparente e holístico, essencial no apoio à tomada de decisão perante um problema complexo que é o de facilitar a adaptação das PMEs à IA.

5.1. Resultados e Limitações do Estudo

Reconhecendo que é seguramente amplo o conjunto de critérios preponderantes que podem ser estudados como fatores, complexos e subjetivos, capazes de influenciar a implementação de IA em PMEs, tornou-se evidente a necessidade de efetuar uma análise cuidada deste tema. Neste seguimento, é possível afirmar que a presente dissertação, através de um pensamento construtivista e recorrendo à combinação do mapeamento cognitivo com a técnica DEMATEL em ambiente neutrosófico, obteve como principal resultado a conceção de um modelo de apoio à decisão que analisa iniciativas de adaptação à IA no âmbito das PMEs.

No primeiro capítulo da presente dissertação, foi feito um enquadramento geral ao estudo e, de seguida, foram apresentados os seus objetivos, os processos metodológicos a seguir, a estrutura e os principais resultados esperados. No *Capítulo 2*, além de ter sido feita uma revisão da literatura direcionada à temática da IA e da gestão da mudança, foram, igualmente, explorados métodos de adaptação de diversos autores, assim como as suas vantagens e desvantagens. O *Capítulo 3* focou-se, essencialmente, na apresentação das abordagens e metodologias empregues (*i.e.*, (1) a metodologia *JOURNEY Making*, que possibilita a estruturação do problema através da elaboração de um mapa cognitivo; (2) a lógica e mapeamento neutrosófico; e (3) a técnica DEMATEL). O capítulo seguinte (*i.e.*, *Capítulo 4*) expôs em pormenor as duas sessões realizadas com o painel de especialistas, através do qual se obtiveram os *outputs* para a elaboração do mapa cognitivo, contém a crispificação dos valores neutrosóficos e descreveu o processo de validação do modelo. Por fim, o presente *Capítulo 5* evidencia os principais resultados e as limitações deste estudo e sumariza as principais implicações e perspetivas de investigação futura.

Com base no estudo realizado, e de acordo com a opinião dos decisores presentes nas duas reuniões realizadas, a adaptação das PMEs à IA está direcionada, essencialmente, para cinco áreas de interesse, sendo elas: (1) *Recursos Humanos*; (2) *Infraestruturas de TI*;

(3) *Know-how e Conhecimento*; (4) *Políticas e Gestão Organizacional*; e (5) *Liderança*. Por outro lado, através da aplicação da técnica DEMATEL em ambiente neutrosófico, foi possível observar que: (1) Os *Recursos Humanos* (*i.e.*, C1) tratam-se da dimensão com mais influência no estudo, refletindo que os fatores referentes à *falta de conhecimento prático e profissionais especializados e com experiência em IA* são os mais dominantes face aos outros; (2) de seguida, surge a dimensão referente ao *Know-how e Conhecimento* (*i.e.*, C3) em que a *informação incorreta sobre IA* e a *partilha de informação dentro da organização* estabelecem influências diretas tendo em conta os restantes critérios; (3) o *cluster Infraestrutura de TI* eleva-se como o terceiro mais importante para o modelo, demonstrando que a iniciativa de *deter plataformas que permitam aceder a custos de desenvolvimento não tão elevados* trata-se da única, dentro desta dimensão, que tem um papel influenciador em relações ás demais existentes; (4) por outro lado, ocupando o penúltimo lugar em termos de importância, o *cluster da Liderança* aparece destacando a *liderança com conhecimento sobre o processo* e a *perceção certa sobre IA* como sendo os critérios doadores (*i.e.*, vão influenciar os restantes); e, por fim, (5) as *Políticas e Gestão Organizacional* revelam-se como a dimensão menos importante, a qual suporta os fatores *trabalho em/com redes colaborativas – ecossistemas, usar standards existentes e dificuldades de avaliação dos resultados obtidos* como sendo aqueles que maior influência têm sobre os outros em análise. Torna-se relevante ainda salientar que este modelo multicritério foi validado e consolidado por dois especialistas neutros ao processo desenvolvido e que demonstraram interesse na sua utilidade e benefício prático em termos de sistema de apoio à tomada de decisão.

Naturalmente, este estudo também apresenta algumas limitações, como: (1) impossibilidade de generalizar os resultados alcançados a outros contextos sem que sejam necessárias adaptações (*i.e.*, depende do contexto específico em que se insere); (2) influência direta que o perfil do painel de especialistas tem sobre os resultados obtidos, no sentido em que, muito provavelmente, esses resultados seriam diferentes se o painel fosse distinto; (3) falta de heterogeneidade no painel de especialistas, na medida em que este foi composto por apenas um elemento do género feminino e cinco elementos do género masculino; (4) realização das sessões em formato *online* que, devido às condicionantes do virtual, não permitiram um contacto tão direto e envolvente; e (5) número elevado de

componentes necessárias para atribuir influências entre os vários *clusters* e critérios, que se projetaram em horas adicionais de sessões de grupo e, conseqüentemente, maior cansaço por parte do painel. Não obstante, podemos afirmar que o objetivo principal da presente dissertação foi atingido com sucesso e que os resultados alcançados se revelam promissores, permitindo uma melhor percepção da temática em estudo.

5.2 Implicações para a Gestão da Mudança nas PMEs

Como já referido, o desafio associado à gestão da mudança na adaptação à IA por parte das PMEs é crucial e merece a máxima atenção nos dias de hoje. Neste sentido, a presente dissertação permitiu a obtenção de um sistema de análise dinâmica de iniciativas de adaptação que detém um conjunto de elementos e características e que contribuirão para uma melhor gestão da mudança nas PMEs. Em particular: (1) identifica um grande número de fatores e iniciativas determinantes para a análise da temática em causa, por intermédio do envolvimento de diversos especialistas na área com percepções diferentes; (2) evidencia quais as dimensões com maior e menor impacto (*i.e.*, relevância) na adaptação das PMEs à IA, permitindo que os profissionais obtenham uma visão mais focada, clara e transparente sobre áreas de possível intervenção, uma vez que não só incorpora no processo de decisão elementos objetivos e subjetivos como favorece, igualmente, a aprendizagem pela participação; (3) incorpora a incerteza e a insegurança no processo de apoio à tomada de decisão (*i.e.*, lógica neutrosófica), permitindo uma maior aproximação ao pensamento humano, visto que se trata de um sentimento que afeta e está presente em qualquer tomada de decisão no nosso dia-a-dia; e, por fim, (4) transmite resultados mais autênticos no que diz respeito ao contexto em análise (*i.e.*, devido à crispificação de valores neutrosóficos).

Assim, é possível concluir que o modelo adquirido contribuirá positivamente para a análise de iniciativas de adaptação à IA direcionadas a PMEs, no sentido de promover uma melhor gestão da mudança, uma vez que, tendo este modelo por base, os profissionais poderão adotar soluções de atuação mais conscientes e adequadas à realidade, de maneira a priorizar e a apontar fatores de melhoria, evitando que seja feita uma má gestão e alcançando uma maior solidez a nível desta tecnologia. Importa ainda referir que os

seguintes pontos: (1) são raros os estudos desenvolvidos que envolvem a lógica neutrosófica, por se tratar de uma abordagem relativamente recente; (2) inexistência de estudos, no que diz respeito ao tema da IA em PMEs, que compilem a técnica DEMATEL em contexto neutrosófico; e (3) adaptação para a realização das sessões em regime *online*, que acaba por trazer inovação ao processo com a aplicação dos métodos através de canais digitais, permitem reforçar a ideia de que a presente dissertação se trata de uma mais-valia para a comunidade científica no domínio do tema estudado.

5.3 Investigação Futura

Após análise aos resultados do presente estudo, podemos concluir que a combinação de abordagens e métodos multicritério é uma mais-valia para o desenvolvimento de sistemas de resolução de problemas subjetivos e complexos, no sentido de que o sistema de análise aqui apresentado traz um maior nível de simplicidade e transparência às análises efetuadas, expondo informações de forma clara, estruturada e coerente, algo fundamental quando se tem em vista uma possível intervenção prática.

No entanto, assumindo que as limitações poderão ser vistas como oportunidades de melhoria, é relevante salientar algumas sugestões de investigação futura dirigidas a outros investigadores que planeiem focar o seu estudo na adaptação de IA em PMEs. Em particular, sugere-se que: (1) escolha de um painel heterogéneo e com membros de diversas regiões do País; (2) aplicar esta metodologia num contexto de grandes empresas; (3) acompanhamento dos resultados alcançados numa eventual implementação prática do modelo criado, servindo assim como um caso prático de implementação; e (4) conjugar a lógica neutrosófica com outros modelos multicritério (*e.g.*, *Analytic Hierarchy Process* (AHP) ou *Best Worst Method* (BWM)). Concluindo, a adaptação de IA em PMEs é um tema emergente e muito atual, sendo que todas as investigações futuras, que sejam registadas e que tragam maior robustez à investigação já realizada neste âmbito, serão sempre bem-vindas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ackermann, F. (2012). Problem structuring methods 'in the dock': Arguing the case for soft OR. *European Journal of Operational Research*, 219(3), 652-658.
- Ackermann, F., & Eden, C. (2001). Strategic options development and analysis. In J. Rosenhead, & J. Mingers (Eds.), *Rational Analysis for a Problematic World Revisited: Problem Structuring Methods for Complexity, Uncertainty and Conflict* (pp. 135-190). Chichester: John Wiley & Sons.
- Aghelie, A., Mustapha, N., Sorooshian, S., & Azizan, N. (2016). Mathematical modeling of interrelationship analysis to determine multi-criteria decision making casual relations. *Journal of Advanced Research Design*, 20(1), 18-33.
- Ajzen, I. (1991). The theory of planned behavior. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 50(2), 179-211.
- Akyuz, E., & Celik, E. (2015). A fuzzy DEMATEL method to evaluate critical operational hazards during gas freeing process in crude oil tankers. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, 38, 243-253.
- Aldasoro, U., Merino, M., & Pérez, G. (2019). Time consistent expected mean-variance in multistage stochastic quadratic optimization: A model and a matheuristic. *Annals of Operations Research*, 280(2), 151-187.
- Alharbi, F., Atkins, A., & Stanier, C. (2016) Understanding the determinants of cloud computing adoption in Saudi healthcare organisations. *Complex & Intelligent Systems*, 2(3), 155-71.
- Ayedee, N., & Kumar, A. (2020). Indian education system and growing number of online conferences: Scenario under COVID-19. *Asian Journal of Management*, 11(4), 395-401.
- Bana e Costa, C., & Beinat, E. (2010). *Estruturação de Modelos de Análise Multicritério de Problemas de Decisão Pública*. Lisboa: Instituto Superior Técnico.
- Bana e Costa, C., Stewart, T., & Vansnick, J. (1997). Multicriteria decision analysis: Some thoughts based on the tutorial and discussion sessions of ESIGMA meetings. *European Journal of Operational Research*, 99(1), 28-37.
- Barão, M., Ferreira, F., Spahr, R., Sunderman, M., Govindan, K., & Meidutė-Kavaliauskienė, I. (2021). Strengthening urban sustainability: Identification and analysis of proactive measures to combat blight. *Journal of Cleaner Production*, 292, 1-15.
- Belton, V., & Hodgkin, J. (1999). Facilitators, decision makers, D.I.Y. users: Is intelligent multicriteria decision support for all feasible or desirable? *European Journal of Operational Research*, 113(2), 247-260.
- Belton, V., & Stewart, T. (2002). *Multiple Criteria Decision Analysis: An Integrated Approach*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Bettoni, A., Matteri, D., Montini, E., Gladysz, B., & Carpanzano, E. (2021). An AI adoption model for SMEs: A conceptual framework. *IFAC-PapersOnLine*, 54(1), 702-708.
- Bhatia, M., & Srivastava, R. (2018). Analysis of external barriers to remanufacturing using grey-DEMATEL approach: An Indian perspective. *Resources, Conservation and Recycling*, 136(3), 79-87.

- Bhatt, R. (2017). Theoretical perspective of change management. *CLEAR International Journal of Research in Commerce & Management*, 8(2), 1-4.
- Box, R. (2007). Redescribing the public interest. *Science Journal*, 44(4), 585-598.
- Buzan, T., & Buzan, B. (1993). *The Mind Map Book*. London: BBC Books.
- Chen, D., Preston, D., & Swink, M. (2015). How the use of big data analytics affects value creation in supply chain management. *Journal of Management Information Systems*, 32(4), 4-39.
- Chen, V., Lin, J., & Tzeng, G. (2019). Assessment and improvement of wetlands environmental protection plans for achieving sustainable development. *Environmental Research*, 169(33), 280-296.
- Chen, Z., Lu, M., Ming, X., Zhang, X., & Zhou, T. (2020). Explore and evaluate innovative value propositions for smart product service system: A novel graphicsbased rough-fuzzy DEMATEL method. *Journal of Cleaner Production*, 243, 1-17.
- Chen, Z., Ming, X., Zhang, X., Yin, D., & Sun, Z. (2019). A rough-fuzzy DEMATEL-ANP method for evaluating sustainable value requirement of product service system. *Journal of Cleaner Production*, 228, 485-508.
- Comissão Europeia (2003). *SME Definition*, disponível online em https://ec.europa.eu/growth/smes/sme-definition_en [Setembro 2021].
- Cunha, M., Rego, A., Cunha, R., & Cardoso, C. (2007). *Manual de Comportamento Organizacional e Gestão*. Lisboa: Editora RH.
- Dalvi-Esfahani, M., Niknafs, A., Kus, D., Nilashi, M., & Afrough, S. (2019). Social media addiction: Applying the DEMATEL approach. *Telematics and Informatics*, 43, 1-14.
- Davis, F. (1989). Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology. *Management Information Systems Quarterly*, 13(3), 319-338.
- De Marco, C., Martelli, I., & Di Minin, A. (2020). European SMEs' engagement in open innovation When the important thing is to win and not just to participate, what should innovation policy do? *Technological Forecasting and Social Change*, 152(2), 1-12.
- Diab, Y., Roy, B., Labbouz, S., & Christen, M. (2008). Implementing a public transport line: Multi-criteria decision-making methods that facilitate concertation. *Operational Research*, 8(1), 5-31.
- Dias, L., & Clímaco, J. (2005). Dealing with imprecise information in group multicriteria decisions: A methodology and a GDSS architecture. *European Journal of Operational Research*, 160(2), 291-307.
- Eden, C. (2004). Analyzing cognitive maps to help structure issues or problems. *European Journal of Operational Research*, 159(3), 673-86.
- Eden, C., & Ackermann, F. (2004). Cognitive mapping expert views for policy analysis in the public sector. *European Journal of Operational Research*, 152(3), 615-630.
- Falahat, M., Ramayah, T., Soto-Acosta, P., & Lee, Y. (2020). SMEs internationalization: the role of product innovation, market intelligence, pricing and marketing communication capabilities as drivers of SMEs' international performance. *Technological Forecasting and Social Change*, 152(3), 1-7.
- Falatoonitoosi, E., Leman, Z., Sorooshian, S., & Salimi, M. (2013). Decision-making trial and evaluation laboratory. *Research Journal of Applied Sciences, Engineering and Technology*, 5(13), 3476-3480.

- Fatima, S., Desouza, K., & Dawson, G. (2020). National strategic artificial intelligence plans: A multi-dimensional analysis. *Economic Analysis and Policy*, 67, 178-194.
- Ferreira, F. (2011). *Avaliação Multicritério de Agências Bancárias: Modelos e Aplicações de Análise de Decisão*. Faro: Faculdade de Economia da Universidade do Algarve e Fundação para a Ciência e a Tecnologia.
- Ferreira, F., & Meidutė-Kavaliauskienė, I. (2019). Toward a sustainable supply chain for social credit: Learning by experience using single-valued neutrosophic sets and fuzzy cognitive maps. *Annals of Operations Research*. <https://doi.org/10.1007/s10479-019-03194-2>
- Ferreira, F., Jalali, M., Zavadskas, E., & Meidutė-Kavaliauskienė, I. (2017). Assessing payment instrument alternatives using cognitive mapping and the Choquet integral. *Transformations in Business & Economics*, 16(2), 170-187.
- Ferreira, F., Santos, S., Rodrigues, P. & Spahr, R. (2014). Evaluating retail banking service quality and convenience with MCDA techniques: A case study at the bank branch level. *Journal of Business Economics and Management*, 15(1), 1-21.
- Fiedler, S. (2010). Managing resistance in an organizational transformation: A case study from a mobile operator company. *International Journal of Project Management*, 28(4), 370-383.
- Fishbein, M., & Ajzen, I. (1975). *Belief, Attitude, Intention and Behavior: An Introduction to Theory and Research*. Reading, MA: Addison-Wesley Publishing.
- Franco, L., Cushman, M., & Rosenhead, J. (2004). Project review and learning in the construction industry: Embedding a problem structuring method within a partnership context. *European Journal of Operational Research*, 152(3), 586-601.
- Freire, C., Ferreira, F., Carayannis, E., & Ferreira, J. (2021). Artificial intelligence and smart cities: A DEMATEL approach to adaptation challenges and initiatives. *IEEE Transactions on Engineering Management*, DOI: [10.1109/TEM.2021.3098665](https://doi.org/10.1109/TEM.2021.3098665).
- Fujii, H., & Managi, S. (2018). Trends and priority shifts in artificial intelligence technology invention: A global patent analysis. *Economic Analysis and Policy*, 58, 60-69.
- Gabus, A., & Fontela, E. (1972). *World Problems: An Invitation to Further Thought Within the Framework of DEMATEL*. Geneva, Switzerland: Battelle Geneva Research Center.
- Gangwar, H. (2018). Understanding the determinants of big data adoption in India: An analysis of the manufacturing and services sectors. *Information Resources Management Journal*, 31(4), 1-22.
- Gao, H., Ju, Y., Gonzalez, E., Zeng, X., Dong, P., & Wang, A. (2021). Identifying critical causal criteria of green supplier evaluation using heterogeneous judgements: An integrated approach based on cloud model and DEMATEL. *Applied Soft Computing*, 113(18), 1-17.
- Ghaderi, S., Azadeh, A., Nokhandan, B., & Fathi, E. (2012). Behavioral simulation and optimization of generation companies in electricity markets by fuzzy cognitive map. *Expert Systems with Applications*, 39(5), 4635-4646.
- Ghobakhloo, M., Arias-Aranda, D., & Benitez-Amado, J. (2011). Adoption of e-commerce applications in SMEs. *Industrial Management & Data Systems*, 111(8), 1238-1269.
- Gottfredson, L. (1997). Mainstream science on intelligence: An editorial with 52 signatories, history and bibliography [editorial]. *Intelligence*, 24(1), 13-23.

- Grandon, E., & Pearson J. (2004). Electronic commerce adoption: An empirical study of small and medium US businesses. *Information & management*, 42(1), 197-216.
- Huang, C., Shyu, J., & Tzeng, G. (2007). Reconfiguring the innovation policy portfolios for Taiwan's SIP mall industry. *Technovation*, 27(12), 744-765.
- Jalagat, R. (2016). The impact of change and change management in achieving corporate goals and objectives: Organizational perspective. *International Journal of Science and Research*, 5(11), 1233-1239.
- Jean, R., Sinkovics, R., & Cavusgil, S. (2010). Enhancing international customer-supplier relationships through IT resources: A study of Taiwanese electronics suppliers. *Journal of International Business Studies*, 41 (7), 1218-1239.
- Jung, H., Hwang, J., & Kim, B. (2018). Does R&D investment increase SME survival during a recession. *Technological Forecasting and Social Change*, 137, 190-198.
- Kadoić, N., Divjak, B., & Redep, N. (2019). Integrating the DEMATEL with the analytic network process for effective decision-making. *Central European Journal of Operations Research*, 27(3), 653-678.
- Kandasamy, W., & Smarandache, F. (2003). *Fuzzy Cognitive Maps and Neutrosophic Cognitive Maps*. Phoenix: Xiquan.
- Khan, S., Khan, M., & Haleem, A. (2018). Towards effective management of cold chain: A DEMATEL approach. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 404(1), 1-6.
- Khan, S., Khan, M., & Haleem, A. (2019). Evaluation of barriers in the adoption of halal certification: A fuzzy DEMATEL approach. *Journal of Modelling in Management*, 14(1), 153-174.
- Kilic, H., Yurdaer, P., & Aglan, C. (2021). A leanness assessment methodology based on neutrosophic DEMATEL. *Journal of Manufacturing Systems*, 59, 320-44.
- Kumar, A., & Dixit, G. (2018). Evaluating critical barriers to implementation of WEEE management using DEMATEL approach. *Resources, Conservation and Recycling*, 131, 101-121.
- Kumar, M., Jauhari, H., Rastogi, A., & Sivakumar, S. (2018). Managerial support for development and turnover intention: Roles of organizational support, work engagement and job satisfaction. *Journal of Organizational Change Management*, 31(1), 135-153.
- Lai, P. (2017). The literature review of technology adoption models and theories for the novelty technology. *Journal of Information Systems and Technology Management*, 14(1), 21-38.
- Lee, Y., & Falahat, M., 2019. The impact of digitalization and resources on gaining competitive advantage in international markets: The mediating role of marketing, innovation and learning capabilities. *Journal of Technology Management & Innovation*, 9(11), 26-38.
- Lewis, C. (2006). In pursuit of the public interest. *Public Administration*, 66(5), 694-701.
- Li, C., & Tzeng, G. (2009). Identification of interrelationship of key customers' needs based on structural model for services/capabilities provided by a semiconductor-intellectual-property mall. *Applied Mathematics and Computation*, 215(6), 2001-2010.
- Magistretti, S., Dell'Era, C., Petruzzelli, A. (2019). How intelligent is Watson? Enabling digital transformation through artificial intelligence. *Business Horizons*, 62(6), 819-829.

- Mahmoudi, S., Jalali, A., Ahmadi, M., Abasi, P., & Salari, N. (2019). Identifying critical success factors in heart failure self-care using fuzzy DEMATEL method. *Applied Soft Computing Journal*, 84, 1-16.
- Marques, S., Ferreira, F., Meidutė-Kavaliauskienė, I., & Banaitis, A. (2018). Classifying urban residential areas based on their exposure to crime: A constructivist approach. *Sustain Cities and Society*, 39, 418-429.
- McCarthy, J. (1989). *Artificial Intelligence, Logic and Formalizing Common Sense*. Stanford: Springer Link.
- McCarthy, J. (1996). *Defending AI Research: A Collection of Essays and Review*. Stanford: CSLI Publications.
- Midgley, G., Cavana, R., Brocklesby, J., Foote, J., Wood, D., & Ahuriri-Driscoll, A. (2013). Towards a new framework for evaluating systemic problem structuring methods. *European Journal of Operational Research*, 229(1), 143-154.
- Mittal, S., Khan, M., Romero, D., & Wuest, T. (2018). A critical review of smart manufacturing & Industry 4.0 maturity models: Implications for small and medium-sized enterprises (SMEs). *Journal of Manufacturing Systems*, 49, 194-214.
- Montibeller, G., & Belton, V. (2006). Causal maps and the evaluation of decision options: A review. *Journal of the Operational Research Society*, 57(7), 779-791.
- Moran, J., & Brightman, B. (2001). Leading organizational change. *Career Development International*, 6(2), 111-118.
- Neubert, M. (2018). The impact of digitalization on the speed of internationalization of lean global startups. *Journal of Technology Management & Innovation*, 8(5), 44-54.
- Nilsson, N. (1984). Artificial intelligence, employment and income. *AI Magazine*, 5(2), 5-14.
- Özdemir, Ü. (2016). Investigation of occupational accidents occurred in ports by using fuzzy DEMATEL and fuzzy TOPSIS method. *Journal of ETA Maritime Science*, 4(3), 235-247.
- Pardo del Val, M., & Fuentes, C. (2003). Resistance to change: A literature review and empirical study. *Management Decision*, 41(2), 148-155.
- Peng, J., Wang, J., Zhang, H., & Chen, X. (2014). An outranking approach for multi-criteria decision-making problems with simplified neutrosophic sets. *Applied Soft Computing*, 25, 336-346.
- Pinto, B. (2020). *Análise das Causas de Blight Urbano com Recurso a Mapas Cognitivos e à Técnica DEMATEL*. Dissertação de Mestrado, ISCTE Business School, Lisboa.
- Pires, A., Ferreira, F., Jalali, M., & Chang, H. (2018). Barriers to real estate investments for residential rental purposes: Mapping out the problem. *International Journal of Strategic Property Management*, 22(3), 168-178.
- Pramanik, S., Banerjee, D., & Giri, B. (2016). TOPSIS approach for multi attribute group decision making in refined neutrosophic environment. In F. Smarandache, & S. Pramanik (Eds.), *New Trends in Neutrosophic Theory and Applications* (pp. 79-91). Brussels, Belgium, EU: Pons Editions.
- Priyadarshinee, P., Raut, R., Jha, M., & Gardas, B. (2017). Understanding and predicting the determinants of cloud computing adoption: A two staged hybrid SEM-Neural networks approach. *Computers in Human Behavior*, 76, 341-62.
- Raj, A., & Sah, B. (2019). Analyzing critical success factors for implementation of drones in the logistics sector using grey-DEMATEL based approach. *Computers & Industrial Engineering*, 138(4), 1-12.

- Raut, R., Gardas, B., Narkhede, B., & Narwane, V. (2019). To investigate the determinants of cloud computing adoption in the manufacturing micro, small and medium enterprises: A DEMATEL-based approach. *Benchmarking An International Journal*, 26(4), 1-30.
- Reis, I., Ferreira, F., Meidutė-Kavaliauskienė, I., Govindan, K., Fang, W., & Falcão, P. (2019). An evaluation thermometer for assessing city sustainability and livability. *Sustainable Cities and Society*, 47, 1-11.
- Ribeiro, M., Ferreira, F., Jalali, M., & Meidutė-Kavaliauskienė, I. (2017). A fuzzy knowledge-based framework for risk assessment of residential real estate investments. *Technological and Economic Development of Economy*, 23(1), 140-156.
- Rieg, D., & Filho, T. (2003). Mapas cognitivos como ferramenta de estruturação e resolução de problemas. *Gestão & Produção*, 10(2), 145-162.
- Rivieccio, U. (2008). Neutrosophic logics: Prospects and problems. *Fuzzy Sets and Systems*, 159(14), 1860-1868.
- Rogiest, S., Segers, J., & Witteloostuijn, A. (2018). Matchmaking in organizational change: Does every employee value participatory leadership? An empirical study. *Scandinavian Journal of Management*, 34(1), 1-8.
- Rosenhead, J., & Mingers, J. (2001). *Rational Analysis for a Problematic World Revisited: Problem Structuring Methods for Complexity, Uncertainty and Conflict*. Chichester: John Wiley & Sons.
- Schank, R. (1980). How much intelligence is there in artificial intelligence? *Intelligence*, 4(1), 1-14.
- Scherer, R., Siddiq, F., & Tondeur, J. (2019). The Technology Acceptance Model (TAM): A meta-analytic structural equation modeling approach to explaining teachers' adoption of digital technology in education. *Computers & Education*, 128, 13-35.
- Schwarz, U., Nielsen, K., Stenfors-Hayes, T., & Hasson, H. (2017). Using kaizen to improve employee well-being: Results from two organizational intervention studies. *Human Relations*, 70(8), 966-993.
- Sharma, M., Panthey, R., Kumar, R., & Kour, G. (2014). Role of SMES in India economy and TQM. *International Journal of Business Management*, 1(2), 119-128.
- Si, S., You, X., Liu, H., & Zhang, P. (2018). DEMATEL technique: A systematic review of the state-of-the-art literature on methodologies and applications. *Mathematical Problems in Engineering*, 2018(1), 1-33.
- Sinkovics, N., Sinkovics, R., & Jean, R. (2013). The internet as an alternative path to internationalization? *International Marketing Review*, 30(2), 130-155.
- Sivakumar, K., Jeyapaul, R., Vimal, K., & Prathosh, R. (2018). A DEMATEL approach for evaluating barriers for sustainable end-of-life practices. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 29(6), 1065-1091.
- Smarandache, F. (2007). *A Unifying Field in Logics: Neutrosophic Logic. Neutrosophy, Neutrosophic Set, Neutrosophic Probability and Statistics*. Ann Arbor: InfoLearnQuest.
- Strotmann, H. (2007). Entrepreneurial survival. *Small Business Economics*, 28(1), 87-104.
- Sumrit, D., & Anuntavoranich, P. (2013). Using DEMATEL method to analyze the causal relations on technological innovation capability evaluation factors in Thai technology-based firms. *International Transaction Journal of Engineering, Management, & Applied Sciences & Technologies*, 4(2), 81-103.

- Szabla, D. (2007). A multidimensional view of resistance to organizational change: Exploring cognitive, emotional, and intentional responses to perceived change leadership strategies. *Human Resource Development Quarterly*, 18(4), 525-558.
- Tavakoli, M. (2010). A positive approach to stress, resistance, and organizational change. *Procedia Social and Behavioral Science*, 5, 1794-1798.
- Tegarden, D., & Sheetz, S. (2003). Group cognitive mapping: A methodology and system for capturing and evaluating managerial and organizational cognition. *Omega - The International Journal of Management Sciences*, 31(2), 113-125.
- Trivedi, A. (2018). A multi-criteria decision approach based on DEMATEL to assess determinants of shelter site selection in disaster response. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 31, 722-728.
- Tseng, M., Lin, S., Chen, C., Sarmiento, L., & Tan, C. (2019). A causal sustainable product-service system using hierarchical structure with linguistic preferences in the Ecuadorian construction industry. *Journal of Cleaner Production*, 230(1), 477-487.
- Tsotsolas, N., & Alexopoulos, S. (2017). Towards a holistic strategic framework for applying robust facilitated approaches in political decision making. *Operational Research*, 19(2), 501-541.
- Turing, A. (1950). Computing machinery and intelligence. *Mind*, 59, 433-460.
- Tzeng, G., Chiang, C., & Li, C. (2007). Evaluating intertwined effects in e-learning programs: A novel hybrid MCDM model based on factor analysis and DEMATEL. *Expert Systems with Application*, 32(4), 1028-1044.
- Venkatesh, V., Morris, M., Davis, G., & Davis, F. (2003). User Acceptance of information technology: Toward a unified view. *Mis Quarterly*, 27(3), 425-478.
- Weber, M., & Borchering, K. (1993). Behavioral influences on weight judgments in multiattribute decision making. *European Journal of Operational Research*, 67(1), 1-12.
- Wu, W., & Lee, Y. (2007). Developing global managers' competencies using the fuzzy DEMATEL method. *Expert Systems with Applications*, 32(2), 499-507.
- Wu, W., Lan, L., & Lee, Y. (2011). Exploring decisive factors affecting an organization's SaaS adoption: A case study. *International Journal Information Management*, 31(6), 556-563.
- Xu, B., & Ouenniche, J. (2012). Performance evaluation of competing forecasting models: A multidimensional framework based on MCDA. *Expert Systems with Applications*, 39(9), 8312-8324.
- Yang, Y., Shieh, H., Leu, J., & Tzeng, G. (2008). A novel hybrid MCDM model combined with DEMATEL and ANP with applications. *International Journal of Operational Research*, 5(3), 160-168.
- Yazdi, M., Khan, F., Abbassi, R., & Rusli, R. (2020). Improved DEMATEL methodology for effective safety management decision-making. *Safety Science*, 127, 1-17.
- Ye, J. (2013). Multicriteria decision-making method using the correlation coefficient under single-valued neutrosophic environment. *International Journal of General Systems*, 42(4), 386-394.
- Ye, J. (2014). A multicriteria decision-making method using aggregation operators for simplified neutrosophic sets. *Journal of Intelligent & Fuzzy Systems*, 26, 2459-2466.
- Zhang, C., & Lu, Y. (2021). Study on artificial intelligence: The state of the art and future prospects. *Journal of Industrial Information Integration*, 23, 1-9.

APÊNDICES

Apêndice A – Matriz Geral de Relacionamento entre Clusters

Quadro A1: Matriz com Valores Neutrosóficos Preenchida na Segunda Sessão – Inter-Clusters

	C1	C2	C3	C4	C5
C1	--	3 (0.8; 0.6; 0.4)	3 (0.8; 0.4; 0.2)	2 (0.8; 0.3; 0.2)	3 (0.6; 0.5; 0.4)
C2	3 (0.9; 0.5; 0.5)	--	3 (0.9; 0.4; 0.1)	1 (0.8; 0.1; 0.1)	1 (0.7; 0.2; 0.2)
C3	4 (0.9; 0.5; 0.1)	4 (0.9; 0.5; 0.1)	--	2 (0.7; 0.5; 0.3)	2 (0.9; 0.4; 0.1)
C4	3 (0.6; 0.7; 0.3)	2 (0.6; 0.6; 0.4)	3 (0.8; 0.5; 0.2)	--	1 (0.9; 0.1; 0)
C5	4 (0.9; 0.5; 0.1)	3 (0.9; 0.5; 0.1)	2 (0.5; 0.7; 0.7)	3 (0.8; 0.3; 0.2)	--

Quadro A2: Crispificação de Valores Neutrosóficos – Inter-Clusters

Relação em Análise	Escala DEMATEL (x)	Valores Neutrosóficos (T, I, F)			Crispificação Neutrosófica			
		T	I	F	Numerador da Fórmula de Crispificação	Peso w Crispificado	Valor Final na Matriz	
MATRIZ GERAL – Inter-Clusters	C1-C2	3.0	0.80	0.60	0.40	0.56795	0.04211	1.70
	C1-C3	3.0	0.80	0.40	0.20	0.71716	0.05318	2.15
	C1-C4	2.0	0.80	0.30	0.20	0.76195	0.05650	1.52
	C1-C5	3.0	0.60	0.50	0.40	0.56411	0.04182	1.69
	C2-C1	3.0	0.90	0.50	0.50	0.58769	0.04358	1.76
	C2-C3	3.0	0.90	0.40	0.10	0.75505	0.05599	2.27
	C2-C4	1.0	0.80	0.10	0.10	0.85858	0.06366	0.86
	C2-C5	1.0	0.70	0.20	0.20	0.76195	0.05650	0.76
	C3-C1	4.0	0.90	0.50	0.10	0.70000	0.05190	2.80
	C3-C2	4.0	0.90	0.50	0.10	0.70000	0.05190	2.80
	C3-C4	2.0	0.70	0.50	0.30	0.62141	0.04608	1.24
	C3-C5	2.0	0.90	0.40	0.10	0.75505	0.05599	1.51
	C4-C1	3.0	0.60	0.70	0.30	0.50334	0.03732	1,51
	C4-C2	2.0	0.60	0.60	0.40	0.52390	0.03885	1.05
	C4-C3	3.0	0.80	0.50	0.20	0.66834	0.04956	2.01
	C4-C5	1.0	0.90	0.10	0.00	0.91835	0.06809	0.92
	C5-C1	4.0	0.90	0.50	0.10	0.70000	0.05190	2.80
	C5-C2	3.0	0.90	0.50	0.10	0.70000	0.05190	2.10
	C5-C3	2.0	0.50	0.70	0.70	0.35969	0.02667	0.72
	C5-C4	3.0	0.80	0.30	0.20	0.76195	0.05650	2.29
Sendo o S=1, ficam respeitadas as condições da fórmula.				Denominador da Fórmula de Crispificação	13.48648	1		

Quadro A3: DEMATEL - Matriz Inicial de Influência Direta – Inter-Clusters

	C1	C2	C3	C4	C5	SUM
C1	0.00	1.70	2.15	1.52	1.69	7.07
C2	1.76	0.00	2.27	0.86	0.76	5.65
C3	2.80	2.80	0.00	1.24	1.51	8.35
C4	1.51	1.05	2.01	0.00	0.92	5.48
C5	2.80	2.10	0.72	2.29	0.00	7.91
SUM	8.87	7.65	7.14	5.91	4.88	

Quadro A4: DEMATEL - Cálculos Intermédios I

Max.	8.9	8.4
1/max.	0.112700	0.119719
1/s	0.112700	

Quadro A5: DEMATEL - Matriz de Influência Direta Normalizada ou Matriz X

	C1	C2	C3	C4	C5
C1	0.0000	0.1920	0.2425	0.1717	0.1907
C2	0.1987	0.0000	0.2553	0.0968	0.0859
C3	0.3156	0.3156	0.0000	0.1401	0.1702
C4	0.1702	0.1181	0.2260	0.0000	0.1035
C5	0.3156	0.2367	0.0811	0.2576	0.0000

Quadro A6: DEMATEL - Cálculos Intermediários II

I

	C1	C2	C3	C4	C5
C1	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
C2	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000
C3	0.0000	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000
C4	0.0000	0.0000	0.0000	1.0000	0.0000
C5	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	1.0000

I-X

	C1	C2	C3	C4	C5
C1	1.0000	-0.1920	-0.2425	-0.1717	-0.1907
C2	-0.1987	1.0000	-0.2553	-0.0968	-0.0859
C3	-0.3156	-0.3156	1.0000	-0.1401	-0.1702
C4	-0.1702	-0.1181	-0.2260	1.0000	-0.1035
C5	-0.3156	-0.2367	-0.0811	-0.2576	1.0000

(I-X)⁻¹

	C1	C2	C3	C4	C5
C1	1.7165	0.8052	0.8156	0.6420	0.6018
C2	0.7656	1.5439	0.7296	0.5002	0.4545
C3	1.0539	0.9758	1.7111	0.6817	0.6466
C4	0.7236	0.6289	0.6888	1.3986	0.4540
C5	0.9947	0.8606	0.7462	0.7365	1.4669

Quadro A7: DEMATEL – Matriz T

	C1	C2	C3	C4	C5	R
C1	0.7165	0.8052	0.8156	0.6420	0.6018	3.5812
C2	0.7656	0.5439	0.7296	0.5002	0.4545	2.9937
C3	1.0539	0.9758	0.7111	0.6817	0.6466	4.0691
C4	0.7236	0.6289	0.6888	0.3986	0.4540	2.8940
C5	0.9947	0.8606	0.7462	0.7365	0.4669	3.8050
C	4.2543	3.8145	3.6915	2.9589	2.6237	

Apêndice B – Cluster 1 – Recursos Humanos

Quadro B1: Matriz com Valores Neutrosóficos Preenchida na Segunda Sessão – Cluster 1

	SC17	SC15	SC31	SC24	SC28
SC17	--	4 (1; 0.1; 0)	3 (0.8; 0.5; 0.2)	2 (0.7; 0.2; 0.2)	4 (0.9; 0.1; 0.1)
SC15	3 (0.8; 0.5; 0.2)	--	4 (0.8; 0.5; 0.2)	4 (1; 0.5; 0)	4 (0.9; 0.1; 0.1)
SC31	1 (0.8; 0.2; 0)	3 (0.9; 0.5; 0.2)	--	3 (0.8; 0.4; 0.2)	4 (0.9; 0.1; 0.1)
SC24	1 (0.5; 0.8; 0.5)	1 (0.4; 0.8; 0.3)	2 (0.8; 0.7; 0.2)	--	4 (0.9; 0.1; 0.1)
SC28	0 (0.8; 0.2; 0)	0 (0.8; 0.2; 0)	4 (0.7; 0.5; 0.3)	4 (0.9; 0.1; 0.1)	--

Quadro B2: Crispificação de Valores Neutrosóficos – Cluster 1

Relação em Análise	Escala DEMATEL (x)	Valores Neutrosóficos (T, I, F)			Crispificação Neutrosófica			
		T	I	F	Numerador da Fórmula de Crispificação	Peso w Crispificado	Valor Final na Matriz	
MATRIZ Cluster 1 – Recursos Humanos	SC17-SC15	4.0	1.00	0.10	0.00	0.94226	0.06368	3.77
	SC17-SC31	3.0	0.80	0.50	0.20	0.66834	0.04516	2.01
	SC17-SC24	2.0	0.70	0.20	0.20	0.76195	0.05149	1.52
	SC9-SC38	4.0	0.90	0.10	0.10	0.90000	0.06082	3.60
	SC15-SC17	3.0	0.80	0.50	0.20	0.66834	0.04516	2.01
	SC15-SC31	4.0	0.80	0.50	0.20	0.66834	0.04516	2.67
	SC15-SC24	4.0	1.00	0.50	0.00	0.71132	0.04807	2.85
	SC15-SC28	4.0	0.90	0.10	0.10	0.90000	0.06082	3.60
	SC31-SC17	0.0	0.80	0.20	0.00	0.83670	0.05654	0.00
	SC31-SC15	3.0	0.90	0.50	0.20	0.68377	0.04621	2.05
	SC31-SC24	3.0	0.80	0.40	0.20	0.71716	0.04846	2.15
	SC31-SC28	4.0	0.90	0.10	0.10	0.90000	0.06082	3.60
	SC24-SC17	1.0	0.50	0.80	0.50	0.38356	0.02592	0.38
	SC24-SC15	1.0	0.40	0.80	0.30	0.39723	0.02684	0.40
	SC24-SC31	2.0	0.80	0.70	0.20	0.56411	0.03812	1.13
	SC24-SC28	4.0	0.90	0.10	0.10	0.90000	0.06082	3.60
	SC28-SC17	0.0	0.80	0.20	0.00	0.83670	0.05654	0.00
	SC28-SC15	0.0	0.80	0.20	0.00	0.83670	0.05654	0.00
	SC28-SC31	4.0	0.70	0.50	0.30	0.62141	0.04199	2.49
	SC28-SC24	4.0	0.90	0.10	0.10	0.90000	0.06082	3.67
Sendo o S=1, ficam respeitadas as condições da fórmula.				Denominador da Fórmula de Crispificação	14.79789	1		

Quadro B3: Matriz Inicial com Valores Crispificados – Cluster 1

	SC17	SC15	SC31	SC24	SC28	SUM
SC17	0.00	3.77	2.01	1.52	3.60	10.90
SC15	2.01	0.00	2.67	2.85	3.60	11.12
SC31	0.00	2.05	0.00	2.15	3.60	7.80
SC24	0.38	0.40	1.13	0.00	3.60	5.51
SC28	0.00	0.00	2.49	3.60	0.00	6.09
SUM	2.39	6.22	8.29	10.12	14.40	

Quadro B4: DEMATEL – Cálculos Intermédios I

Max.	14.4	11.1
1/max.	0.069444	0.089898
1/s	0.069444	

Quadro B5: DEMATEL – Matriz de Influência Direta Normalizada ou Matriz X

	SC17	SC15	SC31	SC24	SC28
SC17	0.0000	0.2617	0.1392	0.1058	0.2500
SC15	0.1392	0.0000	0.1856	0.1976	0.2500
SC31	0.0000	0.1425	0.0000	0.1494	0.2500
SC24	0.0266	0.0276	0.0783	0.0000	0.2500
SC28	0.0000	0.0000	0.1726	0.2500	0.0000

Quadro B6: DEMATEL – Cálculos Intermediários II

Matriz I

	SC17	SC15	SC31	SC24	SC28
SC17	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
SC15	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000
SC31	0.0000	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000
SC24	0.0000	0.0000	0.0000	1.0000	0.0000
SC28	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	1.0000

I-X

	SC17	SC15	SC31	SC24	SC28
SC17	1.0000	-0.2617	-0.1392	-0.1058	-0.2500
SC15	-0.1392	1.0000	-0.1856	-0.1976	-0.2500
SC31	0.0000	-0.1425	1.0000	-0.1494	-0.2500
SC24	-0.0266	-0.0276	-0.0783	1.0000	-0.2500
SC28	0.0000	0.0000	-0.1726	-0.2500	1.0000

(I-X)⁻¹

	SC17	SC15	SC31	SC24	SC28
SC17	1.0558	0.3326	0.3259	0.3555	0.5174
SC15	0.1648	1.1042	0.3481	0.4146	0.5079
SC31	0.0332	0.1788	1.1338	0.3118	0.4144
SC24	0.0391	0.0651	0.1664	1.1294	0.3500
SC28	0.0155	0.0471	0.2373	0.3362	1.1590

Quadro B7: DEMATEL – Matriz T

	SC17	SC15	SC31	SC24	SC28	R
SC17	0.0558	0.3326	0.3259	0.3555	0.5174	1.5872
SC15	0.1648	0.1042	0.3481	0.4146	0.5079	1.5395
SC31	0.0332	0.1788	0.1338	0.3118	0.4144	1.0720
SC24	0.0391	0.0651	0.1664	0.1294	0.3500	0.7501
SC28	0.0155	0.0471	0.2373	0.3362	0.1590	0.7952
C	0.3084	0.7278	1.2115	1.5475	1.9488	

Apêndice C – Cluster 2 – Infraestrutura de TI

Quadro C1: Matriz com Valores Neutrosóficos Preenchida na Segunda Sessão – Cluster 2

	SC97	SC100	SC103	SC101	SC114
SC97	--	3 (0.8; 0.2; 0.2)	3 (0.8; 0.5; 0.2)	4 (0.8; 0.5; 0.2)	0 (0.9; 0.5; 0.1)
SC100	3 (0.7; 0.2; 0.2)	--	3 (0.8; 0.5; 0.2)	4 (0.9; 0.5; 0.1)	0 (0.9; 0.5; 0.1)
SC103	1 (0.8; 0.3; 0.1)	2 (0.6; 0.5; 0.4)	--	2 (0.8; 0.5; 0.2)	3 (0.6; 0.6; 0.2)
SC101	4 (0.8; 0.5; 0.2)	4 (0.8; 0.5; 0.2)	3 (0.8; 0.5; 0.2)	--	1 (0.6; 0.7; 0.5)
SC114	4 (0.5; 0.5; 0.5)	4 (0.8; 0.5; 0.2)	4 (0.8; 0.5; 0.2)	4 (0.9; 0.5; 0.1)	--

Quadro C2: Crispificação de Valores Neutrosóficos – Cluster 2

Relação em Análise	Escala DEMATEL (x)	Valores Neutrosóficos (T, I, F)			Crispificação Neutrosófica			
		T	I	F	Numerador da Fórmula de Crispificação	Peso w Crispificado	Valor Final na Matriz	
MATRIZ Cluster 2 – Infraestrutura de TI	SC97-SC100	3.0	0.80	0.20	0.20	0.80000	0.06105	2.40
	SC97-SC103	3.0	0.80	0.50	0.20	0.66834	0.05100	2.01
	SC97-SC101	4.0	0.80	0.50	0.20	0.66834	0.05100	2.67
	SC97-SC114	0.0	0.90	0.50	0.10	0.70000	0.05342	0.00
	SC100-SC97	3.0	0.70	0.20	0.30	0.72920	0.05565	2.19
	SC100-SC103	3.0	0.80	0.50	0.20	0.66834	0.05100	2.01
	SC100-SC101	4.0	0.80	0.50	0.10	0.68377	0.05218	2.74
	SC100-SC114	0.0	0.90	0.50	0.10	0.70000	0.05342	0.00
	SC103-SC97	1.0	0.80	0.30	0.10	0.78398	0.05983	0.78
	SC103-SC100	2.0	0.60	0.50	0.40	0.56411	0.04305	1.13
	SC103-SC101	2.0	0.80	0.50	0.20	0.66834	0.05100	1.34
	SC103-SC114	3.0	0.60	0.60	0.20	0.56795	0.04334	1.70
	SC101-SC91	4.0	0.80	0.50	0.20	0.66834	0.05100	2.67
	SC101-SC100	4.0	0.80	0.50	0.20	0.66834	0.05100	2.67
	SC101-SC103	3.0	0.80	0.50	0.20	0.66834	0.05100	2.01
	SC101-SC114	1.0	0.30	0.70	0.50	0.35969	0.02745	0.36
	SC114-SC97	4.0	0.50	0.50	0.50	0.50000	0.03816	2.00
	SC114-SC100	4.0	0.80	0.50	0.20	0.66834	0.05100	2.67
	SC114-SC103	4.0	0.80	0.50	0.20	0.66834	0.05100	2.67
	SC114-SC101	4.0	0.90	0.50	0.10	0.70000	0.05342	2.80
Sendo o S=1, ficam respeitadas as condições da fórmula.				Denominador da Fórmula de Crispificação	13.10373	1		

Quadro C3: Matriz Inicial com Valores Crispificados – Cluster 2

	SC97	SC100	SC103	SC101	SC114	SUM
SC97	0.00	2.40	2.01	2.67	0.00	7.08
SC100	2.19	0.00	2.01	2.74	0.00	6.93
SC103	0.78	1.13	0.00	1.34	1.70	4.95
SC101	2.67	2.67	2.01	0.00	0.36	7.71
SC114	2.00	2.67	2.67	2.80	0.00	10.15
SUM	7.64	8.87	8.69	9.55	2.06	

Quadro C4: DEMATEL – Cálculos Intermédios I

Max.	9.5	10,1
1/max.	0.104766	0,098554
1/s	0.098554	

Quadro C5: DEMATEL – Matriz de Influência Direta Normalizada ou Matriz X

	SC97	SC100	SC103	SC101	SC114
SC97	0.0000	0.2365	0.1976	0.2635	0.0000
SC100	0.2156	0.0000	0.1976	0.2696	0.0000
SC103	0.0773	0.1112	0.0000	0.1317	0.1679
SC101	0.2635	0.2635	0.1976	0.0000	0.0354
SC114	0.1971	0.2635	0.2635	0.2760	0.0000

Quadro C6: DEMATEL – Cálculos Intermédios II

Matriz I

	SC97	SC100	SC103	SC101	SC114
SC97	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
SC100	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000
SC103	0.0000	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000
SC101	0.0000	0.0000	0.0000	1.0000	0.0000
SC114	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	1.0000

I-X

	SC97	SC100	SC103	SC101	SC114
SC97	1.0000	-0.2365	-0.1976	-0.2635	0.0000
SC100	-0.2156	1.0000	-0.1976	-0.2696	0.0000
SC103	-0.0773	-0.1112	1.0000	-0.1317	-0.1679
SC101	-0.2635	-0.2635	-0.1976	1.0000	-0.0354
SC114	-0.1971	-0.2635	-0.2635	-0.2760	1.0000

(I-X)⁻¹

	SC97	SC100	SC103	SC101	SC114
SC97	1.3436	0.5648	0.5257	0.6058	0.1098
SC100	0.5150	1.3670	0.5196	0.6026	0.1086
SC103	0.3472	0.4021	1.2954	0.4348	0.2329
SC101	0.5814	0.6149	0.5575	1.4322	0.1444
SC114	0.6525	0.7471	0.7356	0.7879	1.1515

Quadro C7: DEMATEL – Matriz T

	SC97	SC100	SC103	SC101	SC114	R
SC97	0.3436	0.5648	0.5257	0.6058	0.1098	2.1497
SC100	0.5150	0.3670	0.5196	0.6026	0.1086	2.1128
SC103	0.3472	0.4021	0.2954	0.4348	0.2329	1.7124
SC101	0.5814	0.6149	0.5575	0.4322	0.1444	2.3304
SC114	0.6525	0.7471	0.7356	0.7879	0.1515	3.0746
C	2.4398	2.6959	2.6337	2.8633	0.7471	

Apêndice D – Cluster 3 – Know-How e Conhecimento

Quadro D1: Matriz com Valores Neutrosóficos Preenchida na Segunda Sessão – Cluster 3

	SC67	SC66	SC62	SC72	SC65
SC67	-	2(0.6;0.5;0.1)	3(0.9;0.1;0.1)	4(0.9;0.5;0.1)	3(0.7;0.2;0.3)
SC66	4(0.9;0.1;0.1)	-	3(0.9;0.1;0.1)	4(0.9;0.5;0.1)	2(0.7;0.2;0.3)
SC62	3(0.8;0.2;0.1)	2(0.5;0.7;0.5)	-	4(0.9;0.5;0.1)	1(0.7;0.2;0.3)
SC72	4(0.9;0.5;0.1)	3(0.7;0.3;0.3)	4(0.9;0.5;0.1)	-	4(0.9;0.5;0.1)
SC65	3(0.8;0.2;0.2)	2(0.6;0.5;0.1)	3(0.8;0.2;0.2)	3(0.8;0.2;0.2)	-

Quadro D2: Crispificação de Valores Neutrosóficos – Cluster 3

Relação em Análise	Escala DEMATEL (x)	Valores Neutrosóficos (T, I, F)			Crispificação Neutrosófica			
		T	I	F	Numerador da Fórmula de Crispificação	Peso w Crispificado	Valor Final na Matriz	
MATRIZ Cluster 3 – Know-How e Conhecimento	SC67-SC66	2.0	0.60	0.50	0.10	0.62583	0.04260	1.25
	SC67-SC62	3.0	0.90	0.10	0.10	0.90000	0.06126	2.70
	SC67-SC72	4.0	0.90	0.50	0.10	0.70000	0.04765	2.80
	SC67-SC65	3.0	0.70	0.20	0.30	0.72920	0.04963	2.19
	SC66-SC67	4.0	0.90	0.10	0.10	0.90000	0.06126	3.60
	SC66-SC62	3.0	0.90	0.10	0.10	0.90000	0.06126	2.70
	SC66-SC72	4.0	0.90	0.50	0.10	0.70000	0.04765	2.80
	SC66-SC65	2.0	0.70	0.20	0.30	0.72920	0.04963	1.46
	SC62-SC67	3.0	0.80	0.20	0.10	0.82679	0.05628	2.48
	SC62-SC66	2.0	0.50	0.70	0.50	0.42554	0.02897	0.85
	SC62-SC72	4.0	0.90	0.50	0.10	0.70000	0.04765	2.80
	SC62-SC65	1.0	0.70	0.20	0.30	0.72920	0.04963	0.73
	SC72-SC67	4.0	0.90	0.50	0.10	0.70000	0.04765	2.80
	SC72-SC66	3.0	0.70	0.30	0.30	0.70000	0.04765	2.10
	SC72-SC62	4.0	0.90	0.50	0.10	0.70000	0.04765	2.80
	SC72-SC65	4.0	0.90	0.50	0.10	0.70000	0.04765	2.80
	SC65-SC67	3.0	0.80	0.20	0.20	0.80000	0.05445	2.40
	SC65-SC66	2.0	0.60	0.50	0.10	0.62583	0.04260	1.25
	SC65-SC62	3.0	0.80	0.20	0.20	0.80000	0.05445	2.40
	SC65-SC72	3.0	0.80	0.20	0.20	0.80000	0.05445	2.40
Sendo o S=1, ficam respeitadas as condições da fórmula.				Denominador da Fórmula de Crispificação	14.69160	1		

Quadro D3: Matriz Inicial com Valores Crispificados – Cluster 3

	SC67	SC66	SC62	SC72	SC65	SUM
SC67	0.00	1.25	2.70	2.80	2.19	8.94
SC66	3.60	0.00	2.70	2.80	1.46	10.56
SC62	2.48	0.85	0.00	2.80	0.73	6.86
SC72	2.80	2.10	2.80	0.00	2.80	10.50
SC65	2.40	1.25	2.40	2.40	0.00	8.45
SUM	11.28	5.45	10.60	10.80	7.18	

Quadro D4: DEMATEL – Cálculos Intermédios I

Max.	11.3	10.6
1/max.	0.088649	0.094711
1/s	0.088649	

Quadro D5: DEMATEL – Matriz de Influência Direta Normalizada ou Matriz X

	SC67	SC66	SC62	SC72	SC65
SC67	0.0000	0.1110	0.2394	0.2482	0.1939
SC66	0.3191	0.0000	0.2394	0.2482	0.1293
SC62	0.2199	0.0754	0.0000	0.2482	0.0646
SC72	0.2482	0.1862	0.2482	0.0000	0.2482
SC65	0.2128	0.1110	0.2128	0.2128	0.0000

Quadro D6: DEMATEL – Cálculos Intermédios II

Matriz I

	SC67	SC66	SC62	SC72	SC65
SC67	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
SC66	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000
SC62	0.0000	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000
SC72	0.0000	0.0000	0.0000	1.0000	0.0000
SC65	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	1.0000

I-X

	SC67	SC66	SC62	SC72	SC65
SC67	1.0000	-0.1110	-0.2394	-0.2482	-0.1939
SC66	-0.3191	1.0000	-0.2394	-0.2482	-0.1293
SC62	-0.2199	-0.0754	1.0000	-0.2482	-0.0646
SC72	-0.2482	-0.1862	-0.2482	1.0000	-0.2482
SC65	-0.2128	-0.1110	-0.2128	-0.2128	1.0000

(I-X)⁻¹

	SC67	SC66	SC62	SC72	SC65
SC67	1.7513	0.5172	0.9257	0.9418	0.7001
SC66	1.1275	1.4853	1.0483	1.0669	0.7433
SC62	0.7916	0.4146	1.5968	0.8043	0.5100
SC72	1.0626	0.6313	1.0382	1.8514	0.8143
SC65	0.8922	0.4974	0.8739	0.8838	1.5132

Quadro D7: DEMATEL – Matriz T

	SC67	SC66	SC62	SC72	SC65	R
SC67	0.7513	0.5172	0.9257	0.9418	0.7001	3.8362
SC66	1.1275	0.4853	1.0483	1.0669	0.7433	4.4713
SC62	0.7916	0.4146	0.5968	0.8043	0.5100	3.1173
SC72	1.0626	0.6313	1.0382	0.8514	0.8143	4.3978
SC65	0.8922	0.4974	0.8739	0.8838	0.5132	3.6605
C	4.6252	2.5457	4.4831	4.5482	3.2809	

Apêndice E – Cluster 4 – Políticas e Gestão Organizacional

Quadro E1: Matriz com Valores Neutrosóficos Preenchida na Segunda Sessão – Cluster 4

	SC88	SC63	SC90	SC94	SC85
SC88	-	2(0.6;0.3;0.4)	1(0.8;0;0.2)	0(0.9;0.1;0.1)	2(0.9;0.5;0.1)
SC63	3(0.8;0;0.2)	-	1(0.8;0;0.2)	2(0.9;0.1;0.1)	2(0.9;0.5;0.1)
SC90	1(0.8;0;0.2)	1(0.8;0;0.2)	-	2(0.9;0.1;0.1)	2(0.5;0.5;0.5)
SC94	1(0.8;0;0.2)	3(0.8;0.1;0.2)	2(0.7;0.4;0.3)	-	3(0.8;0.3;0.2)
SC85	1(0.8;0;0.2)	1(0.8;0;0.2)	1(0.8;0;0.2)	3(0.9;0.5;0.1)	-

Quadro E2: Crispificação de Valores Neutrosóficos – Cluster 4

Relação em Análise	Escala DEMATEL (x)	Valores Neutrosóficos (T, I, F)			Crispificação Neutrosófica			
		T	I	F	Numerador da Fórmula de Crispificação	Peso w Crispificado	Valor Final na Matriz	
MATRIZ Cluster 4 – Políticas e Gestão Organizacional	SC88-SC63	2.0	0.60	0.30	0.40	0.63032	0.04011	1.26
	SC88-SC90	1.0	0.80	0.00	0.20	0.83670	0.05325	0.84
	SC88-SC94	0.0	0.90	0.10	0.10	0.90000	0.05728	0.00
	SC88-SC85	2.0	0.90	0.50	0.10	0.70000	0.04455	1.40
	SC63-SC88	3.0	0.80	0.00	0.20	0.83670	0.05325	2.51
	SC63-SC90	1.0	0.80	0.00	0.20	0.83670	0.05325	0.84
	SC63-SC94	2.0	0.90	0.10	0.10	0.90000	0.05728	1.80
	SC63-SC85	2.0	0.90	0.50	0.10	0.70000	0.04455	1.40
	SC90-SC88	1.0	0.80	0.00	0.20	0.83670	0.05325	0.84
	SC90-SC63	1.0	0.80	0.00	0.20	0.83670	0.05325	0.84
	SC90-SC94	2.0	0.90	0.10	0.10	0.90000	0.05728	1.80
	SC90-SC85	2.0	0.50	0.50	0.50	0.50000	0.03182	1.00
	SC94-SC88	1.0	0.80	0.00	0.20	0.83670	0.05325	0.84
	SC94-SC63	3.0	0.80	0.10	0.20	0.82679	0.05262	2.48
	SC94-SC90	2.0	0.70	0.40	0.30	0.66335	0.04222	1.33
	SC94-SC85	3.0	0.80	0.30	0.20	0.76195	0.04849	2.29
	SC85-SC88	1.0	0.80	0.00	0.20	0.83670	0.05325	0.84
	SC85-SC63	1.0	0.80	0.00	0.20	0.83670	0.05325	0.84
SC85-SC90	1.0	0.80	0.00	0.20	0.83670	0.05325	0.84	
SC85-SC94	3.0	0.90	0.50	0.10	0.70000	0.04455	2.10	
Sendo o S=1, ficam respeitadas as condições da fórmula.				Denominador da Fórmula de Crispificação	15.71272	1		

Quadro E3: Matriz Inicial com Valores Crispificados – Cluster 4

	SC88	SC63	SC90	SC94	SC85	SUM
SC88	0.00	1.26	0.84	0.00	1.40	3.50
SC63	2.51	0.00	0.84	1.80	1.40	6.55
SC90	0.84	0.84	0.00	1.80	1.00	4.47
SC94	0.84	2.48	1.33	0.00	2.29	6.93
SC85	0.84	0.84	0.84	2.10	0.00	4.61
SUM	5.02	5.41	3.84	5.70	6.09	

Quadro E4: DEMATEL – Cálculos Intermédios I

Max.	6.1	6.9
1/max.	0.164315	0.144308
1/s	0.144308	

Quadro E5: DEMATEL – Matriz de Influência Direta Normalizada ou Matriz X

	SC88	SC63	SC90	SC94	SC85
SC88	0.0000	0.1819	0.1207	0.0000	0.2020
SC63	0.3622	0.0000	0.1207	0.2598	0.2020
SC90	0.1207	0.1207	0.0000	0.2598	0.1443
SC94	0.1207	0.3579	0.1915	0.0000	0.3299
SC85	0.1207	0.1207	0.1207	0.3030	0.0000

Quadro E6: DEMATEL – Cálculos Intermédios II

Matriz I

	SC88	SC63	SC90	SC94	SC85
SC88	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
SC63	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000
SC90	0.0000	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000
SC94	0.0000	0.0000	0.0000	1.0000	0.0000
SC85	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	1.0000

I-X

	SC88	SC63	SC90	SC94	SC85
SC88	1.0000	-0.1819	-0.1207	0.0000	-0.2020
SC63	-0.3622	1.0000	-0.1207	-0.2598	-0.2020
SC90	-0.1207	-0.1207	1.0000	-0.2598	-0.1443
SC94	-0.1207	-0.3579	-0.1915	1.0000	-0.3299
SC85	-0.1207	-0.1207	-0.1207	-0.3030	1.0000

(I-X)⁻¹

	SC88	SC63	SC90	SC94	SC85
SC88	1.3347	0.4915	0.3610	0.3878	0.5490
SC63	0.8586	1.6230	0.5611	0.8264	0.8549
SC90	0.5422	0.5930	1.3511	0.7040	0.6565
SC94	0.7569	0.9573	0.6596	1.7264	1.0110
SC85	0.5597	0.6170	0.4744	0.7548	1.5552

Quadro E7: DEMATEL – Matriz T

	SC88	SC63	SC90	SC94	SC85	R
SC88	0.3347	0.4915	0.3610	0.3878	0.5490	2.1241
SC63	0.8586	0.6230	0.5611	0.8264	0.8549	3.7240
SC90	0.5422	0.5930	0.3511	0.7040	0.6565	2.8469
SC94	0.7569	0.9573	0.6596	0.7264	1.0110	4.1112
SC85	0.5597	0.6170	0.4744	0.7548	0.5552	2.9610
C	3.0522	3.2819	2.4072	3.3993	3.6266	

Apêndice F – Cluster 5 – Liderança

Quadro F1: Matriz com Valores Neutrosóficos Preenchida na Segunda Sessão – Cluster 5

	SC53	SC24	SC51	SC8	SC48
SC53	-	4(0.9;0.5;0.1)	4(0.9;0.2;0.1)	3(0.9;0.3;0.3)	4(0.9;0.1;0.1)
SC24	3(0.7;0.3;0.3)	-	3(0.7;0.3;0.3)	3(0.9;0.3;0.3)	2(0.6;0.5;0.2)
SC51	4(0.9;0.1;0.1)	4(0.9;0.2;0.1)	-	2(0.5;0.9;0.5)	2(0.6;0.5;0.2)
SC8	4(0.9;0.1;0.1)	4(0.9;0.2;0.1)	4(0.7;0.5;0.2)	-	4(0.9;0.1;0.1)
SC48	3(0.7;0.3;0.3)	4(0.9;0.2;0.1)	4(0.9;0.2;0.1)	2(0.5;0.9;0.5)	-

Quadro F2: Crispificação de Valores Neutrosóficos – Cluster 5

Relação em Análise	Escala DEMATEL (x)	Valores Neutrosóficos (T, I, F)			Crispificação Neutrosófica			
		T	I	F	Numerador da Fórmula de Crispificação	Peso w Crispificado	Valor Final na Matriz	
MATRIZ Cluster 5 – Liderança	SC53-SC24	4.0	0.90	0.50	0.10	0.70000	0.04750	2.80
	SC53-SC51	4.0	0.90	0.20	0.10	0.85858	0.05826	3.43
	SC53-SC8	3.0	0.90	0.30	0.30	0.74834	0.05078	2.25
	SC53-SC48	4.0	0.90	0.10	0.10	0.90000	0.06107	3.60
	SC24-SC53	3.0	0.70	0.30	0.30	0.70000	0.04750	2.10
	SC24-SC51	3.0	0.70	0.30	0.30	0.70000	0.04750	2.10
	SC24-SC8	3.0	0.90	0.30	0.30	0.74834	0.05078	2.25
	SC24-SC48	2.0	0.60	0.50	0.20	0.61270	0.04157	1.23
	SC51-SC53	4.0	0.90	0.10	0.10	0.90000	0.06107	3.60
	SC51-SC24	4.0	0.90	0.20	0.10	0.85858	0.05826	3.43
	SC51-SC8	2.0	0.50	0.90	0.50	0.33919	0.02302	0.68
	SC51-SC48	2.0	0.60	0.50	0.20	0.61270	0.04157	1.23
	SC8-SC53	4.0	0.90	0.10	0.10	0.90000	0.06107	3.60
	SC8-SC24	4.0	0.90	0.20	0.10	0.85858	0.05826	3.43
	SC8-SC51	4.0	0.70	0.50	0.20	0.64410	0.04370	2.58
	SC8-SC48	4.0	0.90	0.10	0.10	0.90000	0.06107	3.60
	SC48-SC53	3.0	0.70	0.30	0.30	0.70000	0.04750	2.10
	SC48-SC24	4.0	0.90	0.20	0.10	0.85858	0.05826	3.43
	SC48-SC51	4.0	0.90	0.20	0.10	0.85858	0.05826	3.43
	SC48-SC8	2.0	0.50	0.90	0.50	0.33919	0.02302	0.68
Sendo o S=1, ficam respeitadas as condições da fórmula.				Denominador da Fórmula de Crispificação	14.73746	1		

Quadro F3: Matriz Inicial com Valores Crispificados – Cluster 5

	SC53	SC24	SC51	SC8	SC48	SUM
SC53	0.00	2.80	3.43	2.25	3.60	12.08
SC24	2.10	0.00	2.10	2.25	1.23	7.67
SC51	3.60	3.43	0.00	0.68	1.23	8.94
SC8	3.60	3.43	2.58	0.00	3.60	13.21
SC48	2.10	3.43	3.43	0.68	0.00	9.65
SUM	11.40	13.10	11.55	5.85	9.65	

Quadro F4: DEMATEL – Cálculos Intermédios I

Max.	13,1	13,2
1/max.	0,076319	0,075696
1/s	0,075696	

Quadro F5: DEMATEL – Matriz de Influência Direta Normalizada ou Matriz X

	SC53	SC24	SC51	SC8	SC48
SC53	0.0000	0.2119	0.2600	0.1699	0.2725
SC24	0.1590	0.0000	0.1590	0.1699	0.0928
SC51	0.2725	0.2600	0.0000	0.0514	0.0928
SC8	0.2725	0.2600	0.1950	0.0000	0.2725
SC48	0.1590	0.2600	0.2600	0.0514	0.0000

Quadro F6: DEMATEL – Cálculos Intermédios II

Matriz I

	SC53	SC24	SC51	SC8	SC48
SC53	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
SC24	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000
SC51	0.0000	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000
SC8	0.0000	0.0000	0.0000	1.0000	0.0000
SC48	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	1.0000

I-X

	SC53	SC24	SC51	SC8	SC48
SC53	1.0000	-0.2119	-0.2600	-0.1699	-0.2725
SC24	-0.1590	1.0000	-0.1590	-0.1699	-0.0928
SC51	-0.2725	-0.2600	1.0000	-0.0514	-0.0928
SC8	-0.2725	-0.2600	-0.1950	1.0000	-0.2725
SC48	-0.1590	-0.2600	-0.2600	-0.0514	1.0000

(I-X)⁻¹

	SC53	SC24	SC51	SC8	SC48
SC53	1.6382	0.9007	0.8644	0.5144	0.7503
SC24	0.5872	1.5067	0.5935	0.4103	0.4666
SC51	0.7056	0.7612	1.5026	0.3520	0.4982
SC8	0.9120	0.9992	0.8811	1.4115	0.8076
SC48	0.6433	0.7841	0.7276	0.3524	1.4116

Quadro F7: DEMATEL – Matriz T

	SC53	SC24	SC51	SC8	SC48	R
SC53	0.6382	0.9007	0.8644	0.5144	0.7503	3.6680
SC24	0.5872	0.5067	0.5935	0.4103	0.4666	2.5643
SC51	0.7056	0.7612	0.5026	0.3520	0.4982	2.8195
SC8	0.9120	0.9992	0.8811	0.4115	0.8076	4.0115
SC48	0.6433	0.7841	0.7276	0.3524	0.4116	2.9189
C	3.4863	3.9519	3.5692	2.0406	2.9343	