INSTITUTO
UNIVERSITÁRIO
DE LISBOA

Avaliação da Propensão para a Inovação Frugal em PMEs: Uma Abordagem CM-TOPSIS

Inês Ribeiro Dias

Mestrado em Gestão

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

Abril 2023

INSTITUTO
UNIVERSITÁRIO
DE LISBOA

Departamento de Marketing, Operações e Gestão Geral

Avaliação da Propensão para a Inovação Frugal em PMEs: Uma Abordagem CM-TOPSIS

Inês Ribeiro Dias

Mestrado em Gestão

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

Abril 2023

AGRADECIMENTOS

Escrevo este ponto da minha dissertação com um grande sentimento de gratidão. Será difícil transcrever tudo em simples palavras, mas aqui deixo o meu testemunho. O desenvolvimento do presente estudo refletiu-se num longo percurso, com muitos impasses, receios e preocupações, mas também com alegrias e um grande sentimento de conquista. A conclusão desta dissertação reflete mais uma etapa do meu percurso, que me deixa extremamente orgulhosa e que, felizmente, me leva a agradecer a muitas pessoas, que me apoiaram, direta ou indiretamente, ao longo deste trajeto.

Primeiramente, gostava de agradecer ao meu orientador, Professor Doutor Fernando Alberto Freitas Ferreira, que sempre me acompanhou neste processo, nunca deixando de me apoiar e de me conceder as suas opiniões com a maior sinceridade, instruídas do melhor conhecimento e rigor científico. Foi uma honra ser orientada por um profissional com uma experiência tão extensa e rica, tanto a nível profissional, como a nível académico.

Não posso deixar de agradecer aos meus pais, que são a razão de eu estar prestes a concluir esta etapa, que sempre me motivaram e apoiaram no meu percurso académico, nunca me deixando desistir. A vocês, obrigada por ouvirem os meus desabafos com os meus receios e preocupações e por estarem sempre presentes. À minha irmã, que à semelhança de tantos outros momentos da minha vida, esteve sempre pronta para me ajudar. Aos meus amigos, que sempre me ouviram e encorajaram a focar toda a minha atenção neste processo, um sincero obrigada. À Margarida Santos, que mais do que qualquer outro amigo, percebia os meus receios e me acompanhou por todo o processo, sempre pronta a aconselhar-me e apoiar-me da melhor forma possível. Aos meus colegas da IBS, obrigada pelo apoio prestado nas sessões de grupo.

Este estudo implicou o envolvimento de muitas pessoas, que partilharam os seus conhecimentos e as suas experiências sem nada receber em troca. Assim, expresso a minha profunda gratidão aos especialistas do painel que, apesar das suas agendas ocupadas, disponibilizaram o seu tempo para colaborar nesta investigação, contribuindo de forma excecional para uma grande parte do desenvolvimento do estudo: Ana Sousa, Cristina Silveira, Jorge Afonseca, Luís Arêde, Timóteo Caralinda, Vasco Marques e Vítor Camilo. Agradeço de igual forma ao IAPMEI pela pronta resposta, particularmente ao Rui Portela Seabra, pelas sugestões, considerações e pelo interesse demonstrado.

A todos,

O Meu Sincero Obrigada!

AVALIAÇÃO DA PROPENSÃO PARA A INOVAÇÃO FRUGAL EM PMES: UMA ABORDAGEM CM-TOPSIS

RESUMO

A inovação frugal é um conceito que atrai cada vez mais empresas, quer dos mercados emergentes, quer dos países desenvolvidos. Este tipo de inovação permite satisfazer as necessidades de consumidores que de outra forma não seriam satisfeitas ou dos consumidores que sejam mais sensíveis ao preço, surgindo uma oportunidade de negócio para qualquer empresa, nomeadamente para as pequenas e médias empresas (PMEs), que contribuem consideravelmente para a economia da maioria dos países. No entanto, o estudo da avaliação dos determinantes da inovação frugal ainda é escasso. Nesse sentido, o presente estudo pretende criar um modelo multicritério para a avaliação da propensão da inovação frugal em PMEs e que permita identificar os determinantes e as condicionantes do sucesso deste tipo de inovação. Para tal, serão aplicadas metodologias de natureza construtivista, fazendo uso de mapeamento cognitivo e da *Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution* (TOPSIS) para auxiliar a estruturar e a avaliar o problema. Os resultados são baseados em duas sessões realizadas com um painel de sete decisores com conhecimentos e experiência na área. Para conceder uma maior credibilidade ao modelo, os resultados foram validados por um representante do IAPMEI – Agência para a Competitividade e Inovação. A análise dos resultados permitiu avaliar determinantes de inovação frugal em PMEs reais e formular sugestões de melhoria, resultando num modelo transparente que pode auxiliar no processo de tomada de decisão neste domínio.

Palavras-Chave: Inovação Frugal; Mapeamento Cognitivo; Pequenas e Médias Empresas (PMEs); *Problem Structuring Methods* (PSM); *Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution* (TOPSIS).

Códigos JEL: M10; O31.

MEASURING SME PROPENSITY FOR FRUGAL INNOVATION USING COGNITIVE MAPPING AND TOPSIS

ABSTRACT

Frugal innovation is a concept that attracts an increasing number of companies, both in emerging markets and developed countries. This type of innovation enables the satisfaction of consumers' needs, which otherwise would not be satisfied, or the needs of consumers who are more sensitive to price, resulting in a business opportunity for any company, particularly for Small and Medium Enterprises (SMEs), which contribute considerably to the economy of most countries. However, the study of assessment determinants for frugal innovation is still scarce. In this sense, this study aims to create a multicriteria evaluation model to measure SME propensity for frugal innovation. To this end, it sought to apply constructivist methodologies, namely cognitive mapping and the *Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution* (TOPSIS) to assist in structuring and evaluating the decision problem at hand. The results are based on two sessions conducted with a panel of seven decision makers with knowledge and experience in the field. To grant greater credibility to the model, the results were validated by a representative of IAPMEI – Agency for Competitiveness and Innovation (Portuguese public strategic partner that supports micro, small and medium-sized enterprises). The results include not only the identification of assessment determinants for frugal innovation in real SMEs but also the formulation of improvement suggestions, resulting in a transparent model that can assist in decision-making processes.

Keywords: Cognitive Mapping (CM); Frugal Innovation; Problem Structuring Methods (PSM); Small and Medium Enterprises (SMEs); Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS).

JEL Codes: M10; O31.

SUMÁRIO EXECUTIVO

O principal objetivo da presente dissertação é a conceção de um modelo multicritério para avaliação da propensão para a inovação frugal em PMEs. Este tipo de inovação é cada vez mais importante para as empresas, na medida em que há uma crescente restrição no uso de recursos e o mercado está cada vez mais competitivo, a nível de preços e tipos de oferta. Neste sentido, denota-se uma oportunidade de negócio para qualquer empresa. No entanto, é de realçar esta oportunidade para as PMEs, que têm uma grande representação não só em Portugal, mas também na maioria dos países, sendo importante continuar a inovar para manter a sua prosperidade. Posto isto, considera-se vantajoso para as PMEs desenvolver inovação frugal. Porém, os determinantes para o sucesso deste tipo de inovação são incertos e há uma falta de visão holística da *performance* da empresa que possibilite uma análise completa desta possibilidade, assim como de perceber o que é importante neste processo. O próprio conceito de inovação frugal é relativamente recente na literatura e diversos autores apontam para uma desorganização geral, a nível de definições e abordagens, pelo que se torna difícil identificar este fenómeno, apresentando-se também como uma limitação para os estudos realizados sobre este conceito. Nesse sentido, foram identificadas algumas limitações transversais nos estudos prévios, nomeadamente o facto de a maioria dos artigos focar-se nas origens e definições do conceito, ao invés da sua aplicabilidade, acabando por haver uma escassez de estudos que incidam sobre a vertente da avaliação dos determinantes. Mesmo nos estudos que contemplam esta vertente, não há uma identificação clara dos determinantes ou critérios de avaliação a considerar e o modo como se priorizam esses critérios é ainda pouco científico. Assim, para além de ser importante realizar mais estudos sobre este conceito e os seus determinantes, também surge a necessidade de estudar esta perspetiva de avaliação da *performance* das empresas, de forma a analisar a possibilidade de desenvolver mais inovação frugal. Este estudo procura colmatar as lacunas identificadas nos estudos anteriores e possibilitar uma visão holística da *performance* das PMEs. Deste modo, através de uma abordagem construtivista, pretendemos aplicar o mapeamento cognitivo e a *Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution* (TOPSIS). Ao fazer uso do mapeamento cognitivo para estruturar o problema, será possível identificar e representar graficamente determinantes/critérios de inovação frugal em PMEs, tendo por base o conhecimento e experiência de especialistas, tal como as informações resultantes do debate entre todos sobre o tema, considerando aspetos subjetivos inerentes a qualquer processo de tomada de decisão. Já

numa perspetiva de avaliação dos critérios, a TOPSIS determinará o peso de cada critério, possibilitando a sua priorização. É de notar que, para aplicar estas metodologias, foi necessário constituir um painel de especialistas com conhecimentos na área e que tivessem disponibilidade para participar no estudo e partilhar o seu *know-how*. Posto isto, na primeira sessão, que tinha como objetivo a construção de um mapa cognitivo, apresentou-se a seguinte *trigger question* para incentivar o *brainstorming* entre os participantes: *"Com base nos seus valores e experiência profissional, que critérios de base devem estar na avaliação da propensão das PMEs para a inovação frugal?"*. Após vários debates, foi possível recolher 140 critérios/determinantes para o modelo, que foram aglomerados em cinco *clusters*: (1) *Recursos Humanos*; (2) *Contexto de Mercado*; (3) *Processos Internos*; (4) *Fatores Financeiros*; e (5) *Tecnologia/Inovação*. Foi também solicitado aos decisores que hierarquizassem os critérios dentro de cada *cluster*, segundo a sua importância na área a que tinham sido designados. Com os dados recolhidos, foi possível construir um mapa cognitivo de grupo através do *software Decision Explorer*, que foi apresentado ao painel, já na segunda sessão, no sentido de procurar a sua validação. Após a aprovação do mapa construído, os decisores escolheram os critérios mais importantes dentro de cada *cluster* e selecionaram o *cluster* que, na sua opinião, era mais importante para o modelo, tal como o menos importante, seguindo-se para a comparação destes *clusters* com os restantes, através de uma escala de importância de 1 a 9. Isto permitiu, mais tarde, calcular o peso de cada *cluster* através do *Best-Worst Method* (BWM). Entretanto, passou-se para a aplicação da TOPSIS, com o preenchimento de seis matrizes com 10 PMEs que o painel tinha conhecimento. Este passo foi realizado de acordo com o grau de atratividade de cada PME em cada *cluster*/critério numa escala de 1 a 5. Terminada a segunda sessão de trabalho, realizaram-se os cálculos da aplicação da TOPSIS, da qual resultou um *ranking* de PMEs, numa perspetiva geral e numa perspetiva parcial de cada dimensão (*i.e.*, *cluster*, com os critérios escolhidos pelos decisores, refletindo as PMEs com maior ou menor propensão para desenvolver inovação frugal). É de realçar que o processo de desenvolvimento do modelo e os resultados obtidos foram apresentados a – e validados por – um representante do IAPMEI – Agência para a Competitividade e Inovação, de forma a conferir uma maior credibilidade ao estudo e analisar o potencial da sua aplicabilidade. Apesar das limitações identificadas, considera-se que é o modelo desenvolvido no presente estudo é relevante para a área e reflete o potencial da utilização de técnicas multicritério no contexto da inovação frugal.

ÍNDICE GERAL

Principais Abreviaturas Utilizadas ……..……..….. xiii

Capítulo 1 – Introdução ……..…….. 1

1.1. Enquadramento Geral ……..……...…….…… 1

1.2. Hierarquia de Objetivos …….…….…… 2

1.3. Base Metodológica …….……..... 2

1.4. Estrutura …….. 3

1.5. Resultados Esperados da Investigação ……..…….... 4

Capítulo 2 – Revisão da Literatura ……..……...…... 5

2.1. Fundamentos da Inovação Frugal ……..…….. 5

2.2. A Importância da Inovação Frugal para as PMEs ……..…….. 9

2.3. Estudos Prévios sobre a Avaliação da Propensão para Inovação Frugal ….. 11

2.4. Limitações Transversais …..…… 14

Sinopse do Capítulo 2 …...…….. 15

Capítulo 3 – Enquadramento Metodológico …….……...…… 17

3.1. *Problem Structuring Methods* …….…… 17

3.2. Mapeamento Cognitivo …….. 19

3.3. A Técnica TOPSIS ……...…….……. 21

3.4. Contributos para a Avaliação da Propensão para a Inovação Frugal ……... 25

Sinopse do Capítulo 3 ……...…….…… 26

Capítulo 4 – Aplicação e Análise de Resultados ……..……..… 27

4.1. Seleção de Critérios de Avaliação …..……...……... 27

4.2. Modelo Conceptual e Aplicação TOPSIS ……..……..…… 31

4.3. Discussão e Recomendações ……...……...……..… 41

Sinopse do Capítulo 4 …...……..…… 44

Capítulo 5 – Conclusão ……..……..…… 45
5.1. Resultados da Aplicação CM-TOPSIS ……...……..…… 45
5.2. Impacto na Gestão das PMEs ……..... 47
5.3. Futura Investigação ……..……... 47

Referências Bibliográficas …….. 49
Apêndices …… 55

ÍNDICE DE FIGURAS E TABELAS

FIGURAS

Figura 3.1. Exemplo de um Mapa Cognitivo 20
Figura 4.1. Momentos da Primeira Sessão 29
Figura 4.2. Mapa Cognitivo de Grupo 30
Figura 4.3. Momentos da Segunda Sessão 32
Figura 4.4. Análise Inter-*Cluster* 36
Figura 4.5. Análise Intra-*Cluster* 39
Figura 4.6. Análise Inter e Intra-*Cluster* 40
Figura 4.7. Momentos da Sessão de Consolidação 42

TABELAS

Tabela 2.1. Contributos para a Avaliação da Propensão para Inovação Frugal 13
Tabela 4.1. Identificação dos *Clusters* Determinados na Primeira Sessão de Grupo .. 33
Tabela 4.2. Matriz de Decisão (*A*) Preenchida na Segunda Sessão de Grupo – Inter-*Cluster* 33
Tabela 4.3. Matriz de Decisão Padrão (*R*) – Inter-*Cluster* 33
Tabela 4.4. Pesos dos Fatores de Decisão (w_i) – Inter-*Cluster* 34
Tabela 4.5. Matriz de Decisão Padrão Ponderada (*V*) – Inter-*Cluster* 34
Tabela 4.6. Conjunto de Soluções Ideais (A^+) e de Ideais Negativas (A^-) – Inter-*Cluster* 34
Tabela 4.7. Cálculo Medida de Discriminação Ideal (S_i^+) e da Discriminação Ideal Negativa (S_i^-) – Inter-*Cluster* 35
Tabela 4.8. Cálculo da Proximidade à Solução Ideal (C_i^+) – Inter-*Cluster* 35
Tabela 4.9. Identificação dos Critérios Selecionados – C1 37
Tabela 4.10. Identificação dos Critérios Selecionados – C2 37
Tabela 4.11. Identificação dos Critérios Selecionados – C3 38
Tabela 4.12. Identificação dos Critérios Selecionados – C4 38
Tabela 4.13. Identificação dos Critérios Selecionados – C5 39

PRINCIPAIS ABREVIATURAS UTILIZADAS

PMEs	– Pequenas e Médias Empresas
BoP	– *Bottom of the Pyramid*
BWM	– *Best-Worst Method*
IAPMEI	– Instituto de Apoio às Pequenas e Médias Empresas e à Inovação
IO	– Investigação Operacional
MCDA	– *Multiple Criteria Decision Analysis*
NGT	– *Nominal Group Technique*
OCDE	– Organização para Cooperação e Desenvolvimento Económico
PIB	– Produto Interno Bruto
PSMs	– *Problem Structuring Methods*
SCA	– *Strategic Choice Approach*
SODA	– *Strategic Options Development and Analysis*
SSM	– *Soft Systems Methodology*
TOPSIS	– *Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution*

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO

1.1. Enquadramento Geral

A inovação é algo essencial para as empresas, principalmente no mundo atual em constante mudança e com cada vez mais oferta do mesmo tipo de produtos ou serviços com preços bastante competitivos. No entanto, mais de quatro bilhões de pessoas não têm acesso a estas ofertas e não têm forma de satisfazer as suas necessidades básicas (Hammond, Kramer, Katz, Tran, & Walker, 2007). Neste sentido, surge a inovação frugal, em resposta às severas restrições de recursos, desenvolvendo produtos com uma grande vantagem de custo, em comparação com as ofertas existentes no mercado, de forma a satisfazer as necessidades dos consumidores com recursos limitados (Zeschky, Widenmayer, & Gassmann, 2011).

Apesar de ter surgido como uma possível solução para satisfazer as necessidades dos consumidores dos mercados emergentes, a inovação frugal começou também a transitar para países desenvolvidos, apresentando uma oportunidade de negócio para satisfazer um segmento de consumidores mais limitados monetariamente ou com uma maior consciência ambiental (Prabhu, 2017). Desta forma, as empresas dos países desenvolvimentos defrontam-se com esta oportunidade. É de realçar a importância das pequenas e médias empresas (PMEs), que representam uma das formas mais predominantes de empreendedorismo, sendo relevante analisar esta oportunidade para este tipo de empresas.

A presente dissertação prende-se com a criação de um modelo multicritério para a avaliação da propensão da inovação frugal em PMEs, que tanto analise e avalie a possibilidade da empresa desenvolver inovação frugal, como também identifique os determinantes e os condicionantes deste tipo de inovação. Através da combinação de técnicas qualitativas e quantitativas e assente numa abordagem construtivista, este estudo pretende colmatar as limitações de estudos realizados anteriormente na área e conceber um modelo que permita à PMEs terem uma visão holística da sua *performance*, possibilitando uma avaliação multicritério e consequente melhoria do seu desempenho.

1.2. Hierarquia de Objetivos

Como exposto no ponto anterior, a inovação frugal tem atraído a atenção de cada vez mais empresas, quer dos mercados emergentes, quer dos países desenvolvidos, realçando a importância de analisar os critérios para o sucesso da sua implementação. Porém, não existem muitos estudos acerca da avaliação da capacidade das PMEs em desenvolverem este tipo de inovação, para além do facto de o próprio conceito de inovação frugal ainda não ser certo e ainda ser muito debatido na literatura, em termos de definição e identificação.

Com efeito, o presente estudo tem como principal objetivo a ***elaboração de um modelo de avaliação que possibilite a identificação e a análise do que é necessário para desenvolver inovação frugal numa PME, através da aplicação combinada de mapeamento cognitivo e da Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS)***. Desta forma, com a aplicação das técnicas mencionadas, será possível identificar os critérios que farão parte da base do modelo de avaliação e também as medidas que impulsionam ou condicionam o sucesso de inovações frugais numa PME. Com efeito, estas metodologias permitirão uma estruturação e uma análise do problema de forma clara e transparente, refletindo sobre possíveis ações de melhoria.

Além disso, existem outros objetivos secundários, de forma a cumprir com o estipulado no objetivo principal, nomeadamente: (1) redigir uma revisão de literatura acerca do tema, com um enquadramento geral dos conceitos e com a identificação de estudos realizados e das suas limitações; (2) criar um painel de especialistas com disponibilidade para contribuir com *inputs* para o sistema de avaliação; (3) realizar sessões de grupo com o painel, de forma a agregar o seu conhecimento e construir um mapa cognitivo; (4) aplicar a TOPSIS para priorizar e comparar os critérios; e (5) consolidar os resultados, através de uma sessão final que visa avaliar a aplicabilidade do modelo criado e formular recomendações.

1.3. Base Metodológica

Como descrito nos pontos anteriores, denota-se a complexidade do tema em estudo, pelo que surge a necessidade de recorrer a metodologias que abordem o tema de forma qualitativa e quantitativa, considerando também aspetos subjetivos e objetivos, de maneira a apoiar o processo de tomada de decisão de forma clara e transparente. Nesse sentido, serão aplicadas

técnicas de mapeamento cognitivo e TOPSIS, tendo por base o conhecimento de especialistas da área.

Numa primeira fase, com o intuito de estruturar o problema de decisão, serão aplicadas técnicas de mapeamento cognitivo, que, através do debate e das interações com e entre os membros do painel, permitirão identificar os critérios/determinantes para o modelo de avaliação. Numa segunda fase, e já com o objetivo de avaliar as alternativas, será aplicada a TOPSIS para priorizar os critérios, possibilitando a avaliação da *performance* das PMEs numa perspetiva de desenvolvimento da inovação frugal.

Importa realçar que, para a aplicação das metodologias, será necessário realizar duas sessões de trabalho com um grupo de especialistas da área, de forma a recolher a informação necessária para a conceção do modelo, derivada tanto dos seus conhecimentos e experiência profissional, como também das ideias decorrentes do debate que, por norma, ocorre ao longo das sessões de trabalho em grupo. Assim, será possível construir um modelo de avaliação simples para avaliar diferentes PMEs.

1.4. Estrutura

Numa perspetiva formal, a presente dissertação está organizada em cinco capítulos, incluindo a introdução e conclusão e excluindo as referências bibliográficas e os apêndices.

O presente capítulo – *Capítulo 1* – apresenta a introdução, que comtempla um enquadramento geral do tema, a definição do objetivo principal e dos objetivos secundários do estudo, as metodologias que se fará uso, a estrutura do documento e a identificação dos principais resultados esperados. O *Capítulo 2* contempla a revisão da literatura, essencialmente com a descrição dos fundamentos da inovação frugal, considerando vários estudos que analisam as definições e as diferentes visões sobre este conceito. É também aqui analisada a importância deste tipo de inovação para as PMEs. Além disso, analisa trabalhos prévios realizados acerca da avaliação da propensão para a inovação frugal, analisando tanto os seus contributos, como as suas limitações. O *Capítulo 3* exibe o enquadramento metodológico da presente dissertação, abordando os fundamentos das técnicas que irão ser aplicadas (*i.e.*, mapeamento cognitivo e TOPSIS) e elucidando sobre a sua aplicação. Também neste capítulo serão identificados os possíveis contributos do uso destas metodologias para a avaliação da propensão para a inovação frugal em PMEs. Por conseguinte, no *Capítulo 4*, será descrita a aplicação das técnicas, descrevendo as duas sessões de grupo realizadas com o painel de decisores e expondo, também,

o tratamento dos dados recolhidos e a análise dos resultados obtidos. Depois, será apresentada a opinião e as sugestões de melhoria de uma entidade externa ao processo, decorrente da terceira e última sessão do estudo (*i.e.*, sessão de consolidação). Esta sessão será importante para analisar a viabilidade da aplicação do modelo concebido em contexto real. Por último, no *Capítulo 5*, encontra-se a conclusão, que reflete sobre os resultados obtidos neste estudo e apresenta as suas limitações, além de analisar as implicações da investigação para a gestão de PMEs e a formulação de sugestões para investigações futuras.

1.5. Resultados Esperados da Investigação

Como referido anteriormente, o presente estudo procura desenvolver um modelo de avaliação multicritério simples, adaptável e que ajude as PMEs a analisar a possibilidade de desenvolverem inovação frugal. Este modelo poderá auxiliar os gestores ao proporcionar uma visão holística da *performance* da empresa, com informações úteis sobre as dimensões em que a empresa poderá melhorar, de forma a desenvolver iniciativas de inovação frugal.

Primeiramente, espera-se adquirir um maior conhecimento acerca da inovação frugal e analisar a sua importância para as PMEs. De seguida, e de forma a desenvolver este modelo, espera-se agregar, ao longo do processo, o conhecimento dos especialistas, beneficiando da sua experiência e dos seus diferentes pontos de vista, assim como contemplando aspetos subjetivos inerentes a qualquer processo de decisão. É de notar que a inovação frugal é um tema bastante complexo e, ao empregar uma abordagem construtivista, será promovido o debate sobre esta temática e, consequentemente, será possível desenvolver soluções realistas e adaptadas ao contexto de cada empresa.

Com esta investigação e com uma nova perspetiva acerca do tema, com o potencial de incorporar algo com valor a este domínio científico, pretendemos colmatar algumas das limitações apontadas a outros estudos já realizados, nomeadamente através das metodologias aplicadas. Além do campo académico, também se espera proporcionar um maior conhecimento no campo empresarial, contribuindo para os processos de tomada de decisão com soluções claras e adaptáveis. Por último, esperamos publicar os resultados obtidos em formato de artigo científico, numa revista científica da área.

CAPÍTULO 2

REVISÃO DA LITERATURA

O conceito de inovação frugal é um tema cada vez mais discutido, tanto para satisfazer as necessidades das pessoas com menores rendimentos, como para dar resposta à crescente necessidade de preservar os recursos e de os usar de forma responsável. Neste sentido, este tipo de inovação surge como algo essencial para satisfazer necessidades que, de outra forma, não seriam satisfeitas, recorrendo a menos recursos. É neste sentido que o desenvolvimento de inovações frugais nas empresas pode ser vantajoso, principalmente nas pequenas e médias empresas (PMEs), apesar da importância destas inovações para este tipo de empresas ser um tema que poderia ser mais explorado. Assim, neste capítulo, são descritos os fundamentos de inovação frugal, a sua importância para as PMEs e contributos e limitações de estudos relacionados com a avaliação da propensão das PMEs para a inovação frugal.

2.1. Fundamentos de Inovação Frugal

Os países em desenvolvimento, devido nomeadamente à falta de infraestruturas e de serviços básicos, dependeram, durante largas décadas, da ajuda de países desenvolvidos ou dos seus governos (Prabhu, 2017). Além disso, a falta de recursos em mercados emergentes é um problema comum, algo que leva as empresas a repensar as suas estratégias de inovação (Santos, Borini, Oliveira, Rossetto, & Bernardes, 2020b). Por conseguinte, a inovação frugal surge como um *redesign* de inovações existentes de forma a cortar custos de forma significativa, especialmente em ambientes com baixos rendimentos (Knorringa, Peša, Leliveld, & van Beers, 2016), manifestando-se como uma resposta às sérias restrições de recursos e resultando em produtos com uma maior vantagem de custo face às soluções existentes (Zeschky *et al.*, 2011).

Segundo Bouckaert, Opdebeeck e Zsolnai (2011), a frugalidade surge como um ideal e uma forma de vida com um consumo material baixo e estilo de vida simples para um estado espiritual de liberdade. Apesar do conceito de frugalidade ser estudado há muito tempo, com ligações filosóficas e religiosas, a abordagem deste fenómeno juntamente com a inovação é relativamente recente (*cf.* Albert, 2019). A origem do conceito (*i.e.*, a primeira vez em que

houve a junção da palavra frugal com inovação), segundo Tiwari, Fischer e Kalogerakis (2016a), foi em 2009 no artigo *"Health care in India: Lessons from a frugal innovator"* (The Economist, 2009). Desde então, têm surgido várias definições e estudos de caso sobre este tema, tendo sido aplicado a diversos setores (*cf.* Hindocha, Antonacci, Barlow, & Harris, 2021). No entanto, o conhecimento sobre inovação frugal é escasso (Simula, Hossain, & Halme, 2015) e são vários os autores que apontam para uma desorganização geral, no sentido de haver múltiplas visões sobre este tema, algo que acaba por resultar na falta de uma base concetual fundamentada (Albert, 2019; Hossain, 2018; Koerich & Cancellier, 2019). Neste sentido, e devido às diversas formas de conceptualizar o conceito, identificar a inovação frugal surge como um grande desafio (Hindocha *et al.*, 2021).

Na prática, há diversas definições e terminologias para este conceito, maioritariamente realçando as diferenças ou parecenças com outros tipos de inovação (Hindocha *et al.*, 2021). Assim, para Hossain, Simula e Halme (2016), a inovação frugal pode ser um produto, serviço, processo ou modelo de negócio formado e implementado com restrições de recursos e que é significativamente mais barato que as outras ofertas disponíveis, satisfazendo as necessidades básicas de clientes que, de outra forma, não seriam satisfeitas. Já para Radjou e Prabhu (2014, p. 17), *"frugal innovation is the ability to "do more with less" – that is, to create significantly more business and social value while minimising the use of diminishing resources such as energy, capital and time"*. Acresce que este tipo de inovação disponibiliza produtos *low-cost* e modelos de negócio de e para países em desenvolvimento (George, McGahan, & Prabhu, 2012). Importa notar que o denominador comum nas diversas definições de inovação frugal é que envolvem consumidores de baixos rendimentos e que, no momento de compra, o maior fator decisivo é o preço (Hossain, 2018).

O conceito de inovação frugal tem atraído cada vez mais a atenção das empresas e empreendedores, tanto de mercados em desenvolvimento, como de mercados desenvolvidos. Por um lado, em mercados emergentes, as empresas exploram necessidades não atendidas dos consumidores e beneficiam com grandes oportunidades de mercado. Por outro lado, nos mercados desenvolvidos, a inovação frugal é cada vez mais importante no contexto atual do mercado e do mundo, devido ao aumento das restrições de recursos, incremento da mentalidade frugal dos consumidores e desafios globais (Brem, Wimschneider, Dutra, Cubas, & Ribeiro, 2020). Assim, inicialmente, a inovação frugal era mais implementada em mercados emergentes. No entanto, esta perspetiva tornou-se mais global, sendo adotada também em países desenvolvidos (Sarkar & Mateus, 2022). Isto permite concluir que a inovação frugal é

apropriada tanto para mercados emergentes, como para mercados desenvolvidos (Santos, Borini, & Júnior, 2020a).

De acordo com Pisoni, Michelini e Martignoni (2018), foram identificados três períodos no processo da definição deste conceito, nomeadamente: (1) *"product-oriented"*, entre 2012 e 2013, apontando para as características de produtos ou serviços frugais; (2) *"market-oriented"*, em 2014 e 2015, realçando as diferenças e as semelhanças entre as inovações com recursos limitados; e (3) *"criteria-oriented"*, entre 2016 e 2017, que caracteriza o conceito com critérios, algo que permitiu que o mesmo também fosse aplicado a economias avançadas, ao invés de apenas economias em desenvolvimento. A título de exemplo, segundo Weyrauch e Herstatt (2016), os critérios para a definição de inovação frugal são: (1) redução substancial de custos; (2) concentração em funcionalidades essenciais; e (3) nível de *performance* otimizado. Também em conformidade com Rosca, Arnold e Bendul (2017, p. S144), a inovação frugal deve ser definida pelo: *"(1) the level of manufacturing compared to the steady state in the respective economic area, (2) where the main processes and part of innovation development is set* […]*, and (3) the direction of innovation"*. Também no âmbito da definição de inovação frugal, há duas perspetivas: (1) *histórica*, em que o objetivo da inovação frugal é de fazer mais com menos devido à escassez de recursos e às restrições de acessibilidade do preço; e (2) *atual*, também apontando para fazer mais com menos, mas para servir mais pessoas, pelos mesmos motivos da perspetiva histórica e devido a falhas institucionais e grandes populações (Bhatti & Ventresca, 2013).

Em relação à comparação do conceito de inovação frugal com outros tipos de inovação, diversos autores acabam por identificar relações entre vários conceitos. No entanto, *"frugal innovation has been poorly defined in academic literature and several terms have been used interchangeably for the phenomenon"* (Grover, Caulfield, & Roehrich, 2014, p. 5). A título de exemplo, surge a inovação *"jugaad"* que, de acordo com Radjou, Prabhu e Ahuja (2012), é a capacidade de superar restrições consideráveis, improvisando uma solução eficaz usando recursos limitados. Todavia, caracteriza-se também por uma menor consideração pelos processos formais de inovação, focando-se nas pessoas e na criatividade. Neste sentido, acaba por ser considerado uma simplificação do conceito, não sendo suficiente para caracterizar a inovação frugal (Koerich & Cancellier, 2019). Além disso, segundo Gupta (*in* Brem & Wolfram, 2014), a inovação frugal é uma nova filosofia da gestão que integra as necessidades inerentes aos mercados de *"bottom of the pyramid"* (BoP) como ponto de partida e apresenta soluções consideravelmente diferentes das existentes para os outros segmentos de mercado.

Os consumidores da BoP são os 4 biliões de pessoas que vivem com menos de 2 dólares por dia (Prahalad, 2004) e, de forma a satisfazer as necessidades destes consumidores, a inovação terá de ser pensada para fazer mais com menos e para servir mais pessoas (Pansera, 2013). Neste sentido, a inovação frugal pode ser compatível com este conceito. No entanto, é de realçar que na BoP encontram-se os consumidores do segmento mais pobre do mercado e a inovação frugal pode ser aplicada em qualquer segmento que seja sensível ao preço por escolha ou que esteja à procura de produtos mais simples (Koerich & Cancellier, 2019). Neste contexto, importa igualmente realçar que são vários os autores que se debruçam sobre o conceito "*reverse innovation*" como algo para descrever a inovação frugal (*e.g.*, Koerich & Cancellier, 2019; Tiwari *et al.*, 2016a). Com efeito, apesar de serem conceitos interrelacionados, a inovação reversa desenvolve e vende, primeiro, novos produtos em mercados emergentes e, depois, modifica-os para ganhar quota de mercado nos países desenvolvidos. Ou seja, distingue-se da inovação frugal, pois esta tem como objetivo criar inovações para segmentos de mercado mais pobres. A inovação reversa, comparando com a difusão tradicional da inovação, é o fluxo oposto e é um dos maiores desafios para as empresas em mercados desenvolvidos (Koerich & Cancellier, 2019). Tiwari *et al.* (2016a) apontam para o facto de a inovação reversa ser cada vez mais comum, sendo que a inovação frugal está a tornar-se cada vez mais relevante em países industrializados.

Para Hyypiä e Khan (2018), a inovação frugal é muito mais que uma inovação *low-cost*, pois o conceito envolve muito mais do que providenciar produtos e/ou serviços mais baratos, no sentido em que é necessário reconsiderar a natureza da inovação, repensando nos produtos e/ou serviços de forma a cortar custos e a satisfazer as necessidades específicas dos consumidores. Por conseguinte, a inovação frugal é considerada potencialmente disruptiva e transformacional e, nesse sentido, o maior desafio que as empresas poderão enfrentar é o de alinhar os seus processos de negócio e produtos de forma que o preço dos seus produtos e serviços seja considerado acessível pelos desfavorecidos economicamente (Shibin *et al.*, 2018). Consequentemente, ao ter em conta a acessibilidade do preço dos seus produtos e/ou serviços, surge a necessidade de mudar a abordagem de inovar, de forma a atrair outro tipo de consumidores (Mukerjee, 2012). Hindocha *et al.* (2021) apresentam algumas características-chave para descrever a inovação frugal, nomeadamente: (1) acessibilidade; (2) adaptabilidade; (3) simplicidade; (4) mercados emergentes e mercados em desenvolvimento; e (5) funcionalidade.

Como resultado da inovação frugal, surgem os produtos acessíveis (Rao, 2013) e esta também contribui para um desenvolvimento sustentável ao satisfazer as necessidades dos

consumidores sem perder a estabilidade dos sistemas naturais (Hossain, 2018). No que toca à relação da inovação frugal com a sustentabilidade, muitos autores apontam para uma relação positiva. Por exemplo, Shibin *et al.* (2018) afirmam que a inovação frugal promove a sustentabilidade, pois são mais eficientes em termos energéticos ou materiais. Outros autores salientam aspetos negativos. A título de exemplo, Albert (2019) e Wohlfart, Bünger, Lang-Koetz e Wagner (2016) referem um possível *"rebound effect"*, pois se mais pessoas podem pagar os produtos mais acessíveis com funcionalidades reduzidas, o número total de produtos aumenta e, consequentemente, a utilização global de recursos também aumenta. Há ainda outros autores que realçam o facto de não haver literatura suficiente para afirmar que exista uma relação direta entre os conceitos de inovação frugal e de sustentabilidade (*cf.* Brem & Ivens, 2013). De resto, importa notar que a inovação frugal é um fenómeno cada vez mais recorrente e, consequentemente, surgem desafios a nível ambiental e de recursos, tendo em conta que, se as economias emergentes adotassem o mesmo modelo industrial que os países ocidentais, não haveria mais recursos, concluindo-se que a inovação frugal deve ser radical e sistémica, ao invés de incremental, que resulta apenas em pequenas alterações tecnológicas ou pequenas melhorias nos benefícios para o consumidor (Prabhu, 2017). Analisado o conceito de inovação frugal, é relevante analisar, de seguida, a sua importância para as PMEs.

2.2. A importância da Inovação Frugal para as PMEs

De acordo com Pisoni *et al.* (2018, p. 113), *"frugal approaches to innovation have been mainly identified in resource-constrained environments, in emerging and developing countries, and in BoP contexts"*, havendo vários segmentos de mercado em que as empresas podem explorar a implementação de inovações frugais. Por um lado, relembrando o conceito BoP, segundo Prahalad (2004), os consumidores mais pobres representam uma grande porção da humanidade, sendo também um mercado imensamente inexplorado, pelo que, se as empresas encontrarem uma forma de inovar, tornando-os consumidores, encontrarão um mercado ilimitado. Assim, este segmento-alvo poderá ser atrativo para as empresas, de forma a satisfazer necessidades dos consumidores de mercados emergentes. Por outro lado, algumas das inovações frugais migraram para os países desenvolvidos (Zedtwitz, Corsi, Søberg, & Frega, 2014) e, desta forma, a importância deste tipo de inovação para as empresas também se denota no facto de, nos países desenvolvidos, os consumidores tornaram-se mais conscientes, tanto a nível monetário, conseguindo comprar

mais com menos ou tendo um orçamento mais restrito, como a nível ambiental, tendo uma consideração maior pela responsabilidade ambiental das empresas (Prabhu, 2017).

Face ao exposto, importa realçar a existência de cada vez mais *start-ups* no Ocidente, que conseguem oferecer produtos e/ou serviços com grande valor a consumidores mais conscientes do preço, desviando-os das grandes empresas (Radjou *et al.*, 2012). Neste domínio, a definição de pequena e média empresa (PME) é difícil de clarificar, pois cada país adota os seus próprios critérios (Klewitz & Hansen, 2014). Em Portugal, segundo a Recomendação da Comissão Europeia (2003), artigo 2º, a categoria que engloba as PMEs é constituída por empresas que empreguem menos de 250 pessoas, com um volume de negócios anual não superior a 50 milhões de euros ou com um balanço total não superior a 43 milhões de euros. Além disso, esta recomendação distingue as empresas pequenas das microempresas, também incluídas na categoria de PMEs.

As PMEs são essenciais para o desenvolvimento nacional e regional de muitos países, sendo *"the engine of the European economy. They drive job creation and economic growth and ensure social stability"* (Comissão Europeia, 2015, p. 3). De acordo com a Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico (OCDE) (2002), estas contribuem substancialmente para a criação de mercado e para o Produto Interno Bruto (PIB) em grande parte dos países. Nesse sentido, as PMEs são a forma mais predominante de empreendimento nos países membros da OCDE, sendo também a maior fonte de emprego, contribuindo, em média, para 70% dos postos de trabalho (OCDE, 2017). Do mesmo modo, em Portugal, as PMEs também são de elevada importância, retratando 99.9% das empresas portuguesas (Gomes, Florido, Borges, & Conde, 2022). Por um lado, as vantagens das PMEs, de acordo com Klewitz e Hansen (2014), prendem-se com o facto de serem empresas com um estilo empreendedor e muito orientadas para o valor, algo que pode facilitar a sua capacidade para inovar radicalmente. Por outro lado, as desvantagens são a restrição de recursos, falta de planeamento formalizado e dificuldade em ter financiamento, algo que pode ser um fator impeditivo para a inovação.

Importa salientar que, devido às características únicas das pequenas empresas, dá-se um novo contexto para analisar a inovação frugal (Koerich & Cancellier, 2019), sendo que esta última poderá apresentar-se tanto como uma oportunidade ou um desafio para as PMEs (Haffar, Ozcan, Radulescu, Isac, & Nassani, 2022). Neste sentido, e considerando a capacidade deste tipo de empresa em inovar facilmente, a inovação frugal pode surgir como uma grande oportunidade para este tipo de empresas. Além disso, esta inovação surge da necessidade de desenvolver produtos em ambientes com uma grande restrição de recursos,

pelo que poderá ser uma solução para mitigar as desvantagens referidas anteriormente, nomeadamente associadas à dificuldade de financiamento e de obtenção de recursos.

Por conseguinte, o estudo da inovação frugal em PMEs surge como uma área de investigação bastante promissora. No entanto, *"research on SMEs* [PMEs] *is spare and articles on strategies and diffusion are very recent and fragmented"* (Pisoni *et al.*, 2018, p. 122), sendo que um estudo detalhado sobre a inovação frugal neste contexto traria benefícios claros para o processo de inovação nestas empresas (Koerich & Cancellier, 2019). Pese embora existirem já vários estudos de inovação nas PMEs que relacionam vários conceitos associados à inovação frugal (*e.g.*, Niroumand, Shahin, Naghsh, & Peikari, 2020), são também vários os autores que apontam para a necessidade de haver mais investigação sobre o tema, nomeadamente investigar as oportunidades e as barreiras associadas à inovação frugal nos processos de desenvolvimento das PMEs (*cf.* Hyypiä & Khan, 2018). No próximo ponto, com intuito de analisar os estudos realizados sobre o tema, serão identificados os seus contributos e limitações, os quais serão considerados no âmbito da presente dissertação.

2.3. Estudos Prévios sobre a Avaliação da Propensão para Inovação Frugal

Há diversos estudos sobre o conceito de inovação frugal, podendo concluir-se que é um campo de pesquisa emergente e dinâmico (Tiwari, Kalogerakis, & Herstatt, 2016b). Em particular, os estudos realizados neste campo resultaram em várias definições do conceito (George *et al.*, 2012; Hossain *et al.*, 2016; Radjou & Prabhu, 2014), múltiplas características (Hindocha *et al.*, 2021; Rao, 2013) e várias terminologias (Koerich & Cancellier, 2019), tendo todas em comum, segundo Bhatti e Ventresca (2013), o facto de se basearem em lições de mercados emergentes e em desenvolvimento, aumentando o contributo para o estudo do tema.

Em relação à avaliação da propensão para a inovação frugal, não há muitos estudos específicos sobre o tema, sendo que, na *Tabela 2.1*, constam alguns dos estudos realizados, sendo realçados tanto os seus principais resultados e contribuições, como também as suas limitações. Salienta-se, ainda, o facto de não haver muitos estudos sobre a inovação frugal com a aplicação de medidas quantitativas (Santos *et al.*, 2020b). Além destes artigos (*i.e.*, que se focam num método de avaliação para analisar a capacidade de desenvolver inovação frugal), há outros estudos que abordam o período que precede a implementação da inovação frugal e outros que analisam o próprio processo de desenvolvimento deste tipo de inovação. Por um

lado, há estudos sobre os fatores facilitadores da implementação da inovação frugal. Por exemplo, Hossain (2018) identifica fatores de sucesso para a inovação frugal, como a mudança da cultura organizacional, a aproximação com os mercados locais e o conhecimento específico do mercado. Também Niroumand *et al.* (2020) identificam os fatores facilitadores mais importantes para a implementação da inovação frugal, conforme apresentado na *Tabela 2.1*. Neste sentido, através da identificação dos fatores facilitadores de inovação frugal, as empresas poderão tentar detetá-los e perceber se os mesmos estão presentes, podendo estes ser um preditor do sucesso da inovação frugal. Por outro lado, existem diversos autores a analisar o processo da inovação frugal. Knizkov e Arlinghaus (2021), por exemplo, consolidam o conhecimento do processo de inovação frugal, identificando as suas características-chave. Brem *et al.* (2020), por seu turno, analisam os fatores de sucesso e insucesso do processo de desenvolver inovação frugal, enquanto Hossain (2020) analisa como implementar inovação frugal em mercados emergentes, estudando os antecedentes, as experiências e os resultados do seu desenvolvimento. No que toca à avaliação na área da inovação, Dressler e Bucher (2018) introduziram um sistema de avaliação baseado nos *Sustainable Development Goals* (SDGs) e que lhes permitiu analisar a sustentabilidade das inovações. Outros exemplos constam, então, na *Tabela 2.1*.

AUTOR(ES)	FINALIDADE E ABORDAGEM METODOLÓGICA	RESULTADOS E CONTRIBUIÇÕES	LIMITAÇÕES
Niroumand, Shahin, Naghsh, & Peikari (2020)	▪ Desenvolvimento de uma *framework* das dimensões dos fatores facilitadores da inovação frugal em PMEs, com a avaliação das suas capacidades para implementar inovação frugal. ▪ Estudo conduzido através de entrevistas, questionários e análise estatística.	▪ Identificação dos fatores facilitadores mais importantes para a inovação frugal, nomeadamente: (1) *design* de classe mundial; (2) aspeto humano; (3) marketing; (4) suporte; (5) conhecimento; (6) aspeto social; (7) *prototyping*; (8) aspeto cultural; (9); aspeto ambiental; (10) criação de marca distinta; (11) foco nas funções principais; (12) I&D local; (13) modelo de negócio de corte de custos; e (14) produção de baixo custo.	▪ A população estatística do estudo de caso é limitada a um setor, pelo que podem ser identificados outros fatores que afetam a inovação frugal.
Santos, Borini, Oliveira, Rossetto, & Bernardes (2020b)	▪ Identificar se as empresas em mercados emergentes podem desenvolver inovações frugais que dependem da capacidade de bricolagem. ▪ Estudo conduzido através de uma análise quantitativa (*Structural Equation Modeling* (SEM)).	▪ A capacidade de bricolagem tem um efeito positivo no desenvolvimento de inovações frugais e é essencial no desenvolvimento de inovações frugais em mercados emergentes e em situações de crise.	▪ Limitação do estudo de caso, apenas estudando a capacidade de bricolagem num país.
Winkler, Ulz, Knöbl, & Lercher (2020)	▪ Construção de um modelo de avaliação baseado em critérios para perceber a inovação frugal e as razões do seu sucesso ou insucesso em mercados desenvolvidos. ▪ Efetuado através da análise de três estudos de caso com o modelo de avaliação adaptado.	▪ A avaliação do sucesso ou insucesso depende bastante do mercado em que as inovações frugais são inseridas. ▪ Se as características relacionadas com o usuário não forem tidas em conta, a inovação frugal tem uma maior probabilidade de ser um insucesso no mercado em que foi implementada.	▪ Novidade do campo de estudos e falta de uma definição geral do conceito. ▪ Investigação com dados secundários, sem realização de estudo de caso. ▪ Limitação da aplicação do modelo a produtos e serviços já lançados no mercado.
Fidan, Lüdera, Meixnerb, Baumanna, & Arlinghausa (2021)	▪ Criação de um modelo de apoio à decisão relativo à introdução de produtos frugais específicos em segmentos de mercado em economias emergentes, avaliando a viabilidade técnica e económica da sua produção. ▪ Realizado através de um estudo de caso com o método adaptado *Frugal Product- Process-Resource-Skill & Variability* (F-PPRSV).	▪ Para a introdução de produtos frugais em novos mercados, as empresas precisam de ter em conta os constrangimentos relacionados com o mercado e precisam de selecionar produtos viáveis e personalizar os sistemas de produção.	▪ Incerteza sobre a aplicação do método a produtos mais complexos. ▪ Aplicação do método é limitada por ser uma análise de apenas um caso de estudo.

Tabela 2.1: Contributos para a Avaliação da Propensão para Inovação Frugal

Fonte: Elaboração Própria.

Com a análise da *Tabela 2.1*, identifica-se uma falta de artigos relativos à propensão das empresas para desenvolverem inovação frugal, sendo que os estudos existentes apontam para os fatores facilitadores e analisam o processo, não referindo características importantes ou requisitos para as empresas tomarem conhecimento da sua capacidade ou incapacidade de desenvolver inovação frugal. Neste sentido, denota-se a necessidade de analisar as limitações gerais dos estudos relacionados com este tema.

2.4. Limitações Transversais

Como referido, o conceito de inovação frugal tem surgido como um campo de investigação de interesse e de crescente desenvolvimento. No entanto, muitos autores apontam para uma terminologia confusa e para uma literatura fragmentada (*cf.* Agarwal, Grottke, Mishra, & Brem, 2017). Neste sentido, os estudos relacionados com este conceito são afetados por esta limitação e, tal como afirmam Winkler *et al.* (2020), identificam a necessidade de uma definição geral do conceito.

Os artigos que analisam a fase anterior à implementação da investigação frugal identificam algumas limitações em relação à literatura existente. Em particular, Brem *et al.* (2020) realçam a importância de uma abordagem *ex-ante* da inovação frugal, analisando o processo do seu desenvolvimento, ao invés de uma perspetiva *ex-post*, empregue na maioria dos artigos, que se foca nas origens e definições do conceito. Mourtzis, Zogopoulos e Vlachou (2019) referem o mesmo problema, afirmando que a literatura atual se foca na teoria e/ou em características, sendo os estudos da sua aplicação limitados. Neste sentido, a avaliação da propensão para inovação frugal não é uma exceção e os artigos a explorar este tema são também muito limitados. Para além das limitações referidas no *ponto 2.3*, verificam-se igualmente outras limitações transversais, nomeadamente: (1) forma pouco clara como são identificados os determinantes e/ou critérios de avaliação de inovações frugais; e (2) modo pouco científico como se calculam os *trade-offs* entre esses mesmos determinantes e/ou critérios de avaliação. É exatamente no sentido de procurar colmatar estas limitações transversais que a presente dissertação fará uso combinado de mapeamento cognitivo com a *Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution* (TOPSIS).

SINOPSE DO CAPÍTULO 2

No mundo atual, há pessoas que não têm necessidades básicas respondidas, nomeadamente devido à falta de recursos do seu país, à sua incapacidade de providenciar tais produtos e/ou serviços e ao baixo poder de compra da população. Entretanto, a preocupação com a escassez de recursos é cada vez maior, surgindo a necessidade de haver tanto uma melhor distribuição dos mesmos como também um uso mais responsável por parte das empresas, de forma a evitar um esgotamento de recursos. Assim, neste *Capítulo 2*, foi abordado o conceito de *inovação frugal*, que é a capacidade de inovar de forma a fazer mais com menos, desenvolvendo produtos e/ou serviços mais acessíveis. É um conceito cada vez mais explorado pelas empresas, tendo também sido estudada a sua importância para as PMEs. Assumiu-se a complexidade deste conceito, tratando-se de um fenómeno difícil tanto de identificar, como também de desenvolver. Desta forma, no *ponto 2.1*, o tema foi conceptualizado com a literatura existente, realçando o conceito da frugalidade. Além disso, foram destacadas as suas características e terminologias, que foram/são estudadas por múltiplos autores e segundo diversas abordagens, fazendo com que o estudo da inovação frugal tome muitas direções e seja reforçada a sua relação com a sustentabilidade. De seguida, o *ponto 2.2*, com o intuito de identificar a relação do fenómeno de inovação frugal com as PMEs, realçou a importância deste tipo de inovação para as empresas, sendo algo atrativo, atualmente, tanto para empresas em mercados emergentes, como em mercados desenvolvidos, relevando a possibilidade de ser uma oportunidade de sucesso para as empresas. Para tal, explicou-se o que é considerado uma PME, assumiu-se que, devido às características únicas das PMEs, a inovação frugal é estudada num novo contexto e foram identificadas as vantagens e as desvantagens deste tipo de empresas. No *ponto 2.3*, foram analisados diversos artigos sobre a propensão para a inovação frugal, apresentando os seus contributos e limitações e chegando à conclusão da quantidade muito limitada de artigos sobre este tema específico. Por fim, no *ponto 2.4*, com o propósito de delinear as limitações gerais sobre estes estudos, constatou-se que estas prendem-se maioritariamente com limitações a nível metodológico. Além disso, constatou-se a falta de rigor tanto na forma de identificar os critérios de avaliação da inovação frugal, como também na sua análise posterior. Assim, de forma a complementar os estudos efetuados e tendo em conta as limitações identificadas, um dos objetivos da presente dissertação passa por desenvolver um modelo que permita avaliar a propensão das PMEs para inovação frugal, percebendo a sua capacidade ou incapacidade para desenvolver inovações frugais. Para tal, será utilizado o mapeamento cognitivo combinado com a *Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution* (TOPSIS).

CAPÍTULO 3

ENQUADRAMENTO METODOLÓGICO

No capítulo anterior, abordou-se o tema da inovação frugal e o seu impacto e importância para as PMEs. Foi possível averiguar que a inovação frugal é um tema complexo, devido à existência de inúmeras definições, teorias e abordagens. É igualmente um fenómeno difícil de identificar, algo que reflete a importância de se criar um modelo para as PMEs analisarem se poderão desenvolver inovações frugais, através da estruturação do problema e da avaliação das suas características. Neste sentido, no presente capítulo, serão analisadas as metodologias e técnicas a serem aplicadas na construção de um modelo de avaliação da propensão para a inovação frugal, em particular: *Problem Structuring Methods* (PSMs) e a *Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution* (TOPSIS).

3.1. *Problem Structuring Methods*

No contexto empresarial, a tarefa mais comum é a de tomar decisões (Dillon, Buchanan, & Corner, 2010), sendo que as áreas de apoio à tomada de decisão surgem com cada vez maior importância para as empresas. Neste sentido, a Investigação Operacional (IO) surgiu, formalmente, no Reino Unido em 1936 (Rosenhead, 2006). Para Júnior e Schramm (2022, p. 56), a IO é *"a discipline that encompasses the development and/or application of analytical methods aiming to provide improved decision making in different contexts; traditionally, these methods are addressed to solve well-structured problems, that is, problems that can be expressed in terms of mathematical expressions"*. No entanto, surgiram muitas críticas sobre esta disciplina, nomeadamente por assumirem uma única representação indiscutível da situação problemática em questão (Rosenhead, 2013), bem como pelo facto de, em várias situações com decisões complexas, ser difícil, ou mesmo impossível, analisar os problemas matematicamente (Júnior & Schramm, 2022).

Com estas críticas à tradicional IO, desenvolveram-se os *Problem Structuring Methods* (PSMs), primeiramente introduzidos por Rosenhead (1989) em resposta à necessidade de desenvolver novos modelos para a resolução de problemas sociais complexos (Rocha, Ferreira, Milici, Banaitienė, & Banaitis, 2022). De acordo com Rosenhead (2013, p. 1162), *"Problem*

Structuring Methods (PSMs) are a broad group of model-based problem handling approaches whose purpose is to assist in the structuring of problems rather than directly to derive a solution". Os PSMs fazem parte da IO, mas refletem um paradigma alternativo para a resolução de problemas de decisão (Rosenhead & Mingers, 2001), expandindo a abordagem fundamentalmente analítica da IO a problemas que esta disciplina não era capaz de analisar (Rosenhead, 2006). Estes métodos suportam o processo de decisão de grupo, possibilitando que os participantes percebam o problema e se comprometam a uma ação posterior (Cunha & Morais, 2014), bem como auxiliando e melhorando a análise de problemas de decisão mal definidos (Paiva, Ferreira, Carayannis, Zopounidis, Ferreira, Pereira, & Dias, 2021). Segundo Smith e Shaw (2019), os PSMs, ao adotarem uma abordagem holística, gerem a complexidade e têm como objetivo criar um compromisso partilhado entre os participantes no processo de tomada de decisão, possibilitando um processo social de aprendizagem. Os PSMs englobam abordagens que se baseiam na participação por parte de quem tem o problema e contempla uma série de procedimentos técnicos interligados por processos sociais, sendo estes aplicados em situações menos pacíficas de tomada de decisão (Rosenhead, 2013).

É comum fazer-se a distinção entre duas abordagens: (1) "*hard approaches*" geralmente com uma análise multicritério através de modelos matemáticos; e (2) "*soft approaches*" também com análises multicritério, mas envolvendo mais intervenientes no processo e com menos dados (*e.g.*, Rocha *et al.*, 2022). Esta última distingue-se por procurar soluções construtivistas, nas quais a incerteza é aceite, possibilitando uma abordagem simples e transparente (Martins, Ferreira, Ferreira, & Marques, 2020).

Em relação às características dos PSMs, Smith e Shaw (2019) afirmam que não há uma identificação detalhada das características partilhadas pelos PSMs. No entanto, Rosenhead (2013) fornece um conjunto de características baseado na inversão das características do paradigma convencional da IO, nomeadamente que os PSMs procuram soluções que satisfaçam em dimensões separadas, ao invés de se limitarem a uma única dimensão. Também permitem produzir modelos transparentes que esclarecem quaisquer conflitos e tratam os indivíduos como partes ativamente envolvidas no processo de tomada de decisões. Segundo Rosenhead (1996), as pessoas que tomam decisões poderão estar mais predispostas a recorrer a estes métodos, pois acomodam múltiplas perspetivas alternativas, podem facilitar a negociação de vários indivíduos e funcionam por meio de interação e iteração. Os problemas que poderão ser alvo destes métodos caracterizam-se por *"multiple actors, differing perspectives, partially conflicting interests, significant intangibles and perplexing uncertainties"* (Rosenhead, 2006, p. 762). Os PSMs mais divulgados são: *Soft Systems Methodology* (SSM); *Strategic Choice Approach*

(SCA); e *Strategic Options Development and Analysis* (SODA) (Rosenhead, 2013). Importa agora especificar e explorar o PSM que será aplicado no âmbito da presente dissertação.

3.2. Mapeamento Cognitivo

As técnicas de mapeamento cognitivo têm sido aplicadas com frequência na gestão estratégica e nas ciências políticas, de forma a retratar e a analisar as estruturas cognitivas dos membros da organização (Huff *in* Siau & Tan, 2008). Estas técnicas têm como objetivo apoiar as pessoas que tomam decisões, resolvendo problemas de decisão em contextos específicos (Rodrigues, Ferreira, Pereira, Carayannis, & Ferreira, 2022).

O conceito de mapeamento cognitivo foi primeiramente mencionado por Tolman (1948) na área da psicologia (*cf.* Fu, Lomas, & Inskip, 2022). Com efeito, o autor analisou como os mapas cognitivos podem ajudar humanos e animais em situações difíceis. Embora a origem do conceito remeta a esse período, as técnicas apenas se expandiram para outras áreas nas últimas décadas (Eden, 1988). Downs e Stea (1973, p. 9) apresentam no seu livro uma definição formal para o mapeamento cognitivo como *"a process composed of a series of psychological transformations by which an individual acquires, codes, stores, recalls and decodes information about the relative locations and attributes of phenomena in his everyday spatial environment"*. O resultado é referido como um mapa cognitivo, mas pode haver alguma confusão com o conceito usado na psicologia (Siau & Tan, 2008). Assim, os mapas cognitivos promovem *brainstorming* e são vistos como ferramentas de estruturação, lidando com a complexidade e com a subjetividade associada aos processos de tomada de decisão (Ferreira, Meidutė-Kavaliauskienė, Zavadskas, Jalali, & Catarino, 2018).

O mapeamento cognitivo é um método de estruturação de problemas estabelecido que pode aproximar a incerteza, diferentes perspetivas, conflitos de interesse e múltiplas pessoas que tomam decisões (Castanho, Ferreira, Carayannis, & Ferreira, 2021). No processo de mapeamento cognitivo, o indivíduo reúne informação para formar uma representação do ambiente, adquirindo e armazenando informação. Tal resulta em mapas cognitivos (Downs & Stea, 1973). A função principal dos mapas cognitivos, como resultado das técnicas de mapeamento, passa por fornecer uma representação visual que pode ajudar os indivíduos a expor o problema de decisão em análise, transformando o seu estado ambíguo em algo explícito e criando possíveis soluções para a sua resolução. Além

disso, os mapas cognitivos atuam como uma ferramenta de pensamento, apoiando processos de criação de ideias (Castanho *et al.*, 2021).

Segundo Siau e Tan (2008), as técnicas de mapeamento cognitivo mais usadas são: (1) *causal mapping*, que procura representar um conjunto de relações causais entre construtos dentro de um sistema de crenças; (2) *semantic mapping*, que projeta um conceito principal que se vai ramificando para outros conceitos-chave; e (3) *concept mapping*, que visa uma representação gráfica dos conceitos e das suas relações entre si, classificando o tipo de relação. Independentemente da sua tipologia, o mapeamento cognitivo proporciona uma abordagem exploratória para auxiliar a autorreflexão de contextos pessoais e, devido à sua multidisciplinaridade, é adaptável, possibilitando a sua aplicação em vários campos académicos, com a integração de conhecimento de diversos campos (Fu *et al.*, 2022). Além disso, o mapeamento cognitivo tem vindo a revelar-se muito útil na configuração de problemas complexos, devido, nomeadamente, ao facto de promover a discussão e a partilha de informação. Traduz-se em representações simples, interativas e versáteis que contribuem para a estruturação de problemas de decisão complexos (Castanho *et al.*, 2021). É de notar também que, ao fornecer uma representação gráfica, os mapas cognitivos ajudam a comprimir a informação, podendo tornar a síntese de ideias mais simples, tal como permitir aos participantes reformular e modificar a sua perspetiva. É uma forma viável de identificar interdependências (Vaz, Ferreira, Pereira, Correia, & Banaitis, 2022) e são considerados um *network* de ideias (*i.e.*, de constructos ou conceitos, ligados por setas) (Martins *et al.*, 2020). Na *Figura 3.1* apresenta-se um exemplo de um mapa cognitivo.

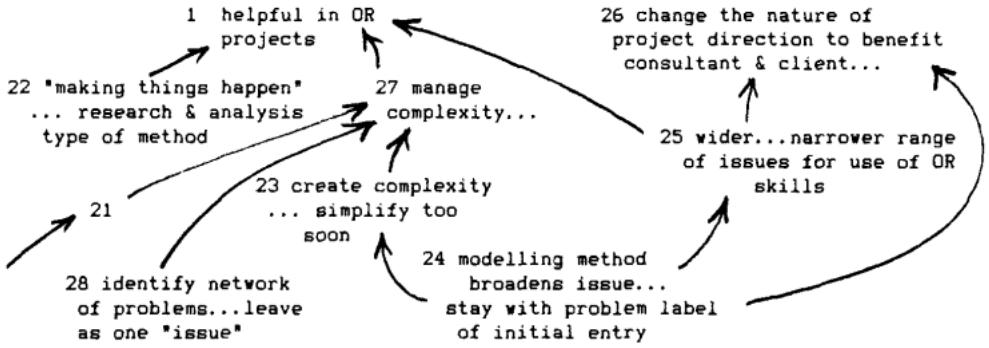


Figura 3.1: Exemplo de um Mapa Cognitivo

Fonte: Eden (1988, p. 6).

Segundo Ferreira, Spahr, Santos e Rodrigues (2012), os mapas cognitivos podem ser usados para: (1) promover o debate entre os decisores envolvidos no processo de tomada

de decisão; (2) reduzir a probabilidade de negligenciar critérios importantes; e (3) promover a aprendizagem progressiva, baseada numa compreensão aprofundada das relações causais entre os critérios. Além disso, Rosário, Ferreira, Çipi, Ilander e Banaitienė (2021) acrescenta que estes mapas são utilizados para estruturar e organizar diferentes alternativas dos decisores, de forma que seja possível alcançar os seus objetivos, tendo por base as características específicas da sua empresa.

Para além das vantagens já referidas, Fiol e Huff (1992) realçam o facto de os mapas cognitivos serem reconhecidos pela sua capacidade de focar a atenção e de desencadear a memória, de indicar e fornecer informação em falta e priorizar fatores-chave. Uma vez que o mapeamento cognitivo se foca na resolução de problemas de decisão e numa ação subsequente, é adequado para estruturar problemas dessa natureza e descobrir opções de solução (Eden, 2004). É importante realçar que a elaboração de mapas cognitivos não deve ser a última etapa no processo de tomada de decisão, no sentido em que os mesmo devem ser considerados como um instrumento para estruturar e facilitar o processo de definição de critérios de avaliação (Silva, Ferreira, Carayannis, & Ferreira, 2021). Além disso, as limitações do mapeamento cognitivo prendem-se com o facto de haver uma tendência para uma maior concentração na estrutura cognitiva, em vez de no processo e, consequentemente, os resultados são moldados pelo método aplicado na construção do mapa, restringindo informação. Acresce que, quando aplicadas à investigação nas áreas da gestão empresarial, estas técnicas identificam, frequentemente, apenas relações de causa-efeito entre conceitos, resultando em mapas causais. No entanto, estes mapas representam somente uma parte do sistema de crenças do decisor (Swan, 1997). Posto isto, após a explicitação da técnica de estruturação de problemas que será aplicada, é importante analisar a próxima fase e perceber também qual a técnica que será utilizada.

3.3. A Técnica TOPSIS

Este estudo é orientado pelos princípios da abordagem *Multiple Criteria Decision Analysis* (MCDA) que, normalmente, divide os trabalhos em três fases: (1) estruturar o problema; (2) avaliação; e (3) formulação de recomendações (Bana e Costa, Ensslin, Cornêa, & Vansnick, 1999). A fase de estruturação do problema foi descrita nos pontos anteriores, pelo que, de seguida, será analisada a fase de avaliação.

A complexidade das decisões tem vindo a aumentar, fazendo com que os métodos MCDA sejam cada vez mais aplicados, dado que estas técnicas podem facilitar o processo de tomada de decisão (Paradowski, Więckowski, & Dobryakova, 2020). Além disso, de acordo com Cinelli, Burgherr, Kadziński e Słowińsk (2022, p. 1), *"these methods provide different decision recommendations for the Decision Makers, including ranking, sorting, choice, and clustering of the alternatives* […] *under evaluation"*. Segundo Özakıncı e Tarhan (2023), um dos métodos mais conhecidos na abordagem MCDA é a *Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution* (TOPSIS).

A TOPSIS foi introduzida por Hwang e Yoon (1981), no sentido de apoiar a tomada de decisão em situações em que não há articulação de informação de preferências (Lee, Jun, & Chung, 2013). Nesta técnica, *"the criteria selected must be nearest to the best positive solution and must be farthest from the best negative solution. The finest solution is one that is closest to the ideal solution"* (Kazi, Waghmare, & Sohani, 2021, p. 195). Com efeito, a técnica foi concebida para que os decisores fossem capazes de medir e comparar o desempenho entre diferentes alternativas, através de um cálculo simples e direto (Jiang, Lin, Luo, & Shao, 2022). Assim, a solução ideal positiva maximiza os critérios de benefício e minimiza os critérios de custo, enquanto a solução ideal negativa faz exatamente o oposto (Madi, Garibaldi, & Wagner, 2016). De acordo com Ozkaya e Erdin (2020), a técnica TOPSIS é composta pelos seguintes passos:

Passo 1: criar a matriz de decisão (*A*), em que as linhas representam pontos de decisão e cujas superioridades têm de ser enumeradas. Nas colunas, surgem os fatores de avaliação que serão utlizados na tomada de decisão. A matriz é representada pela *Equação* (1):

$$A_{ij} = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \cdots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \cdots & a_{2n} \\ \vdots & \dots & \dots & \vdots \\ a_{m1} & a_{m2} & \cdots & a_{mn} \end{bmatrix}, \quad (1)$$

onde m representa o número de pontos de decisão e n o número de fatores de avaliação.

Passo 2: criar a matriz de decisão padrão (*R*), calculada a partir dos elementos da matriz *A* e da *Equação* (2). *R* é representada pela matriz (3):

$$r_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sqrt{\sum_{k=1}^{m} a_{kj}^2}}, \tag{2}$$

$$R_{ij} = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & \cdots & r_{1n} \\ r_{21} & r_{22} & \cdots & r_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ r_{m1} & r_{m2} & \cdots & r_{mn} \end{bmatrix}. \tag{3}$$

Passo 3: criar a matriz de decisão padrão ponderada (*V*), determinando os valores dos pesos (w_i) dos fatores de avaliação ($\sum_{i=1}^{n} w_i = 1$), sendo que os elementos de cada coluna da matriz *R* são multiplicados pelo valor w_i correspondente, conforme a *Equação* (4):

$$V_{ij} = \begin{bmatrix} w_1 r_{11} & w_2 r_{12} & \cdots & w_n r_{1n} \\ w_1 r_{21} & w_2 r_{22} & \cdots & w_n r_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ w_1 r_{m1} & w_2 r_{m2} & \cdots & w_n r_{mn} \end{bmatrix}. \tag{4}$$

Passo 4: criação de soluções ideais (A^+) e ideais negativas (A^-), para encontrar o conjunto de soluções ideais recorre-se à *Equação* (5):

$$A^+ = \{(max_i v_{ij} | j \in J), (min_i v_{ij} | j \in J')\}. \tag{5}$$

O conjunto calculado nesta fórmula pode ser representado por $A^+ = \{v_1^*, v_2^*, \dots, v_n^*\}$ e traduz o conjunto de soluções ideais negativas, que é formado pela seleção dos fatores de avaliação ponderados com menor valor na matriz *V*, como representado na *Equação* (6):

$$A^- = \{(min_i v_{ij} | j \in J)\}, (max_i v_{ij} | j \in J')\}. \tag{6}$$

O conjunto calculado nesta fórmula pode ser representado por $A^- = \{v_1^-, v_2^-, \dots, v_n^-\}$, onde, em ambas as fórmulas, *J* representa o benefício (maximização) e *J'* indica a perda (minimização).

Passo 5: é utilizada a abordagem da distância euclidiana para encontrar os desvios de valor do fator de avaliação para cada ponto de decisão do conjunto de soluções ideais e de ideias negativas, utilizando a *Equação* (7) para calcular a medida de discriminação ideal (S_i^+) e a *Equação* (8) para a discriminação ideal negativa (S_i^-).

$$S_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^{n}\left(v_{ij} - v_j^+\right)^2}, \quad (7)$$

$$S_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^{n}\left(v_{ij} - v_j^-\right)^2}. \quad (8)$$

Passo 6: as medidas de separação ideais e ideais negativas são usadas para o cálculo da proximidade (C_i^+) de cada ponto de decisão em relação à solução ideal. Para este cálculo, recorre-se à *Equação* (9):

$$C_i^+ = \frac{S_i^-}{S_i^- + S_i^+} \quad (9)$$

O valor C_i^+ no intervalo $0 \leq C_i^+ \leq 1$ e $C_i^+ = 1$ indica a proximidade absoluta do ponto de decisão correspondente à solução ideal e $C_i^+ = 0$ indica a proximidade absoluta do ponto de decisão correspondente à solução ideal negativa. Assim, é possível classificar as alternativas com base na pontuação C_i^+, sendo que a maior pontuação indica a melhor alternativa (Jiang *et al.*, 2022). Por um lado, ao aplicar esta técnica, usando os pesos derivados, é possível fazer um estudo sistemático estruturado de diversos itens-alvo (Jiang *et al.*, 2022). Além disso, Lee *et al.* (2013) referem diversas vantagens do uso da técnica TOPSIS, nomeadamente: (1) o facto de apresentar um valor que representa, simultaneamente, as melhores e piores alternativas; e (2) ser um cálculo simples e que pode ser facilmente preparado. Também é de notar que a TOPSIS pode ser utilizada tanto para lidar com as dependências dentro de um conjunto de critérios, como para gerar informações úteis para a tomada de decisões (Sarraf, Mohaghar, & Bazargani, 2012). Por outro lado, segundo Ighravwe e Oke (2017, p. 964), *"a shortcoming of TOPSIS associates with level turnaround in which the concluding level in a maintenance ranking scheme could exchange as new options are built-in the maintenance scheme"*. Madi *et al.* (2016) referem que esta técnica recorre a dados nítidos, sendo que as classificações e o peso dos critérios são conhecidos com precisão. No entanto, muitas vezes é impraticável utilizar estes dados para moldar situações reais. No ponto seguinte, serão analisados os potenciais contributos da utilização das técnicas analisadas para a avaliação da propensão para a inovação frugal.

3.4. Contributos para a Avaliação da Propensão para a Inovação Frugal

Como referido anteriormente, tanto os PSMs como a técnica TOPSIS apresentam inúmeras vantagens para resolver problemas de decisão complexos, nomeadamente o facto de terem em conta diferentes perspetivas dos diferentes intervenientes no processo de decisão e de conseguirem identificar o conjunto de melhores soluções, facilitando a resolução desse mesmo problema. Especificamente, é de realçar também que a análise dos determinantes para a inovação frugal em PMEs terá um impacto significativo na gestão deste tipo de empresas, apresentando-se como uma solução a diversos problemas com que se deparam, nomeadamente a restrição de recursos e a dificuldade em obter financiamento.

Estes métodos são eficazes a tratar problemas subjetivos e em ambientes complexos, em que os intervenientes têm diferentes perspetivas – ou até opostas. Neste sentido, e como observado no *Capítulo 2*, o tema da inovação frugal é bastante complexo, pelo que a aplicação destas técnicas poderá ser benéfica para este campo de estudos, garantindo um modelo de avaliação da propensão para inovação frugal fiável para as PMEs perceberem se este tipo de inovação é a melhor solução. Além disso, ao tentar ter uma visão holística da *performance* de uma PME, é preciso ter em conta múltiplos aspetos, surgindo a necessidade de optar por metodologias que permitam uma análise mais completa, considerandos os aspetos subjetivos e objetivos do processo de tomada de decisão.

Através do mapeamento cognitivo, será possível identificar os determinantes e/ou critérios de avaliação que devem estar na base da avaliação da propensão para a inovação frugal. A técnica TOPSIS, por seu turno, permite gerar informações no processo de tomada de decisão capazes de suportar a atribuição de pesos aos critérios de avaliação. Assim, ao aplicar estas técnicas para a construção do modelo, pretendemos identificar tanto os fatores decisivos para perceber e prever o sucesso ou insucesso da implementação da inovação frugal nas PMEs, como também priorizar os fatores, de forma a ter uma noção da quantidade de fatores positivos e negativos que uma empresa tem, avaliando igualmente a sua propensão para a inovação frugal.

SINOPSE DO CAPÍTULO 3

A tomada de decisão é uma tarefa diária em qualquer contexto, pelo que se têm vindo a desenvolver cada vez mais técnicas para ajudar neste processo, tanto para apoiar na perceção do problema, como também para avaliar as diferentes alternativas de decisão. Neste *Capítulo 3*, foi realizada uma análise sobre algumas formas de ajudar a analisar e resolver problemas de decisão complexos, resultando também na identificação do enquadramento metodológico da presente dissertação. É de notar que, neste contexto, com os problemas a tornarem-se cada vez mais complexos e sendo cada vez mais difícil o processo de tomada de decisão, surgiu a IO, uma disciplina para apoiar o processo de tomada de decisão através de métodos analíticos e analisando problemas que podem ser descritos com fórmulas matemáticas. No entanto, vários autores criticaram a IO tradicional devido à pouca aplicabilidade a problemas complexos do dia-a-dia e/ou que não podem ser resolvidos com métodos quantitativos. Assim, introduziram-se os PSMs, que, para além de permitirem a estruturação dos problemas, também acomodam múltiplas perspetivas alternativas dos diferentes intervenientes no processo de tomada de decisão, analisando problemas de decisão que a IO tradicional não consegue solucionar. Neste sentido, realça-se o mapeamento cognitivo que promove *brainstorming*, fornecendo uma representação gráfica (*i.e.*, o mapa cognitivo) que torna o processo de tomada de decisão mais simples ao facilitar a síntese de ideias. Não sendo capaz de resolver o problema em questão só por si, permite, no entanto, que os intervenientes debatam e reflitam sobre várias alternativas, estruturando o problema e fazendo com que se comprometam com uma ação posterior. Após a estruturação do problema, segue-se a fase da avaliação, de forma a medir e comparar o desempenho das diferentes alternativas de decisão. É neste contexto que surge a técnica TOPSIS que, fazendo parte da abordagem MCDA, procura resultados realistas em cenários complexos, podendo, tal como as outras técnicas desta abordagem, facilitar o processo de tomada de decisão. A utilização destes métodos mostra-se vantajosa para a resolução de problemas complexos, sendo analisadas tanto as suas vantagens, como também os seus possíveis contributos para o presente estudo. Neste sentido, com a aplicação destas técnicas na presente dissertação, espera-se que se conheçam os fatores mais relevantes no estudo da propensão para inovação frugal, ajudando as PMEs a perceber se têm propensão para este tipo de inovação. No próximo capítulo, serão então aplicados os métodos mencionados, através da realização de sessões de trabalho com um grupo de decisores, de forma a desenvolver um modelo de avaliação para as PMEs com o contributo de *experts* na área para identificar os critérios que farão parte da base do modelo de avaliação.

CAPÍTULO 4

APLICAÇÃO E ANÁLISE DE RESULTADOS

Este capítulo apresenta a componente empírica do presente estudo, materializada com a aplicação das técnicas mencionadas no capitulo anterior, de forma a desenvolver um modelo multicritério para a avaliação da propensão para a inovação frugal em PMEs. Neste sentido, segue-se o desenvolvimento do modelo através da realização de duas sessões de trabalho em grupo realizadas com um painel de decisores, aplicando: (1) mapeamento cognitivo, numa fase de estruturação do problema; e (2) TOPSIS na fase de avaliação. Será também apresentada a sessão de consolidação dos resultados, realizada com o objetivo de conferir uma maior credibilidade ao modelo e de elaborar recomendações.

4.1. Seleção de Critérios de Avaliação

Como referido no capítulo anterior, os PSMs são vantajosos para estruturar problemas de decisão complexos. A fase de estruturação deve ser a primeira fase do processo de tomada de decisão e a que se denota com maior importância. Assim, esta etapa é fundamental, na medida em que não só proporciona uma compreensão partilhada do problema entre os decisores, como também um compromisso partilhado em solucionar o mesmo (Ackermann, 2012). Nesse sentido, a fim de seguir esta abordagem metodológica, foi necessário identificar um painel de decisores, com o propósito de reunir em grupo para identificar os critérios de avaliação que integrarão a base do modelo de avaliação a desenvolver.

O primeiro desafio foi então identificar o painel de decisores que, segundo Bana e Costa, Corrêa, Corte e Vansnick (2002), é geralmente constituído por 5 a 7 *experts*. Além disso, foi tido em conta que o painel devia ser constituído por: (1) decisores com experiência na área (*i.e.*, cargos relacionados com gestão de PMEs); (2) um grupo heterogéneo em termos de idade, género e experiência profissional; e (3) pessoas que tivessem disponibilidade em colaborar no estudo (*i.e.*, que pudessem estar presentes em duas sessões de trabalho para partilhar o seu *know-how*). Apesar de terem surgido inúmeras dificuldades em identificar um painel de decisores, devido nomeadamente a questões de disponibilidade e/ou conciliação de horários, é

importante realçar o facto de ter sido possível identificar 7 pessoas que trabalham em PMEs disponíveis para participar no estudo e fazer parte do painel. Assim, as sessões foram realizadas *online*, numa tentativa de facilitar o encontro entre todos os decisores, tendo em consideração questões geográficas e horárias dos participantes.

A primeira sessão, que teve como objetivo identificar critérios/determinantes para a base do modelo de avaliação e, consequentemente, construir um mapa cognitivo com essa informação, teve a duração aproximada de 4 horas. Contou com 7 decisores e 2 facilitadores, estes últimos com a função de auxiliar na compreensão do que foi desenvolvido ao longo da sessão. Além disso, estiveram também presentes 2 assistentes para captar momentos da reunião e fornecer algum apoio, se necessário. De forma a facilitar o processo de desenvolvimento da reunião, que foi dividida em 3 fases, recorreu-se à plataforma *Miro* (https://miro.com), que apresenta um quadro em branco com a possibilidade de edição de documentos e de partilha, algo que permitiu uma interação síncrona entre os participantes durante a sessão.

Esta primeira sessão iniciou-se com uma breve apresentação de cada um dos decisores relativamente ao seu percurso profissional, seguida de uma explicação sucinta do tema da presente dissertação e da metodologia que iria ser aplicada (*i.e.*, o mapeamento cognitivo). Foram também dadas algumas indicações relativas ao funcionamento da plataforma, de forma a que os decisores fossem capazes de editar o documento. Para iniciar a investigação, foi introduzida a seguinte *trigger question*, de forma a gerar *brainstorming*: *"Com base nos seus valores e experiência profissional, que critérios de base devem estar na avaliação da propensão das PMEs para a inovação frugal?"*. De seguida, foi explicado aos decisores o que era esperado deles na primeira fase da sessão e que teve como objetivo recolher os critérios identificados pelo grupo. Com esse intuito, aplicou-se a "técnica dos *post-its*", que permite compilar diferentes pontos de vista (Eden & Ackermann, 2010). Deste modo, foi pedido aos decisores que preenchessem cada um dos *post-its* apresentados na plataforma *Miro*, com apenas um critério, tentando que o mesmo fosse o mais objetivo e claro possível, evitando também critérios repetidos entre os restantes participantes. Foi-lhes também pedido para acrescentar um sinal positivo (+) ou negativo (–) em cada um dos *post-its*, dependendo se o critério escrito impulsionasse ou condicionasse, respetivamente, a propensão de uma PME para a inovação frugal. Esta fase impulsionou vários momentos de debate, fazendo com que, por um lado, os decisores escrevessem mais critérios e, por outro lado, que não repetissem tantas ideias. Posto isto, foi possível recolher 140 critérios, passando para a segunda fase da sessão, que teve como propósito aglomerar os *post-its*, ou seja, os critérios de decisão, com características semelhantes em grupos (*i.e.*, *clusters*). Após a leitura de cada critério e apuração do *cluster* mais adequado,

esta divisão resultou em 5 *clusters*: (1) *Recursos Humanos*; (2) *Contexto de Mercado*; (3) *Processos Internos*; (4) *Fatores Financeiros*; e (5) *Tecnologia/Inovação*. Assim sendo, seguiu-se para a terceira fase, em que se solicitou aos decisores a hierarquização dos critérios dentro de cada *cluster*, segundo o seu nível de importância, considerando o grupo a que estava designado. Houve três patamares: (1) importância elevada na parte superior de cada *cluster*; (2) importância média na parte central; e (3) importância baixa na parte inferior. A *Figura 4.1* apresenta alguns momentos da primeira sessão de grupo, representando o decorrer da primeira e da terceira fases.

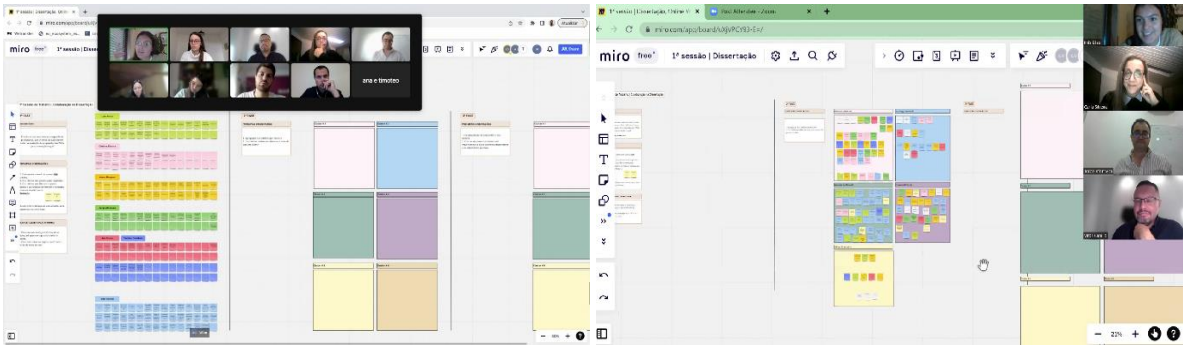


Figura 4.1: Momentos da Primeira Sessão

Após a primeira sessão, os *post-its* foram revistos, no sentido de eliminar critérios iguais (*i.e.*, escritos da mesma forma e/ou com o mesmo significado) e de corrigir erros ortográficos, sem nunca modificar o sentido do que tinha sido escrito pelos decisores. De seguida, e com o objetivo de construir um mapa cognitivo com toda a informação recolhida, fez-se uso do *software Decision Explorer* (http://www.banxia.com), refletindo o entendimento dos decisores relativamente aos critérios identificados para a avaliação da propensão para inovação frugal em PMEs. Assim, na *Figura 4.2*, encontra-se o mapa cognitivo, que foi apresentado aos decisores com a possibilidade de alteração da forma e/ou dos critérios com os quais não estivessem de acordo. O mapa apresentado na *Figura 4.2* traduz a versão final aprovada pelo painel.

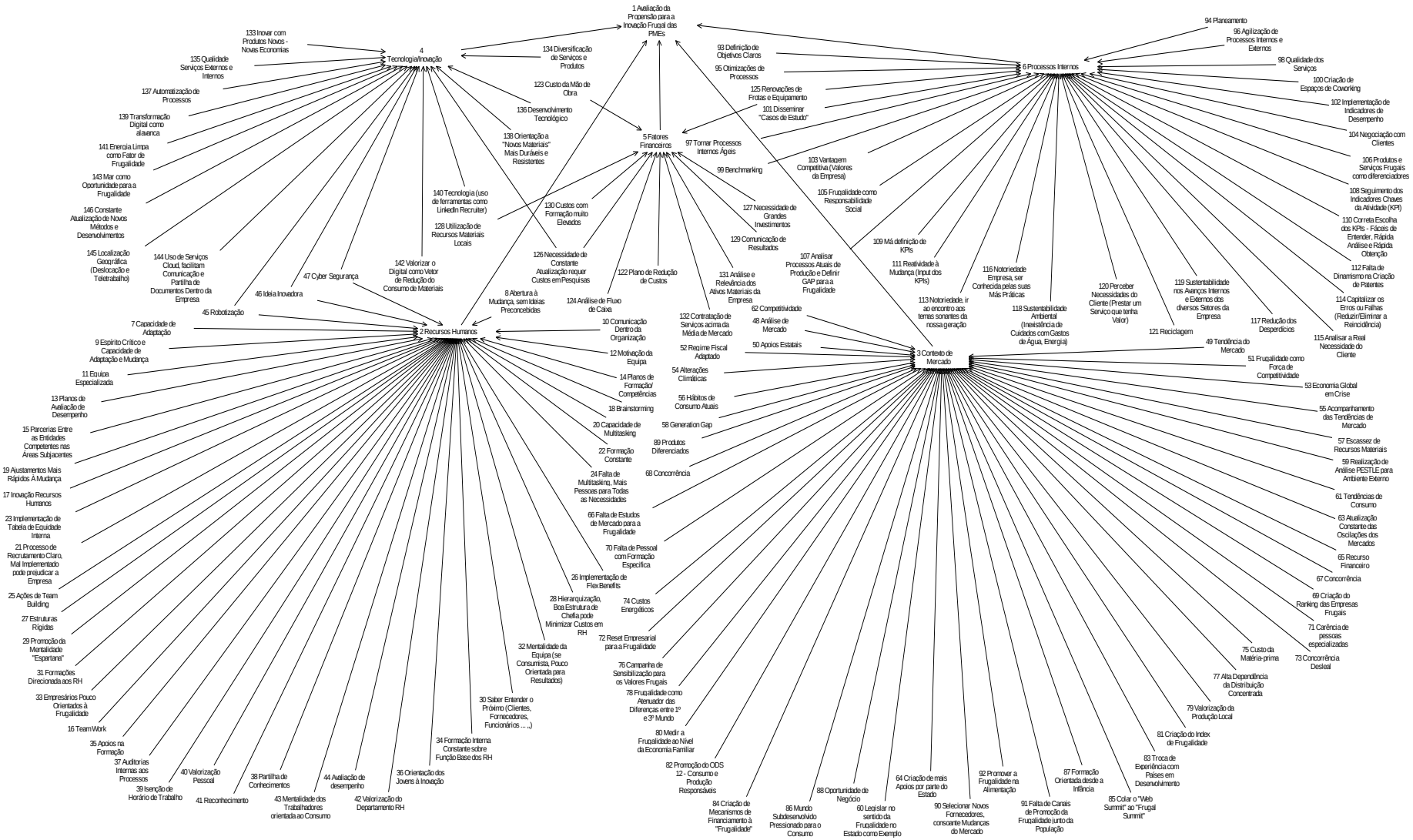


Figura 4.2: Mapa Cognitivo de Grupo

Apesar de derivar de um processo subjetivo, o mapa cognitivo apresentado na *Figura 4.2* representa o debate e as interações que decorreram na primeira sessão de trabalho com os decisores, possibilitando o encontro de inúmeros pontos de vista sobre o tema em estudo e uma melhor compreensão do que impulsiona ou condiciona a inovação frugal em PMEs. Nesta representação, é também possível observar a alocação dos critérios a cada *cluster*, realçando a ligação de alguns critérios a mais de que um *cluster*, decorrente da segunda fase da sessão e da escolha dos decisores em alocar o mesmo critério a vários *clusters*. Além disso, é possível constatar a relação negativa dos critérios que condicionam o sucesso da inovação frugal, representada por um sinal negativo (–) ao lado das setas. Passada a fase de estruturação do problema, que culmina na construção do mapa cognitivo apresentado, seguiu-se a fase de avaliação com a aplicação da técnica TOPSIS.

4.2. Modelo Conceptual e Aplicação TOPSIS

Depois de identificar e reunir os critérios para o modelo de avaliação e contruir o mapa cognitivo, seguiu-se a fase de avaliação e a consequente aplicação da técnica TOPSIS, que representa a parte quantitativa do presente estudo e vai possibilitar a determinação do peso de cada critério do modelo. Nesse sentido, realizou-se a segunda sessão de trabalho, que contou com a participação de 5 dos 7 decisores do painel, com 1 facilitador e 1 assistente, novamente com a função de captar momentos da sessão e/ou prestar apoio, se necessário. É de realçar que, segundo a literatura, o facto de não estarem presentes todos os decisores do painel não põe em causa o processo de decisão do estudo, sendo esta situação descrita como comum, considerando a (in)disponibilidade dos participantes (*e.g.*, Faria, Ferreira, Dias, & Çipi, 2019).

A segunda sessão, que tinha como objetivo avaliar os critérios identificados na sessão anterior, foi também realizada *online* e teve a duração aproximada de 3 horas. Num primeiro momento, os decisores foram informados das mudanças realizadas nos *post-its* (*i.e.*, a exclusão dos *post-its* com critérios repetidos e a correção de erros ortográficos) e, como referido anteriormente, foi-lhes apresentado o mapa cognitivo, procurando a sua validação. Após este momento de análise dos resultados da primeira sessão de trabalho, passou-se para a etapa seguinte, em que os decisores tiveram de identificar os critérios mais importantes dentro de cada *cluster*, recorrendo-se à *Nominal Group Technique* (NGT) e *multi-voting*, em que cada decisor votou nos critérios que, na sua opinião, são mais importantes para o *cluster*. Os critérios escolhidos pela maioria foram então os critérios considerados no modelo. De seguida, e com o

objetivo de, mais tarde, conseguir calcular o peso de cada *cluster* no modelo, foi questionado aos decisores qual o *cluster* que, na sua opinião, era o mais importante para o sucesso da inovação frugal, tal como o menos importante. Seguiu-se depois para a comparação dos *clusters* escolhidos com os restantes, através de uma escala de importância de 1 a 9, em que "1" corresponde a "igual importância" e "9" corresponde a "absolutamente mais importante que".

Posto isto, foi feita uma breve introdução da TOPSIS, tendo sido pedido aos decisores que identificassem 10 PMEs que todos conhecessem. Apesar de ter havido algumas dificuldades, foi possível identificá-las. De seguida, foi-lhes solicitado que preenchessem 6 matrizes, em função do grau de atratividade de cada PME em cada *cluster*/critério, de forma a criar matrizes de decisão que representassem a avaliação de cada alternativa tendo em conta cada critério (Jiang *et al.*, 2022). Para tal, foi utilizada uma escala de 1 a 5, em que "1" corresponde a um grau de atratividade muito baixo e "5" a um grau de atratividade muito alto. A primeira matriz diz respeito ao grau de atratividade das PMEs em cada *cluster* e as restantes 5 matrizes ao grau de atratividade das PMEs em cada um dos critérios, selecionados em cada *cluster* na fase anterior. A *Figura 4.3* apresenta alguns momentos da segunda sessão de trabalho, sendo possível observar a escolha dos critérios mais importantes dentro de cada *cluster* e o preenchimento das matrizes de decisão.

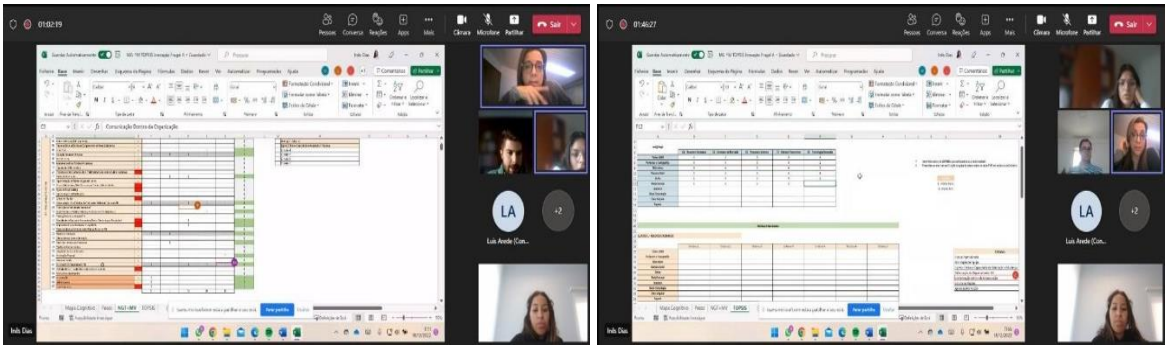


Figura 4.3: Momentos da Segunda Sessão

Concluída a segunda sessão, seguiu-se a fase dos cálculos com os dados recolhidos. Como referido no capítulo anterior, o primeiro passo da TOPSIS consiste na criação de uma matriz de decisão (*i.e.*, matriz *A*). Neste sentido, a *Tabela 4.1* apresenta os *clusters* criados na primeira sessão de grupo, com a respetiva designação e, começando com a análise da primeira matriz preenchida (ver *Tabela 4.2*), segue-se então a descrição dos cálculos efetuados. É de notar que as PMEs identificadas pelos decisores na sessão são representadas por *Alpha (n)*.

CLUSTERS	
C1	Recursos Humanos
C2	Contexto de Mercado
C3	Processos Internos
C4	Fatores Financeiros
C5	Tecnologia/Inovação

Tabela 4.1: Identificação dos *Clusters* Determinados na Primeira Sessão de Grupo

	C1	C2	C3	C4	C5
Alpha 1	4	3	3	4	4
Alpha 2	4	4	3	4	2
Alpha 3	4	4	3	4	3
Alpha 4	4	4	4	4	3
Alpha 5	5	4	3	4	3
Alpha 6	5	4	3	3	3
Alpha 7	4	3	3	3	4
Alpha 8	4	4	4	4	5
Alpha 9	4	5	4	4	4
Alpha 10	3	4	3	4	4

Tabela 4.2: Matriz de Decisão (*A*) Preenchida na Segunda Sessão de Grupo – Inter-*Cluster*

O segundo passo da TOPSIS prende-se no cálculo da matriz *R* (*i.e.*, matriz de decisão padrão), procedendo-se à normalização dos dados recolhidos através da *Equação* (2) (ver *Capítulo 3*) e dos dados da matriz *A*, como apresentado na *Tabela 4.3.*

	C1	C2	C3	C4	C5
Alpha 1	0.305888	0.240966	0.284747	0.331042	0.352180
Alpha 2	0.305888	0.321288	0.284747	0.331042	0.176090
Alpha 3	0.305888	0.321288	0.284747	0.331042	0.264135
Alpha 4	0.305888	0.321288	0.379663	0.331042	0.264135
Alpha 5	0.382360	0.321288	0.284747	0.331042	0.264135
Alpha 6	0.382360	0.321288	0.284747	0.248282	0.264135
Alpha 7	0.305888	0.240966	0.284747	0.248282	0.352180
Alpha 8	0.305888	0.321288	0.379663	0.331042	0.440225
Alpha 9	0.305888	0.401610	0.379663	0.331042	0.352180
Alpha 10	0.229416	0.321288	0.284747	0.331042	0.352180

Tabela 4.3: Matriz de Decisão Padrão (*R*) – Inter-*Cluster*

De seguida, e de forma a calcular a matriz de decisão padrão ponderada (*V*), foram identificados os pesos dos fatores de decisão (w_i) (*i.e.*, de cada *cluster*), recorrendo-se, para tal, ao *best-worst method* (BWM) (Rezaei, 2015) e também às comparações de importância dos *clusters* efetuadas na segunda sessão de trabalho. A *Tabela 4.4* apresenta os pesos dos *clusters*.

	C1	C2	C3	C4	C5
w_i	0.408638	0.059801	0.129568	0.229236	0.172757

Tabela 4.4: Pesos dos Fatores de Decisão (w_i) – Inter-*Cluster*

Após a determinação dos pesos, procedeu-se ao cálculo da matriz *V* ao multiplicar os elementos de cada coluna da matriz *R* pelo valor do peso (w_i) correspondente. A *Tabela 4.5* apresenta a matriz *V*.

	C1	C2	C3	C4	C5
Alpha 1	0.124997	0.014410	0.036894	0.075887	0.060842
Alpha 2	0.124997	0.019213	0.036894	0.075887	0.030421
Alpha 3	0.124997	0.019213	0.036894	0.075887	0.045631
Alpha 4	0.124997	0.019213	0.049192	0.075887	0.045631
Alpha 5	0.156247	0.019213	0.036894	0.075887	0.045631
Alpha 6	0.156247	0.019213	0.036894	0.056915	0.045631
Alpha 7	0.124997	0.014410	0.036894	0.056915	0.060842
Alpha 8	0.124997	0.019213	0.049192	0.075887	0.076052
Alpha 9	0.124997	0.024017	0.049192	0.075887	0.060842
Alpha 10	0.093748	0.019213	0.036894	0.075887	0.060842

Tabela 4.5.: Matriz de Decisão Padrão Ponderada (*V*) – Inter-*Cluster*

Com a matriz *V* calculada, seguiu-se a criação do conjunto de soluções ideais (A^+) e de ideais negativas (A^-), correspondendo ao valor máximo e ao valor mínimo de cada coluna da matriz *V*, respetivamente. A *Tabela 4.6* apresenta o conjunto das soluções ideais e as soluções ideais negativas.

	C1	C2	C3	C4	C5
$\mathbf{A^+}$	0.156247	0.024017	0.049192	0.075887	0.076052
$\mathbf{A^-}$	0.093748	0.014410	0.036894	0.056915	0.030421

Tabela 4.6: Conjunto de Soluções Ideais (A^+) e de Ideais Negativas (A^-) – Inter-*Cluster*

O passo seguinte é o cálculo dos desvios de valor do fator de avaliação (*i.e.*, dos elementos da matriz *V*) para cada ponto de decisão do conjunto A^+ e do conjunto A^-, utilizando a abordagem da distância euclidiana através das *Equações* (7) e (8). Desta forma, calcula-se a medida de discriminação ideal (S_i^+) e a medida de discriminação ideal negativa (S_i^-), como é possível observar na *Tabela 4.7*.

	C1	C2	C3	C4	C5	S_i^+	S_i^-
Alpha 1	0.124997	0.014410	0.036894	0.075887	0.060842	0.038097	0.047559
Alpha 2	0.124997	0.019213	0.036894	0.075887	0.030421	0.056860	0.036872
Alpha 3	0.124997	0.019213	0.036894	0.075887	0.045631	0.045566	0.039886
Alpha 4	0.124997	0.019213	0.049192	0.075887	0.045631	0.043875	0.041739
Alpha 5	0.156247	0.019213	0.036894	0.075887	0.045631	0.033162	0.067234
Alpha 6	0.156247	0.019213	0.036894	0.056915	0.045631	0.038206	0.064502
Alpha 7	0.124997	0.014410	0.036894	0.056915	0.060842	0.042560	0.043611
Alpha 8	0.124997	0.019213	0.049192	0.075887	0.076052	0.031616	0.059941
Alpha 9	0.124997	0.024017	0.049192	0.075887	0.060842	0.034755	0.050054
Alpha 10	0.093748	0.019213	0.036894	0.075887	0.060842	0.065664	0.036172

Tabela 4.7: Cálculo Medida de Discriminação Ideal (S_i^+) e da Discriminação Ideal Negativa (S_i^-) – Inter-*Cluster*

Por último, os valores calculados no passo anterior são utlizados para o cálculo da proximidade (C_i^+) de cada ponto de decisão em relação à solução ideal, também referido como *performance score*, através da *Equação* (9), conforme se pode observar na *Tabela 4.8*. Além disso, é feita uma classificação deste cálculo (*i.e.*, *ranking*, por ordem crescente, correspondendo à classificação da melhor à pior alternativa).

	C1	C2	C3	C4	C5	S_i^+	S_i^-	C_i^+	Rank
Alpha 1	0.124997	0.014410	0.036894	0.075887	0.060842	0.038097	0.047559	0.555231	**5**
Alpha 2	0.124997	0.019213	0.036894	0.075887	0.030421	0.056860	0.036872	0.393375	**9**
Alpha 3	0.124997	0.019213	0.036894	0.075887	0.045631	0.045566	0.039886	0.466763	**8**
Alpha 4	0.124997	0.019213	0.049192	0.075887	0.045631	0.043875	0.041739	0.487523	**7**
Alpha 5	0.156247	0.019213	0.036894	0.075887	0.045631	0.033162	0.067234	0.669686	**1**
Alpha 6	0.156247	0.019213	0.036894	0.056915	0.045631	0.038206	0.064502	0.628016	**3**
Alpha 7	0.124997	0.014410	0.036894	0.056915	0.060842	0.042560	0.043611	0.506102	**6**
Alpha 8	0.124997	0.019213	0.049192	0.075887	0.076052	0.031616	0.059941	0.654685	**2**
Alpha 9	0.124997	0.024017	0.049192	0.075887	0.060842	0.034755	0.050054	0.590200	**4**
Alpha 10	0.093748	0.019213	0.036894	0.075887	0.060842	0.065664	0.036172	0.355200	**10**

Tabela 4.8: Cálculo da Proximidade à Solução Ideal (C_i^+) – Inter-*Cluster*

Após a realização dos cálculos para cada dimensão (*i.e.*, *cluster*), os dados foram representados num gráfico, de forma a facilitar a análise dos resultados numa perspetiva geral, como se pode observar na análise inter-*cluster* da *Figura 4.4*.

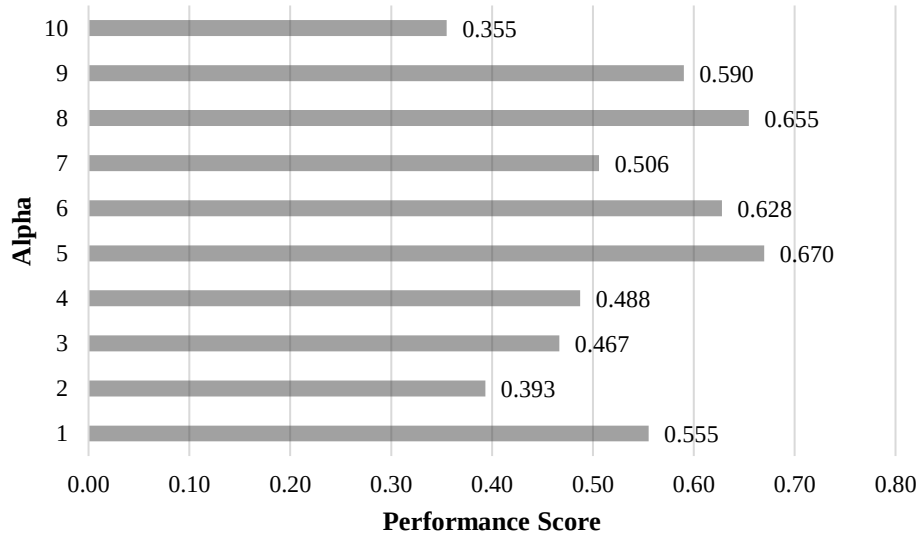


Figura 4.4: Análise Inter-*Cluster*

É preciso ter em conta que: (1) a análise efetuada teve por base 5 *clusters*, onde *Recursos Humanos* (C1) apresenta o maior peso e *Contexto de Mercado* (C2) apresenta o menor; e (2) o maior *performance score* corresponde à melhor PME e o menor à pior PME. Neste sentido, o *ranking* reflete as PMEs com maior ou menor propensão para desenvolver inovação frugal. Segundo o *ranking* geral, as 3 melhores empresas são as *Alpha 5*, *8* e *6*, sendo que a *Alpha 5* se destaca justamente na dimensão C1, como é possível observar na *Tabela 4.2*. Relativamente à *Alpha 8*, esta evidencia uma pontuação elevada em todos os *clusters*, especialmente no C5, que também teve um peso bastante elevado no modelo, enquanto a *Alpha 6* se destaca pela pontuação máxima no C1. A pior PME é a *Alpha 10*, com uma menor classificação no *cluster* com maior peso (C1) e no *cluster Processos Internos* (C3), que também tem um menor peso no modelo. Segue-se a *Alpha 2*, que se destaca pela negativa no *cluster Tecnologia/Inovação* (C5), com a pior classificação de toda a matriz.

De seguida, foram efetuados os mesmos cálculos para cada *cluster*, avaliando os subcritérios (SCs) identificados pelos decisores na segunda sessão. É de realçar que os subcritérios foram selecionados com base na NGT e *multi-voting*, pelo que se considerou que cada critério tinha o mesmo peso, sendo todos eles importantes dentro de cada *cluster*. Neste sentido, o peso de cada critério foi calculado dividindo 1 pelo número de critérios escolhidos em cada *cluster*, que variou entre 5 e 7, consoante a dimensão de cada *cluster*. Começando pelo C1 – *Recursos Humanos* – foram considerados os SCs expostos na *Tabela 4.9* e a matriz de decisão (*A*) previamente preenchida na sessão (ver *Quadro A1* do *Apêndice A*).

Critérios Selecionados	
SC11	Equipa Especializada
SC12	Motivação da Equipa
SC9	Espírito Crítico e Capacidade de Adaptação e Mudança
SC42	Valorização do Departamento RH
SC10	Comunicação Dentro da Organização
SC27	Estruturas Rígidas
SC35	Apoios na Formação

Tabela 4.9: Identificação dos Critérios Selecionados – C1

Em seguida, procedeu-se à normalização da matriz *A*, algo que permitiu desenvolver a matriz de decisão padrão (*R*) (ver *Quadro A2* do *Apêndice A*). Após a determinação dos pesos de cada critério (ver *Quadro A3* do *Apêndice A*), foi possível calcular a matriz de decisão padrão ponderada (ver *Quadro A4* do *Apêndice A*). Feitos os cálculos das soluções ideais e ideais negativas (ver *Quadro A5* do *Apêndice A*), procedeu-se aos cálculos finais (*i.e.*, da medida de discriminação ideal e ideal negativa (S_i^+ e S_i^-) e da proximidade à solução ideal (C_i^+)) (ver *Quadro A6* do *Apêndice A*).

Relativamente ao C2 – *Contexto de Mercado* –, depois da identificação dos SCs mais importantes, presentes na *Tabela 4.10*, bem como do preenchimento da matriz de decisão (ver *Quadro B1* do *Apêndice B*), procedeu-se à normalização dos valores, resultando na matriz *R* (ver *Quadro B2* do *Apêndice B*). Após a identificação dos pesos dos SCs (ver *Quadro B3* do *Apêndice B*), obteve-se a matriz *V* (ver *Quadro B4* do *Apêndice B*), da qual foi possível identificar os conjuntos de soluções A^+ e A^- (ver *Quadro B5* do *Apêndice B*). Com estes valores, procedeu-se para o cálculo da medida de discriminação ideal e ideal negativa (S_i^+ e S_i^-) e da proximidade à solução ideal (C_i^+) (ver *Quadro B6* do *Apêndice B*).

Critérios Selecionados	
SC88	Oportunidade de Negócio
SC66	Falta de Estudos de Mercado para a Frugalidade
SC48	Análise de Mercado
SC84	Criação de Mecanismos de Financiamento à "Frugalidade"
SC75	Custo da Matéria-prima
SC55	Acompanhamento das Tendências de Mercado
SC62	Competitividade

Tabela 4.10: Identificação dos Critérios Selecionados – C2

No que toca ao C3 – *Processos Internos* –, os critérios mais importantes deste *cluster* estão apresentados na *Tabela 4.11*, tal como a matriz de decisão que foi preenchida (ver *Quadro C1* do *Apêndice C*). Posteriormente, os valores foram normalizados, resultando na matriz *R* (ver *Quadro C2* do *Apêndice C*) e foram identificados os pesos de cada critério (ver *Quadro C3* do *Apêndice C*). Com base nestes valores, resultou a matriz *V* (ver *Quadro C4* do *Apêndice C*), de onde foram identificados os conjuntos A^+ e A^- (ver *Quadro C5* do *Apêndice C*), sendo possível calcular a medida de discriminação ideal e ideal negativa e a proximidade à solução ideal (ver *Quadro C6* do *Apêndice C*).

Critérios Selecionados	
SC94	Planeamento
SC95	Otimizações de Processos
SC102	Implementação de Indicadores de Desempenho
SC97	Tornar Processos Internos Ágeis
SC117	Redução dos Desperdícios
SC98	Qualidade dos Serviços
SC109	Má definição de KPIs

Tabela 4.11: Identificação dos Critérios Selecionados – C3

Para o C4 – *Fatores Financeiros* – foram selecionados cinco SCs, como podemos observar na *Tabela 4.12*. A matriz de decisão preenchida pelos decisores consta no *Quadro D1* do *Apêndice D*.

Critérios Selecionados	
SC122	Plano de Redução de Custos
SC123	Custo da Mão de Obra
SC127	Necessidade de Grandes Investimentos
SC129	Comunicação de Resultados
SC124	Análise de Fluxo de Caixa

Tabela 4.12: Identificação dos Critérios Selecionados – C4

Seguindo a mesma lógica, foi construída a matriz de decisão padrão (ver *Quadro D2* do *Apêndice D*), que serviu para o cálculo da matriz de decisão padrão ponderada (ver *Quadro D4* do *Apêndice D*), juntamente com os pesos dos critérios (ver *Quadro D3* do *Apêndice D*). De

seguida, foram identificados os conjuntos das soluções ideais (ver *Quadro D5* do *Apêndice D*), sendo possível efetuar os cálculos finais (ver *Quadro D6* do *Apêndice D*).

Por último, relativamente ao C5 – *Tecnologia/Inovação* –, depois dos critérios serem escolhidos (ver *Tabela 4.13*), a matriz *A* foi preenchida (ver *Quadro E1* do *Apêndice E*), seguindo-se a normalização dos seus valores que resultou na matriz *R* (ver *Quadro E2* do *Apêndice E*). Após a identificação dos pesos dos *clusters* (ver *Quadro E3* do *Apêndice E*), foi possível calcular a matriz *V* (ver *Quadro E4* do *Apêndice E*), de onde foram retirados os valores dos conjuntos de soluções ideais (ver *Quadro E5* do *Apêndice E*). Com base nesses valores, procedeu-se ao cálculo dos *performance scores* de cada *Alpha* (ver *Quadro E6* do *Apêndice E*).

Critérios Selecionados	
SC146	Constante Atualização de Novos Métodos e Desenvolvimentos
SC136	Desenvolvimento Tecnológico
SC134	Diversificação de Serviços e Produtos
SC145	Localização Geográfica (Deslocação e Teletrabalho)
SC133	Inovar com Produtos Novos - Novas Economias

Tabela 4.13: Identificação dos Critérios Selecionados – C5

Após a realização de todos os cálculos referentes a cada *cluster*, foi construído um gráfico para facilitar a comparação das *Alpha*, como é possível observar na *Figura 4.5*.

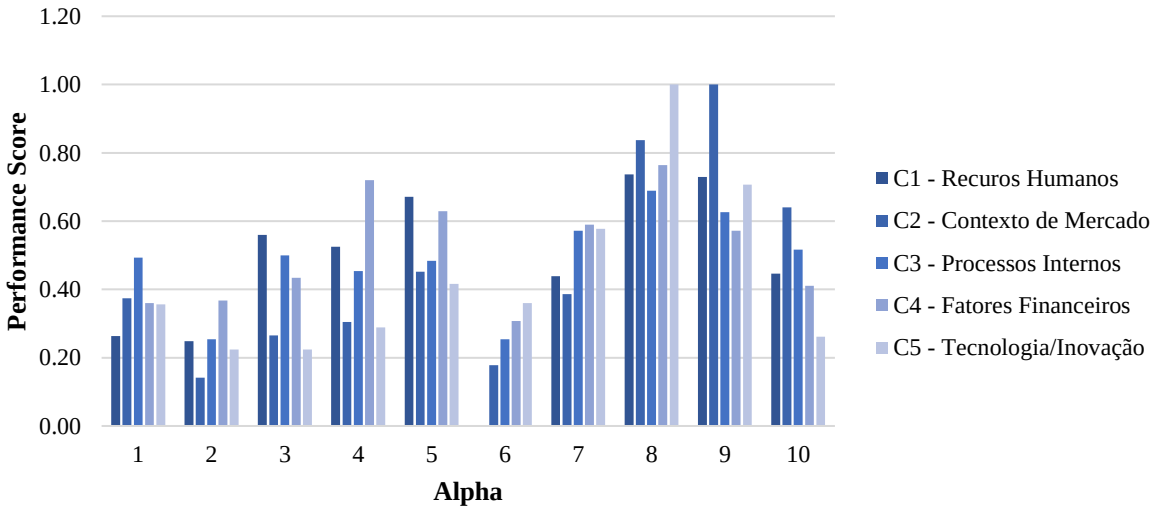


Figura 4.5: Análise Intra-*Cluster*

Esta análise facilita a comparação das *Alphas* em cada dimensão, sendo possível perceber as dimensões em que cada *Alpha* se sobressai de forma positiva e/ou negativa. De forma geral, é de realçar as *Alphas 8* e *9* com os *performance scores* mais elevados, enquanto as *Alphas 2* e *6* apresentam os menos elevados. Fazendo uma análise mais detalhada, através da *Figura 4.5* e das matrizes de decisão de cada *cluster*, destaca-se, pela positiva, a *Alpha 8* no C5, que apresenta a maior classificação em todos os SCs, exceto na *localização geográfica (deslocação e teletrabalho)* (SC145). A *Alpha 9* teve, no C2, a maior classificação em todos os SCs. Em contrapartida, pela negativa, destaca-se a *Alpha 6* no C1, que teve uma classificação de 3 em todos os SCs, assim como a *Alpha 2* no C2, com uma classificação baixa na maioria dos SCS, especialmente na *criação de mecanismos de financiamento à frugalidade* (SC84). Por fim, foi elaborado um gráfico de forma a ser possível comparar todos os cálculos efetuados (*i.e.*, referentes à análise inter-*cluster* e à análise intra-*cluster*), como consta na *Figura 4.6.*

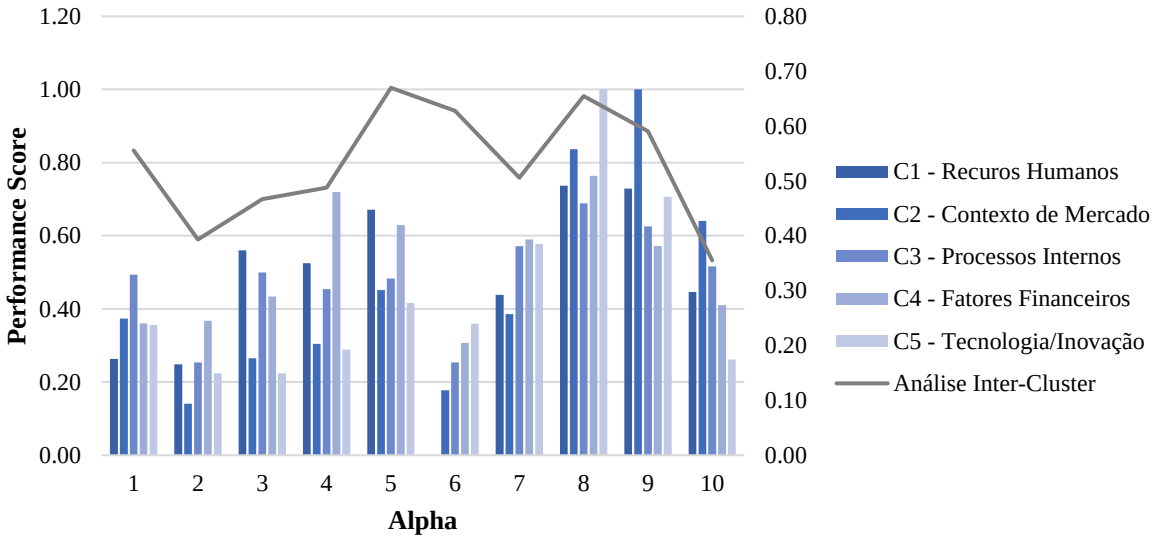


Figura 4.6: Análise Inter e Intra-*Cluster*

Comparando as duas análises, é possível observar algumas semelhanças. No entanto, existem também diferenças nos *performance scores* de ambas as análises, que poderão refletir possíveis sugestões de melhoria em dimensões específicas de cada *Alpha* ou revelar dimensões em que a empresa se sobressai pela positiva. Em ambos os casos, as matrizes de decisão de cada *cluster* podem ser analisadas com maior detalhe, percebendo especificamente os SCs em que a empresa pode melhorar ou nos quais se destaca.

Por um lado, na análise inter-*cluster*, as empresas com as pontuações mais elevadas foram as *Alphas 5*, *8* e *6*. Na análise intra-*cluster*, a *Alpha 5* apresenta *scores* elevados em todos

os *clusters*, exceto no C3, refletindo isto uma possível ação de melhoria. De seguida, no que toca à *Alpha* 8, esta apresenta-se em primeiro lugar nos *scores* de todos os *clusters*, exceto no C2, em que surge em segundo lugar, destacando-se pela positiva com os maiores *scores* na análise intra-*cluster*. A *Alpha 6* apresenta os piores *scores* em todos os *clusters*, exceto no C5, sendo de realçar que é uma das piores PMEs a nível da análise intra-*cluster*, contrastando com a análise inter-*cluster*. Isto aponta para várias ações de melhoria na maioria das dimensões. Por outro lado, as piores pontuações da análise inter-*cluster* são das *Alphas 2*, *3* e *10*. No que toca à *Alpha 10*, também não apresenta *scores* elevados ao nível de cada dimensão. No entanto, apresenta uma das melhores pontuações nos C2 e C3. A *Alpha* 2, em concordância com a análise inter-*cluster*, está no *top*-3 das piores pontuações em todos os *clusters*. Por último, a *Alpha 3* destaca-se pela negativa nos C2 e C5. Ainda assim, apresenta-se em quarto lugar no *ranking* do C1, destacando-se pela positiva nesta dimensão.

Terminada a fase de avaliação, foi realizada uma sessão de consolidação com um especialista que não esteve presente no desenvolvimento do modelo de avaliação, de forma a ser possível ter uma opinião imparcial sobre o estudo desenvolvido. O próximo ponto apresenta essa consolidação de resultados.

4.3. Discussão e Recomendações

A análise dos resultados e das conclusões do presente estudo permitiram a construção de um modelo multicritério que permite avaliar a propensão das PMEs para a inovação frugal, analisando o problema tanto de uma forma qualitativa, como quantitativa. Além disso, foi desenvolvido através de uma lógica construtivista, beneficiando do conhecimento que reside na experiência dos decisores. Neste sentido, e com o intuito de conferir uma maior credibilidade ao modelo criado, foi realizada uma sessão de consolidação, no sentido de obter um parecer imparcial sobre a sua construção.

A sessão de consolidação, à semelhança das duas sessões anteriores, foi realizada *online* e teve a duração aproximada de uma hora com um representante do Instituto de Apoio às Pequenas e Médias Empresas e à Inovação (IAPMEI) – Agência para a Competitividade e Inovação. Este especialista, por não ter feito parte do processo de elaboração do modelo, foi considerado imparcial ao processo. Na *Figura 4.7* apresentam-se alguns momentos da sessão.



Figura 4.7: Momentos da Sessão de Consolidação

A sessão pautou-se pelos seguintes pontos: (1) breve enquadramento sobre os conceitos relacionados com o estudo realizado e as metodologias aplicadas; (2) apresentação da aplicação das técnicas (*i.e.*, mapa cognitivo e cálculos TOPSIS); (3) pedido de opinião sobre as metodologias utilizadas e aplicabilidade do modelo; e (4) sugestões de melhoria. No decorrer da sessão, o especialista foi demonstrando curiosidade acerca das metodologias apresentadas, que desconhecia, mas que reconheceu os benefícios da sua aplicação, nomeadamente o facto de ter sido feito em grupo, algo que potencia a criação de novas ideias. No entanto, reconheceu que, *"para algumas pessoas estar em grupo pode ou não condicionar aquilo que ela está a pensar"* (nas palavras do entrevistado), acrescentando, também, que poderia retrair ideias dos decisores, caso fossem contrárias à opinião geral do painel.

Embora tenha indicado estas desvantagens, acabou por reconhecer que a discussão em grupo é vantajosa para o estudo. O entrevistado mostrou concordar com os resultados alcançados, afirmando considerar *"uma metodologia muito interessante, utilizando-a para analisar e aconselhar qualquer uma dessas empresas* […], *com conclusões também muito interessantes"* (também nas suas palavras). No entanto, revelou alguma preocupação na diferença dos *performance scores* das análises inter e intra-*cluster* de algumas empresas, apesar da explicação de que dependia da maior ou menor classificação dada pelos decisores aos *clusters* do modelo.

Numa possível aplicação do modelo, o entrevistado relembrou que o preenchimento das matrizes pelos decisores está sempre sujeito à subjetividade dos indivíduos e os dados são baseados no conhecimento de cada decisor e da sua perceção, não sendo completamente objetivos acerca do desempenho real das empresas avaliadas. Referiu, ainda, que o facto de os decisores conhecerem melhor as empresas em análise poderia melhorar os resultados obtidos. Em contrapartida, reconheceu o benefício de o modelo possibilitar uma análise detalhada e

proporcionar um conhecimento constante acerca do que é preciso para desenvolver inovação frugal, relembrando a necessidade e a importância da melhoria contínua para o sucesso de qualquer inovação a longo prazo. Além disso, e no que diz respeito à implementação deste processo na prática, afirmou que o mais importante seria experimentar, começando por tentar aplicá-lo em alguma entidade regional, setorial ou até município, admitindo que achava mais difícil aplicá-lo numa PME. Mencionou ainda que o modelo poderia ser realizado com outros grupos de decisores e que poderia fazer sentido, especialmente na dimensão dos *Fatores Financeiros*, ter valores ou indicadores reais da empresa em estudo, de forma a conferir uma maior objetividade. De forma geral, o especialista mostrou-se agradado com o estudo e considerou o potencial da aplicabilidade do modelo concebido.

SINOPSE DO CAPÍTULO 4

Ao longo da presente dissertação, foi evidenciada a necessidade de desenvolver um modelo multicritério de avaliação da propensão da inovação frugal em PMEs. Neste *Capítulo 4*, foi então apresentado o processo do desenvolvimento desse modelo, através das metodologias mencionadas no capítulo anterior, também com a análise dos resultados obtidos e a formulação de recomendações. Em primeiro lugar, e numa fase de estruturação, foi realizada a primeira sessão de trabalho com um painel de sete especialistas, disponíveis para partilhar o seu conhecimento sobre o tema. Nesta sessão, foi possível recolher critérios fundamentais para a construção do modelo, identificando determinantes e condicionantes para o sucesso da inovação frugal nas PMEs, bem como organizá-los em grupos (*i.e.*, *clusters*). Com o término desta sessão, procedeu-se à construção de um mapa cognitivo com a informação recolhida, que reflete os conhecimentos de cada decisor e também o debate e as interações entre todos ao longo da sessão de grupo, tendo sido apresentado aos decisores para validação. Posto isto, foi descrita a segunda sessão de grupo, realizada na fase de avaliação do processo de decisão, em que os decisores selecionaram os critérios mais importantes dentro de cada *cluster* e identificaram 10 PMEs. Além disso, foi-lhes solicitado para preencher 6 matrizes, de acordo com o grau de atratividade de cada PME em cada *cluster*/critério. Concluída a segunda sessão, seguiu-se a fase dos cálculos (*i.e.*, a aplicação da TOPSIS), em que foram realizados, essencialmente, os passos da técnica para a primeira matriz preenchida pelos decisores. Este exercício foi feito para a análise inter-*cluster* e, depois, para cada *cluster* (*i.e.*, análise intra-*clusters*), considerando os critérios escolhidos pelos decisores. Desta forma, obteve-se um *ranking* de PMEs relativamente à sua propensão para a inovação frugal. Depois de se efetuarem os cálculos, os resultados foram analisados através de gráficos realizados para cada análise, em que se constataram as dimensões em que as PMEs se sobressaiam pela positiva e/ou pela negativa. Adicionalmente, ambas as análises foram representadas num gráfico, em que o contraste entre os *performance scores* aponta para sugestões de ações de melhoria para cada PME em dimensões específicas. Posto isto, seguiu-se para última fase do processo de tomada de decisão (*i.e.*, formulação de recomendações), na qual foi realizada uma sessão de consolidação com uma entidade externa ao processo de desenvolvimento do modelo, considerando a sua opinião imparcial e procurando conferir maior credibilidade ao modelo, avaliando a sua aplicabilidade prática. No próximo capítulo serão apresentadas as principais conclusões deste estudo.

CAPÍTULO 5

CONCLUSÃO

5.1. Resultados da Aplicação CM-TOPSIS e Limitações do Estudo

A inovação frugal surge como uma oportunidade de negócio para as PMEs, sendo possível satisfazer um segmento de clientes que é cada vez maior (*i.e.*, com um orçamento mais restrito ou com um maior cuidado com o meio ambiente). Adicionalmente, e tendo em conta as crescentes restrições no uso dos recursos, também a nível financeiro é vantajoso para qualquer empresa saber fazer uma melhor distribuição dos seus recursos, acabando por fazer mais com menos. É de realçar esta oportunidade para as PMEs, que muitas vezes são confrontadas com restrição de recursos e com a dificuldade de obter financiamento, podendo a inovação frugal apresentar-se como um fator mitigador destas desvantagens. No entanto, não existem muitos estudos acerca de como desenvolver inovação frugal em PMEs. Especificamente, estudos que analisem este conceito numa vertente de avaliação da propensão sãos muito escassos. Neste sentido, é importante desenvolver um modelo que auxilie as PMEs a identificar e quantificar o que têm a melhorar para desenvolver este tipo de inovação com êxito. De forma a colmatar as limitações identificadas nos estudos anteriores, o objetivo principal da presente dissertação foi a ***elaboração de um modelo de avaliação que possibilita a identificação e a análise do que é necessário desenvolver para que ocorra inovação frugal nas PMEs, através da aplicação combinada do mapeamento cognitivo e TOPSIS***.

Para o efeito, a presente dissertação foi estruturada em cinco capítulos: (1) *Introdução*, com um breve enquadramento sobre o tema, identificação do objetivo principal e dos objetivos secundários e descrição dos resultados esperados da investigação; (2) *Revisão da Literatura*, contemplando os fundamentos da inovação frugal, a análise da sua importância para as PMEs e a identificação de estudos prévios sobre a avaliação da propensão para inovação frugal, identificando tanto os seus contributos como as suas limitações; (3) *Enquadramento Metodológico*, no qual foram analisadas as metodologias a serem aplicadas na construção do modelo de avaliação, nomeadamente mapeamento cognitivo e TOPSIS, analisando também os contributos da aplicação destas técnicas para a avaliação da propensão para a inovação frugal; (4) *Aplicação e Análise de resultados*, em que foi descrito o processo do desenvolvimento do

modelo de avaliação, apresentando os resultados das sessões de trabalho com o painel, incluindo a versão final do mapa cognitivo, tal como a apresentação dos cálculos da TOPSIS, a análise dos resultados e a formulação de recomendações decorrente de uma sessão com uma pessoa externa ao processo da construção do modelo; e (5) *Conclusão*, apresentada no presente capítulo, com os principais resultados e limitações do presente estudo, bem como a formulação de sugestões para investigações futuras.

É de realçar o facto deste tema ser bastante complexo, pelo que as metodologias escolhidas teriam de ter em consideração múltiplos aspetos, de forma a avaliar a *performance* das PMEs. Neste sentido, as metodologias utilizadas (*i.e.*, mapeamento cognitivo e TOPSIS), permitiram contemplar este tema de forma íntegra e fazer uma análise mais completa da *performance* das PMEs, considerando aspetos subjetivos e objetivos. Da mesma forma, através de uma abordagem construtivista, conduziu-se um debate rico sobre o tema nas sessões de grupo, algo que possibilitou a criação de novas ideias, combinando o conhecimento e experiências passadas dos decisores e, consequentemente, concebendo um modelo que oferece soluções mais próximas da realidade. Além disso, este modelo também facilita o processo de tomada de decisão, ao identificar as dimensões que deverão ser consideradas para desenvolver inovação frugal em PMEs e apresentado o que deve ser feito (*i.e.*, dimensões que podem ser melhoradas).

De uma forma geral, pode concluir-se que os resultados das metodologias aplicadas foram positivos, no sentido em que se desenvolveu um modelo multicritério holístico e realista, que avalia a *performance* das PMEs numa perspetiva de desenvolver inovação frugal. Adicionalmente, este modelo incorpora o conhecimento que reside nos decisores, que detêm experiência no contexto real do tema em análise, combinando pareceres de trabalhadores com *know-how* valioso para o estudo. Apesar disso, o presente estudo não deixa de ter limitações, nomeadamente o facto de ser um processo moroso e ser difícil reunir um painel de decisores com disponibilidade horária. Além disso, é um modelo baseado em opiniões e perceções dos decisores, pelo que este fator pode ser considerado uma limitação a nível da adaptabilidade do modelo. Da mesma forma, se o processo for realizado com outro grupo de decisores poderá alterar os resultados obtidos. No entanto, importa salientar que, apesar das limitações mencionadas, este modelo possibilitou um melhor entendimento acerca dos determinantes que sustentam a inovação frugal nas PMEs.

5.2. Impacto na Gestão de PMEs

As PMEs são essenciais para o crescimento económico de muito países, nomeadamente em Portugal, onde têm uma grande representação. Neste sentido, e considerando a sua capacidade de inovação, a inovação frugal poderá surgir como uma grande oportunidade para este tipo de empresas, na medida em que pode atrair um segmento consumidores cada vez mais comum e reduzir custos. De acordo com a revisão de literatura realizada no *Capítulo 2*, a investigação do desenvolvimento de inovações frugais é escassa e raramente contempla uma vertente de avaliação da *performance* mais holística, de forma a presentear pistas sobre o que é importante, na prática, para o sucesso destas inovações.

Face ao exposto, este estudo oferece uma nova abordagem, em que disponibiliza um mapa cognitivo, oferecendo uma representação gráfica com informação bastante útil para as PMEs, com sugestões de medidas com potencial para impulsionar a inovação frugal neste tipo de empresas. Na prática, permite a identificação do que é importante para este processo e do que poderá interferir no sucesso da inovação frugal, fornecendo uma visão, geral e detalhada, daquilo que pode ser feito antes da sua implementação. Além disso, no decorrer da primeira sessão, foi também promovido o debate sobre o tema, formando um processo de aprendizagem e gerando novas ideias acerca da temática em análise, resultando numa nova perspetiva com novos *inputs*. Por seu turno, ao aplicar a TOPSIS, os critérios foram priorizados, algo que permitiu avaliar a *performance* das PMEs em análise e, consequentemente, identificar ações de melhoria em dimensões específicas, apresentando medidas a serem aplicadas no contexto real de cada empresa. É de realçar também o facto deste modelo poder ser aplicado a qualquer PME que queira avaliar essa possibilidade, pelo que este facto também poderá contribui positivamente para a gestão de PMEs. Assim, este modelo auxilia as PMEs a ter uma visão holística da sua *performance*, numa perspetiva de poder a vir a desenvolver inovação frugal, sendo possível a comparação com outras PMEs, de forma a comparar o seu desempenho com as mesmas e perceber onde também pode melhorar.

5.3. Futura Investigação

Com o presente estudo e os seus resultados, parece evidente o potencial da utilização de técnicas de avaliação multicritério no âmbito da inovação frugal em PMEs, nomeadamente para estruturar e avaliar o problema. A aplicação combinada CM-TOPSIS disponibilizou um modelo

que permite às PMEs ter uma avaliação da sua *performance* e um guia prático do que deve melhorar, de forma a conseguir desenvolver inovação frugal.

No entanto, considerando as limitações anteriormente mencionadas do presente estudo, poderá apontar-se para algumas linhas de investigação futura, nomeadamente: (1) considerar outros critérios para a escolha do painel de decisores, nomeadamente escolher apenas pessoas com cargos relacionados com inovação em PMEs, algo que se manifestou como um problema na seleção do painel utilizado neste estudo; (2) realizar o estudo com um painel de decisores diferente e comparar os resultados; e (3) utilizar outras técnicas de avaliação multicritério.

Parece plausível considerar que se obtiveram bons resultados com o presente estudo, na medida em que apresenta uma modelo de avaliação multicritério transparente e com sugestões de melhoria que podem ser aplicadas nas PMEs, considerando aspetos subjetivos e objetivos e enriquecendo também a literatura existente na área da inovação frugal. No entanto, ainda há espaço para muito mais investigação neste domínio, pelo que qualquer outro contributo será sempre positivo.

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.

Agarwal, N., Grottke, M., Mishra, S., & Brem, A. (2017). A systematic literature review of constraint-based innovations: State of the art and future perspectives. *IEEE Transactions on Engineering Management, 64*(1), 3-15.

Albert, M. (2019). Sustainable frugal innovation: The connection between frugal innovation and sustainability. *Journal of Cleaner Production, 237*, 1-15.

Bana e Costa, C., Corrêa, É., Corte, J., & Vansnick, J. (2002). Facilitating bid evaluation in public call for tenders: A socio-technical approach. *Omega – The International Journal of Management Science, 30*(3), 227-242.

Bana e Costa, C., Ensslin, L., Cornêa, É, & Vansnick, J. (1999). Decision support systems in action: Integrated application in a multicriteria decision aid process. *European Journal of Operational Research*, *113*(2), 315-335.

Bhatti, Y., & Ventresca, M. (2013). How can 'frugal innovation' be conceptualized? *SSRN Electronic Journal*. Disponível online em: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2203552 [Setembro, 2022].

Bouckaert, L., Opdebeeck, H., & Zsolnai, L. (2011). Frugality. In: L. Bouckaert & L. Zsolnai, (Eds.), *Handbook of Spirituality and Business* (pp. 269-276). London: Palgrave Macmillan.

Brem, A., & Ivens, B. (2013). Do frugal and reverse innovation foster sustainability? Introduction of a conceptual framework. *Journal of Technology Management for Growing Economies*, *4*(2), 31-50.

Brem, A., & Wolfram, P. (2014). Research and development from the bottom up: Introduction of terminologies for new product development in emerging markets. *Journal of Innovation and Entrepreneurship*, *3*(9), 1-22.

Brem, A., Wimschneider, C., Dutra, A., Cubas, A., & Ribeiro, R. (2020). How to design and construct an innovative frugal product? An empirical examination of a frugal new product development process. *Journal of Cleaner Production, 275*, 1-15.

Castanho, M., Ferreira, F., Carayannis, E., & Ferreira, J. (2021). SMART-C: Developing a "smart city" assessment system using cognitive mapping and the Choquet integral. *IEEE Transactions on Engineering Management, 68*(2), 562-573.

Cinelli, M., Burgherr, P., Kadziński, M., & Słowiński, R. (2022). Proper and improper uses of MCDA methods in energy systems analysis. *Decision Support Systems, 163*, 1-14.

Comissão Europeia (2015). *User Guide to the SME Definition*. Disponível online em: https://ec.europa.eu/regional_policy/sources/conferences/state-aid/sme/smedefinitionguide_en.pdf [Setembro, 2022].

Cunha, A., & Morais, D. (5-8 de outubro, 2014). Analysis of problem structuring methods to improve decisions in environmental planning. *Proceedings of the IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics (SMC) 2014, USA*, 289-294.

Dillon, S., Buchanan, F., & Corner, J. (29-30 de novembro, 2010). Comparing public and private sector decision making: Problem structuring and information quality issues. In: A. Mason, & M. Ehrgott (Eds.), *Proceedings of 45th Annual Conference of the Operational Research Society of New Zealand* (pp. 229-237). Operations Research Society of New Zealand. Disponível online em: https://orsnz.org.nz/conf45/program/ProceedingsORSNZ10.pdf [Setembro, 2022].

Downs, R., & Stea, D. (1973). Cognitive maps and spatial behavior: Process and products. In: R. Downs, & D. Stea (Eds.), *Image & Environment: Cognitive Mapping and Spatial Behavior* (pp. 8-26). New York: Routledge.

Dressler, A., & Bucher, J. (2018). Introducing a sustainability evaluation framework based on the sustainable development goals applied to four cases of south African frugal innovation. *Business Strategy & Development*, *1*(4), 276-285.

Eden, C. (1988). Cognitive mapping. *European Journal of Operational Research*, *36*(1), 1-13.

Eden, C. (2004). Analyzing cognitive maps to help structure issues or problems. *European Journal of Operational Research*, *159*(3), 673-686.

Eden, C., & Ackermann, F. (2010). Decision Making in Groups: Theory and Practice. In: P. Nutt & D. Wilson (Eds), *Handbook of Decision Making* (pp. 231-272). UK: John Wiley & Sons.

Faria, A., Ferreira, F., Dias, P., & Çipi, A. (2019). A constructivist model of bank branch front-office employee evaluation: An FCM-SD-based approach. *Technological and Economic Development of Economy*, *26*(1), 213-239.

Ferreira, F., Meidutė-Kavaliauskienė, I., Zavadskas, E., Jalali, M., & Catarino, S. (2018). A judgment-based risk assessment framework for consumer loans. *International Journal of Information Technology & Decision Making*, *18*(1), 7-33.

Ferreira, F., Spahr, R., Santos, S., & Rodrigues, P. (2012). A multiple criteria framework to evaluate bank branch potential attractiveness. *International Journal of Strategic Property Management*, *16*(3), 254-276.

Fidan, Y., Lüdera, A., Meixnerb, K., Baumanna, L., & Arlinghausa, J. (2021). Decision support for frugal products and production systems based on product-process-resource-skill & variability models. *Procedia CIRP*, *104*, 1619-1625.

Fiol, C., & Huff, A. (1992). Maps for managers: Where are we? Where do we go from here? *Journal of Management Studies*, *29*(3), 267-285.

Fu, Y., Lomas, E., & Inskip, C. (2022). Cognitive mapping and its implication for understanding cultural behaviors and experiences in libraries. *Library and Information Science Research*, *44*(3), 1-10.

George, G., McGahan, A., & Prabhu, J. (2012). Innovation for inclusive growth: Towards a theoretical framework and a research agenda. *Journal of Management Studies*, *49*(4), 661-683.

Gomes, A., Florido, A., Borges, A., & Conde, F. (31 de março-1 de abril, 2022). A importância do papel das PME, em Portugal, na conquista do desenvolvimento sustentável. *Actas IX Jornada Internacional*, *Espanha*. Disponível online em: https://aeca.es/publicaciones2/monografias/actas-de-la-ix-jornada-internacional-cuenca-2022-indice-tematico/ [Setembro, 2022].

Grover, A., Caulfield, P., & Roehrich, K. (2014). Frugal innovation in healthcare and its applicability to developed markets. *British Academy of Management*. Disponível online em: https://researchportal.bath.ac.uk/en/publications/frugal-innovation-in-healthcare-and-its-applicability-to-develope [Setembro, 2022].

Haffar, M., Ozcan, R., Radulescu, M., Isac, N., & Nassani, A. (2022). Hegemony of network capabilities, frugal innovation and innovation strategies: The innovation performance perspective. *Sustainability*, *14*(1), 1-12.

Hammond, A., Kramer, W., Katz, R., Tran, J., & Walker, C. (2007). The next 4 billion. *Innovations: Technology, Governance, Globalization*, *2*(1/2), 147-158.

Hindocha, C., Antonacci, G., Barlow, J., & Harris M. (2021). Defining frugal innovation: A critical review. *BJM Innovations, 7*, 647-656.

Hossain, M. (2018). Frugal innovation: A review and research agenda. *Journal of Cleaner Production, 182*, 926-936.

Hossain, M. (2020). Frugal innovation: Conception, development, diffusion, and outcome. *Journal of Cleaner Production, 262*, 1-10.

Hossain, M., Simula, H., & Halme, M. (2016). Can frugal go global? Diffusion patterns of frugal innovations. *Technology in Society*, *46*, 132-139.

Hwang, C., & Yoon, K. (1981). *Multiple Attributes Decision-Making: Methods and Applications.* Berlin: Springer.

Hyypiä, M., & Khan, R. (2018). Overcoming barriers to frugal innovation: Emerging opportunities for finnish SMEs in brazilian markets. *Technology Innovation Management Review*, *8*(4), 38-48.

Ighravwe, D., & Oke, S. (2017). Ranking maintenance strategies for sustainable maintenance plan in manufacturing systems using fuzzy axiomatic design principle and fuzzy-TOPSIS. *Journal of Manufacturing Technology Management*, *28*(7), 961-992.

Jiang, H., Lin, Y., Luo, X., & Shao, T. (2022). Understanding the selection of cross-border import e-commerce platforms through the DANP and TOPSIS techniques: A multi-study analysis. *Journal of Global Information Technology Management*, *25*(1), 26-53.

Júnior, A., & Schramm, V. (2022). Problem structuring methods: A review of advances over the last decade. *Systemic Practice and Action Research*, *35*, 55-88.

Kazi, F., Waghmare, C., & Sohani, M. (2021). Optimization and comparative analysis of silicon and chromium powder-mixed EDM process by TOPSIS technique. *Engineering and Applied Science Research*, *48*(2), 190-199.

Klewitz, J., & Hansen, E. (2014). Sustainability-oriented innovation of SMEs: A systematic review. *Journal of Cleaner Production*, *65*, 57-75.

Knizkov, S., & Arlinghaus, J. (2021). Frugal processes: An empirical investigation into the operations of resource-constrained firms. *IEEE Transactions On Engineering Management*, *68*(3), 667-684.

Knorringa, P., Peša, I., Leliveld, A., & van Beers, C. (2016). Frugal Innovation and Development: Aides or Adversaries? *The European Journal of Development Research*, *28*, 143-153.

Koerich, G., & Cancellier, E. (2019). Frugal Innovation: Origins, evolution and future perspectives. *Cadernos EBAPE.BR*, *17*(4), 1042-1056.

Lee, G., Jun, K., & Chung, E. (2013). Integrated multi-criteria flood vulnerability approach using fuzzy TOPSIS and Delphi technique. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, *13*(5), 1293-1312.

Madi, E., Garibaldi, J., & Wagner, C. (24-29 de julho, 2016). An exploration of issues and limitations in current methods of TOPSIS and fuzzy TOPSIS. *2016 IEEE International Conference on Fuzzy Systems (FUZZ-IEEE), Canada*, pp. 2096-2105.

Martins, S., Ferreira, F., Ferreira, J., & Marques, C. (2020). An artificial-intelligence-based method for assessing service quality: insights from the prosthodontics sector. *Journal of Service Management*, *31*(2), 291-312.

Mourtzis, D., Zogopoulos, V., & Vlachou, K. (2019). Frugal innovation and its application in manufacturing networks. *Manufacturing Letters*, *20*, 27-29.

Mukerjee, K. (2012). Frugal innovation: The key to penetrating emerging markets. *Ivey Business Journal*. Disponível online em: https://iveybusinessjournal.com/publication/frugal-innovation-the-key-to-penetrating-emerging-markets/ [Setembro, 2022].

Niroumand, M., Shahin, A., Naghsh, A., & Peikari, H. (2020). Frugal innovation enablers: A comprehensive framework. *International Journal of Innovation*, *12*(1), 1-20.

OCDE – Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico (2002). *High-Growth SMEs and Employment*. Disponível online em: https://www.oecd.org/industry/smes/2493092.pdf [Setembro, 2022].

OCDE – Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico (2017). *Enhancing the Contributions of SMEs in a Global and Digitalised Economy*. Disponível online em: https://www.oecd.org/industry/C-MIN-2017-8-EN.pdf [Setembro, 2022].

Özakıncı, R., & Tarhan, A. (2023). A decision analysis approach for selecting software defect prediction method in the early phases. *Software Quality Journal*, *31*(1), 121-177.

Ozkaya, G., & Erdin, C. (2020). Evaluation of smart and sustainable cities through a hybrid MCDM approach based on ANP and TOPSIS technique. *Heliyon*, *6*(10), 1-22.

Paiva, B., Ferreira, F., Carayannis, E., Zopounidis, C., Ferreira, J., Pereira, L., & Dias, P. (2021). Strategizing sustainability in the banking industry using fuzzy cognitive maps and system dynamics. *International Journal of Sustainable Development and World Ecology*, *28*(2), 93-108.

Pansera, M. (2013). Frugality, grassroots and inclusiveness: New challenges for mainstream innovation theories. *African Journal of Science, Technology, Innovation and Development*, *5*(6), 469-478.

Paradowski, B., Więckowski, J., & Dobryakova, L. (2020). Why TOPSIS does not always give correct results?. *Procedia Computer Science*, *176*, 3591-3600.

Pisoni, A., Michelini, L., & Martignoni, G. (2018). Frugal approach to innovation: State of the art and future perspectives. J*ournal of Cleaner Production*, *171*, 107-126.

Prabhu, J. (2017). Frugal innovation: Doing more with less for more. *Philosophical Transactions of The Royal Society A*, *375*, 1-22.

Prahalad, C. (2004). *The Fortune at the Bottom of the Pyramid*. New Jersey: Wharton School Publishing.

Radjou, N., & Prabhu, P. (2014). *Frugal Innovation: How to Do More with Less*. London: Profile Books Limited.

Radjou, N., Prabhu, J., & Ahuja, S. (2012). *Jugaad Innovation: Think Frugal, be Flexible, Generate Breakthrough Growth*. San Francisco: Jossey-Bass.

Rao, B. (2013). How disruptive is frugal? *Technology in Society*, *35*(1), 65-73.

Recomendação da Comissão Europeia, de 6 de maio de 2003. Disponível online em: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/ALL/?uri=CELEX%3A32003H0361 [Setembro, 2022].

Rezaei, J. (2015). Best-worst multi-criteria decision-making method. *Omega – The International Journal of Management Science*, *53*, 49-57.

Rocha, R., Ferreira, F., Milici, A., Banaitienė, N., & Banaitis, A. (2022). Enhancing innovation culture: the case of multinational advertising agency VMLY&R Lisboa. *Technological and Economic Development of Economy*, *28*(5), 1476-1501.

Rodrigues, J., Ferreira, F., Pereira, L., Carayannis, E., & Ferreira, J. (2022). Banking digitalization: (Re)Thinking strategies and trends using problem structuring methods. *IEEE Transactions on Engineering Management*, *69*(4), 1517-1531.

Rosário, M., Ferreira, F., Çipi, A., Ilander G., & Banaitienė, N. (2021). "Should I stay or should I go?": A multiple-criteria group decision-making approach to SME internationalization. *Technological and Economic Development of Economy*, *27*(4), 876-899.

Rosca, E., Arnold, M., & Bendul, J. (2017). Business models for sustainable innovation: An empirical analysis of frugal products and services. *Journal of Cleaner Production*, *162*, S133-S154.

Rosenhead, J., & Mingers, J. (2001). *Rational Analysis for a Problematic World Revisited: Problem Structuring Methods for Complexity, Uncertainty and Conflict*. Chichester: Wiley.

Rosenhead, J. (1996). What's the problem? An introduction to problem structuring methods. *Interfaces*, *26*, 117-131.

Rosenhead, J. (2006). Past, present and future of problem structuring methods. *Journal of the Operational Research Society*, *57*(7), 759-765.

Rosenhead, J. (2013). Problem structuring methods. In: S. Gass, M. Fu (Eds.), *Encyclopedia of Operations Research and Management Science* (3rd Edition, pp. 1162-1172). Boston: Springer.

Rosenhead, J. (1989). *Rational Analysis for a Problematic World*. Chichester: Wiley.

Santos, L., Borini, F., Oliveira, M., Rossetto D., & Bernardes, R. (2020b). Bricolage as capability for frugal innovation in emerging markets in times of crisis. *European Journal of Innovation Management*, *25*(2), 413-432.

Santos, L., Borini, F., & Júnior, M. (2020a). In search of the frugal innovation strategy. *Review of International Business and Strategy*, *30*(2), 245-263.

Sarkar, S., & Mateus, S. (2022). Value creation using minimal resources: A meta-synthesis of frugal innovation. *Technological Forecasting and Social Change*, *179*, 1-19.

Sarraf, A., Mohaghar, A., & Bazargani, H. (2012). Developing TOPSIS method using statistical normalization for selecting Knowledge management strategies. *Journal of Industrial Engineering and Management*, *6*(4), 860-875.

Shibin, K., Dubey, R., Gunasekaran, A., Luo, Z., Papadopoulos, T., & Roubaud, D. (2018). Frugal innovation for supply chain sustainability in SMEs: Multi-method research design. *Production Planning & Control*, *29*(11), 908-927.

Siau, K., & Tan, X. (2008). Use of cognitive mapping techniques in information systems development. *Journal of Computer Information Systems*, *48*(4), 49-57.

Silva, A., Ferreira, F., Carayannis, E., & Ferreira, J. (2021). Measuring SMEs' propensity for open innovation using cognitive mapping and MCDA. *IEEE Transactions on Engineering Management*, *68*(2), 396-407.

Simula, H., Hossain, M., & Halme, M. (2015). Frugal and reverse innovations: Quo Vadis? *Current Science*, *109*(5), 1-6.

Smith, C., & Shaw, D. (2019). The characteristics of problem structuring methods: A literature review. *European Journal of Operational Research*, *274*(2), 403-416.

Swan, J. (1997). Using cognitive mapping in management research: Decisions about technical innovation. *British Journal of Management*, *8*, 183-198.

The Economist (18 de abril, 2009). Health care in India: Lessons from a frugal innovator. *The Economist*, 67-68. Disponível online em: https://www.economist.com/business/2009/04/16/lessons-from-a-frugal-innovator [Setembro, 2022].

Tiwari, R., Fischer, L., & Kalogerakis, K. (2016a). Frugal innovation in scholarly and social discourse: An assessment of trends and potential societal implications. *TUHH Universitätsbibliothek*. Disponível online em: https://tore.tuhh.de/handle/11420/1291 [Agosto, 2022].

Tiwari, R., Kalogerakis, K., & Herstatt, C. (3-6 de julho, 2016b). Frugal innovations in the mirror of scholarly discourse: Tracing theoretical basis and antecedents. *R&D Management Conference 2016, UK*. Disponível online em: https://www.researchgate.net/publication/305895975_Frugal_Innovations_in_the_mirror_of_scholarly_discourse_Tracing_theoretical_basis_and_antecedents [Setembro, 2022].

Tolman, C. (1948). Cognite maps in rats and men. *Psychological Review*, *55*(4), 189-208.

Vaz, A., Ferreira, F., Pereira, L., Correia, R., & Banaitis, A. (2022). Strategic visualization: The (real) usefulness of cognitive mapping in smart city conceptualization. *Management Decision*, *60*(4), 916-939.

Weyrauch, T., & Herstatt, C. (2016). What is frugal innovation? Three defining criteria. *Journal of Frugal Innovation*, *2*(1), 1-17.

Winkler, T., Ulz, A., Knöbl, W., & Lercher, H. (2020). Frugal innovation in developed markets: Adaption of a criteria-based evaluation model. *Journal of Innovation & Knowledge, 5*(4), 251-259.

Wohlfart, L., Bünger, M., Lang-Koetz, C., & Wagner, F. (2016). Corporate and grassroot frugal innovation: A comparison of top-down and bottom-up strategies. *Technology Innovation Management Review*, *6*(4), 5-17.

Zedtwitz, M., Corsi, S., Søberg, P., & Frega, R. (2014). A typology of reverse innovation. *Journal of Product Innovation Management*, *32*(1), 12-28.

Zeschky, M., Widenmayer, B., & Gassmann, O. (2011). Frugal innovation in emerging markets. *Research-Technology Management*, *54*(4), 38-45.

APÊNDICES

Apêndice A – Cluster 1 – Recursos Humanos

Quadro A1: Matriz de Decisão (*A*) Preenchida na Segunda Sessão de Grupo – *Cluster* 1

	SC11	SC12	SC9	SC42	SC10	SC27	SC35
Alpha 1	3	4	3	3	4	3	3
Alpha 2	4	3	3	3	3	4	3
Alpha 3	4	4	4	4	4	5	3
Alpha 4	4	3	4	4	4	5	4
Alpha 5	4	4	4	4	5	5	4
Alpha 6	3	3	3	3	3	3	3
Alpha 7	3	4	5	3	4	3	4
Alpha 8	4	4	5	5	4	5	4
Alpha 9	4	5	5	4	4	5	4
Alpha 10	3	4	5	3	4	4	3

Quadro A2: Matriz de Decisão Padrão (*R*) – *Cluster* 1

	SC11	SC12	SC9	SC42	SC10	SC27	SC35
Alpha 1	0.261116	0.328798	0.226779	0.259161	0.321288	0.221163	0.268328
Alpha 2	0.348155	0.246598	0.226779	0.259161	0.240966	0.294884	0.268328
Alpha 3	0.348155	0.328798	0.302372	0.345547	0.321288	0.368605	0.268328
Alpha 4	0.348155	0.246598	0.302372	0.345547	0.321288	0.368605	0.357771
Alpha 5	0.348155	0.328798	0.302372	0.345547	0.401610	0.368605	0.357771
Alpha 6	0.261116	0.246598	0.226779	0.259161	0.240966	0.221163	0.268328
Alpha 7	0.261116	0.328798	0.377964	0.259161	0.321288	0.221163	0.357771
Alpha 8	0.348155	0.328798	0.377964	0.431934	0.321288	0.368605	0.357771
Alpha 9	0.348155	0.410997	0.377964	0.345547	0.321288	0.368605	0.357771
Alpha 10	0.261116	0.328798	0.377964	0.259161	0.321288	0.294884	0.268328

Quadro A3: Cálculos Intermédios

$\boldsymbol{w_i}$

	SC11	SC12	SC9	SC42	SC10	SC27	SC35
w_i	0.142857	0.142857	0.142857	0.142857	0.142857	0.142857	0.142857

Quadro A4: Matriz de Decisão Padrão Ponderada (*V*) – *Cluster* 1

	SC11	SC12	SC9	SC42	SC10	SC27	SC35
Alpha 1	0.037302	0.046971	0.032397	0.037023	0.045898	0.031595	0.038333
Alpha 2	0.049736	0.035228	0.032397	0.037023	0.034424	0.042126	0.038333
Alpha 3	0.049736	0.046971	0.043196	0.049364	0.045898	0.052658	0.038333
Alpha 4	0.049736	0.035228	0.043196	0.049364	0.045898	0.052658	0.051110
Alpha 5	0.049736	0.046971	0.043196	0.049364	0.057373	0.052658	0.051110
Alpha 6	0.037302	0.035228	0.032397	0.037023	0.034424	0.031595	0.038333
Alpha 7	0.037302	0.046971	0.053995	0.037023	0.045898	0.031595	0.051110
Alpha 8	0.049736	0.046971	0.053995	0.061705	0.045898	0.052658	0.051110
Alpha 9	0.049736	0.058714	0.053995	0.049364	0.045898	0.052658	0.051110
Alpha 10	0.037302	0.046971	0.053995	0.037023	0.045898	0.042126	0.038333

Quadro A5: Conjunto de Soluções Ideais (A^+) e de Ideais Negativas (A^-) – *Cluster* 1

	SC11	SC12	SC9	SC42	SC10	SC27	SC35
$\mathbf{A^+}$	0.049736	0.058714	0.053995	0.061705	0.057373	0.052658	0.051110
$\mathbf{A^-}$	0.037302	0.035228	0.032397	0.037023	0.034424	0.031595	0.038333

Quadro A6: Cálculo da Medida de Discriminação Ideal (S_i^+) e da Discriminação Ideal Negativa (S_i^-) e da proximidade à solução ideal (C_i^+) – *Cluster* 1

	SC11	SC12	SC9	SC42	SC10	SC27	SC35	S_i^+	S_i^-	C_i^+	Rank
Alpha 1	0.037302	0.046971	0.032397	0.037023	0.045898	0.031595	0.038333	0.045899	0.016418	0.263460	**8**
Alpha 2	0.049736	0.035228	0.032397	0.037023	0.034424	0.042126	0.038333	0.049276	0.016295	0.248509	**9**
Alpha 3	0.049736	0.046971	0.043196	0.049364	0.045898	0.052658	0.038333	0.026490	0.033716	0.560004	**4**
Alpha 4	0.049736	0.035228	0.043196	0.049364	0.045898	0.052658	0.051110	0.030857	0.034090	0.524888	**5**
Alpha 5	0.049736	0.046971	0.043196	0.049364	0.057373	0.052658	0.051110	0.020170	0.041170	0.671184	**3**
Alpha 6	0.037302	0.035228	0.032397	0.037023	0.034424	0.031595	0.038333	0.053995	0.000000	0.000000	**10**
Alpha 7	0.037302	0.046971	0.053995	0.037023	0.045898	0.031595	0.051110	0.038432	0.029988	0.438295	**7**
Alpha 8	0.049736	0.046971	0.053995	0.061705	0.045898	0.052658	0.051110	0.016418	0.045899	0.736540	**1**
Alpha 9	0.049736	0.058714	0.053995	0.049364	0.045898	0.052658	0.051110	0.016851	0.045426	0.729416	**2**
Alpha 10	0.037302	0.046971	0.053995	0.037023	0.045898	0.042126	0.038333	0.036160	0.029102	0.445928	**6**

Apêndice B – Cluster 2 – Contexto de Mercado

Quadro B1: Matriz de Decisão (*A*) Preenchida na Segunda Sessão de Grupo – *Cluster* 2

	SC88	SC66	SC48	SC84	SC75	SC55	SC62
Alpha 1	4	3	4	2	5	4	4
Alpha 2	3	3	3	2	3	4	3
Alpha 3	3	3	3	3	3	4	4
Alpha 4	3	3	3	3	4	4	4
Alpha 5	4	4	4	3	4	3	5
Alpha 6	3	3	3	3	3	3	3
Alpha 7	4	3	4	2	3	5	5
Alpha 8	5	4	5	5	5	5	5
Alpha 9	5	5	5	5	5	5	5
Alpha 10	5	4	4	4	5	4	4

Quadro B2: Matriz de Decisão Padrão (*R*) – *Cluster* 2

	SC88	SC66	SC48	SC84	SC75	SC55	SC62
Alpha 1	0.317221	0.266207	0.326599	0.187317	0.385758	0.304114	0.296500
Alpha 2	0.237915	0.266207	0.244949	0.187317	0.231455	0.304114	0.222375
Alpha 3	0.237915	0.266207	0.244949	0.280976	0.231455	0.304114	0.296500
Alpha 4	0.237915	0.266207	0.244949	0.280976	0.308607	0.304114	0.296500
Alpha 5	0.317221	0.354943	0.326599	0.280976	0.308607	0.228086	0.370625
Alpha 6	0.237915	0.266207	0.244949	0.280976	0.231455	0.228086	0.222375
Alpha 7	0.317221	0.266207	0.326599	0.187317	0.231455	0.380143	0.370625
Alpha 8	0.396526	0.354943	0.408248	0.468293	0.385758	0.380143	0.370625
Alpha 9	0.396526	0.443678	0.408248	0.468293	0.385758	0.380143	0.370625
Alpha 10	0.396526	0.354943	0.326599	0.374634	0.385758	0.304114	0.296500

Quadro B3: Cálculos Intermédios

$\boldsymbol{w_i}$

	SC88	SC66	SC48	SC84	SC75	SC55	SC62
w_i	0.142857	0.142857	0.142857	0.142857	0.142857	0.142857	0.142857

Quadro B4: Matriz de Decisão Padrão Ponderada (*V*) – *Cluster* 2

	SC88	SC66	SC48	SC84	SC75	SC55	SC62
Alpha 1	0.045317	0.038030	0.046657	0.026760	0.055108	0.043445	0.042357
Alpha 2	0.033988	0.038030	0.034993	0.026760	0.033065	0.043445	0.031768
Alpha 3	0.033988	0.038030	0.034993	0.040139	0.033065	0.043445	0.042357
Alpha 4	0.033988	0.038030	0.034993	0.040139	0.044087	0.043445	0.042357
Alpha 5	0.045317	0.050706	0.046657	0.040139	0.044087	0.032584	0.052946
Alpha 6	0.033988	0.038030	0.034993	0.040139	0.033065	0.032584	0.031768
Alpha 7	0.045317	0.038030	0.046657	0.026760	0.033065	0.054306	0.052946
Alpha 8	0.056647	0.050706	0.058321	0.066899	0.055108	0.054306	0.052946
Alpha 9	0.056647	0.063383	0.058321	0.066899	0.055108	0.054306	0.052946
Alpha 10	0.056647	0.050706	0.046657	0.053519	0.055108	0.043445	0.042357

Quadro B5: Conjunto de Soluções Ideais (A^+) e de Ideais Negativas (A^-) – *Cluster* 2

	SC88	SC66	SC48	SC84	SC75	SC55	SC62
A^+	0.056647	0.063383	0.058321	0.066899	0.055108	0.054306	0.052946
A^-	0.033988	0.038030	0.034993	0.026760	0.033065	0.032584	0.031768

Quadro B6: Cálculo da Medida de Discriminação Ideal (S_i^+) e da Discriminação Ideal Negativa (S_i^-) e da proximidade à solução ideal (C_i^+) – *Cluster* 2

	SC88	SC66	SC48	SC84	SC75	SC55	SC62	S_i^+	S_i^-	C_i^+	Rank
Alpha 1	0.045317	0.038030	0.046657	0.026760	0.055108	0.043445	0.042357	0.052426	0.031312	0.373926	**6**
Alpha 2	0.033988	0.038030	0.034993	0.026760	0.033065	0.043445	0.031768	0.066060	0.010861	0.141199	**10**
Alpha 3	0.033988	0.038030	0.034993	0.040139	0.033065	0.043445	0.042357	0.055969	0.020227	0.265458	**8**
Alpha 4	0.033988	0.038030	0.034993	0.040139	0.044087	0.043445	0.042357	0.052612	0.023035	0.304502	**7**
Alpha 5	0.045317	0.050706	0.046657	0.040139	0.044087	0.032584	0.052946	0.041648	0.034266	0.451379	**4**
Alpha 6	0.033988	0.038030	0.034993	0.040139	0.033065	0.032584	0.031768	0.061829	0.013380	0.177903	**9**
Alpha 7	0.045317	0.038030	0.046657	0.026760	0.033065	0.054306	0.052946	0.054811	0.034421	0.385746	**5**
Alpha 8	0.056647	0.050706	0.058321	0.066899	0.055108	0.054306	0.052946	0.012677	0.065083	0.836978	**2**
Alpha 9	0.056647	0.063383	0.058321	0.066899	0.055108	0.054306	0.052946	0.000000	0.068687	1.000000	**1**
Alpha 10	0.056647	0.050706	0.046657	0.053519	0.055108	0.043445	0.042357	0.026568	0.047352	0.640585	**3**

Apêndice C – Cluster 3 – Processos Internos

Quadro C1: Matriz de Decisão (*A*) Preenchida na Segunda Sessão de Grupo – *Cluster* 3

	SC94	SC95	SC102	SC97	SC117	SC98	SC109
Alpha 1	3	4	4	3	5	4	3
Alpha 2	3	3	3	3	3	4	3
Alpha 3	4	4	4	3	4	4	3
Alpha 4	4	3	3	3	5	5	3
Alpha 5	4	4	4	4	3	4	3
Alpha 6	3	3	3	3	3	4	3
Alpha 7	4	4	5	4	4	5	2
Alpha 8	4	5	5	4	5	5	2
Alpha 9	5	4	4	4	5	5	2
Alpha 10	5	3	4	3	4	5	3

Quadro C2: Matriz de Decisão Padrão (*R*) – *Cluster* 3

	SC94	SC95	SC102	SC97	SC117	SC98	SC109
Alpha 1	0.239426	0.336861	0.319235	0.276172	0.377964	0.279372	0.346410
Alpha 2	0.239426	0.252646	0.239426	0.276172	0.226779	0.279372	0.346410
Alpha 3	0.319235	0.336861	0.319235	0.276172	0.302372	0.279372	0.346410
Alpha 4	0.319235	0.252646	0.239426	0.276172	0.377964	0.349215	0.346410
Alpha 5	0.319235	0.336861	0.319235	0.368230	0.226779	0.279372	0.346410
Alpha 6	0.239426	0.252646	0.239426	0.276172	0.226779	0.279372	0.346410
Alpha 7	0.319235	0.336861	0.399043	0.368230	0.302372	0.349215	0.230940
Alpha 8	0.319235	0.421076	0.399043	0.368230	0.377964	0.349215	0.230940
Alpha 9	0.399043	0.336861	0.319235	0.368230	0.377964	0.349215	0.230940
Alpha 10	0.399043	0.252646	0.319235	0.276172	0.302372	0.349215	0.346410

Quadro C3: Cálculos Intermédios

$\boldsymbol{w_i}$

	SC94	SC95	SC102	SC97	SC117	SC98	SC109
w_i	0.142857	0.142857	0.142857	0.142857	0.142857	0.142857	0.142857

Quadro C4: Matriz de Decisão Padrão Ponderada (*V*) – *Cluster* 3

	SC94	SC95	SC102	SC97	SC117	SC98	SC109
Alpha 1	0.034204	0.048123	0.045605	0.039453	0.053995	0.039910	0.049487
Alpha 2	0.034204	0.036092	0.034204	0.039453	0.032397	0.039910	0.049487
Alpha 3	0.045605	0.048123	0.045605	0.039453	0.043196	0.039910	0.049487
Alpha 4	0.045605	0.036092	0.034204	0.039453	0.053995	0.049888	0.049487
Alpha 5	0.045605	0.048123	0.045605	0.052604	0.032397	0.039910	0.049487
Alpha 6	0.034204	0.036092	0.034204	0.039453	0.032397	0.039910	0.049487
Alpha 7	0.045605	0.048123	0.057006	0.052604	0.043196	0.049888	0.032991
Alpha 8	0.045605	0.060154	0.057006	0.052604	0.053995	0.049888	0.032991
Alpha 9	0.057006	0.048123	0.045605	0.052604	0.053995	0.049888	0.032991
Alpha 10	0.057006	0.036092	0.045605	0.039453	0.043196	0.049888	0.049487

Quadro C5: Conjunto de Soluções Ideais (A^+) e de Ideais Negativas (A^-) – *Cluster* 3

	SC94	SC95	SC102	SC97	SC117	SC98	SC109
$\mathbf{A^+}$	0.057006	0.060154	0.057006	0.052604	0.053995	0.049888	0.049487
$\mathbf{A^-}$	0.034204	0.036092	0.034204	0.039453	0.032397	0.039910	0.032991

Quadro C6: Cálculo da Medida de Discriminação Ideal (S_i^+) e da Discriminação Ideal Negativa (S_i^-) e da proximidade à solução ideal (C_i^+) – *Cluster* 3

	SC94	SC95	SC102	SC97	SC117	SC98	SC109	S_i^+	S_i^-	C_i^+	Rank
Alpha 1	0.034204	0.048123	0.045605	0.039453	0.053995	0.039910	0.049487	0.032668	0.031833	0.493525	**6**
Alpha 2	0.034204	0.036092	0.034204	0.039453	0.032397	0.039910	0.049487	0.048558	0.016496	0.253572	**10**
Alpha 3	0.045605	0.048123	0.045605	0.039453	0.043196	0.039910	0.049487	0.028175	0.028168	0.499938	**5**
Alpha 4	0.045605	0.036092	0.034204	0.039453	0.053995	0.049888	0.049487	0.037441	0.031115	0.453858	**8**
Alpha 5	0.045605	0.048123	0.045605	0.052604	0.032397	0.039910	0.049487	0.031157	0.029151	0.483370	**7**
Alpha 6	0.034204	0.036092	0.034204	0.039453	0.032397	0.039910	0.049487	0.048558	0.016496	0.253572	**10**
Alpha 7	0.045605	0.048123	0.057006	0.052604	0.043196	0.049888	0.032991	0.025758	0.034406	0.571877	**3**
Alpha 8	0.045605	0.060154	0.057006	0.052604	0.053995	0.049888	0.032991	0.020052	0.044361	0.688691	**1**
Alpha 9	0.057006	0.048123	0.045605	0.052604	0.053995	0.049888	0.032991	0.023385	0.039162	0.626125	**2**
Alpha 10	0.057006	0.036092	0.045605	0.039453	0.043196	0.049888	0.049487	0.031599	0.033738	0.516364	**4**

Apêndice D – Cluster 4 – Fatores Financeiros

Quadro D1: Matriz de Decisão (*A*) Preenchida na Segunda Sessão de Grupo – *Cluster* 4

	SC122	SC123	SC127	SC129	SC124
Alpha 1	3	3	3	4	4
Alpha 2	2	4	3	4	4
Alpha 3	3	3	3	5	4
Alpha 4	4	5	4	4	4
Alpha 5	3	4	4	5	5
Alpha 6	3	3	3	3	4
Alpha 7	3	5	3	5	4
Alpha 8	3	5	5	5	5
Alpha 9	2	5	5	4	5
Alpha 10	3	2	5	3	5

Quadro D2: Matriz de Decisão Padrão (*R*) – *Cluster* 4

	SC122	SC123	SC127	SC129	SC124
Alpha 1	0.321634	0.234978	0.243332	0.296500	0.285714
Alpha 2	0.214423	0.313304	0.243332	0.296500	0.285714
Alpha 3	0.321634	0.234978	0.243332	0.370625	0.285714
Alpha 4	0.428845	0.391630	0.324443	0.296500	0.285714
Alpha 5	0.321634	0.313304	0.324443	0.370625	0.357143
Alpha 6	0.321634	0.234978	0.243332	0.222375	0.285714
Alpha 7	0.321634	0.391630	0.243332	0.370625	0.285714
Alpha 8	0.321634	0.391630	0.405554	0.370625	0.357143
Alpha 9	0.214423	0.391630	0.405554	0.296500	0.357143
Alpha 10	0.321634	0.156652	0.405554	0.222375	0.357143

Quadro D3: Cálculos Intermédios

$\boldsymbol{w_i}$

	SC122	SC123	SC127	SC129	SC124
w_i	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2

Quadro D4: Matriz de Decisão Padrão Ponderada (*V*) – *Cluster* 4

	SC122	SC123	SC127	SC129	SC124
Alpha 1	0.064327	0.046996	0.048666	0.059300	0.057143
Alpha 2	0.042885	0.062661	0.048666	0.059300	0.057143
Alpha 3	0.064327	0.046996	0.048666	0.074125	0.057143
Alpha 4	0.085769	0.078326	0.064889	0.059300	0.057143
Alpha 5	0.064327	0.062661	0.064889	0.074125	0.071429
Alpha 6	0.064327	0.046996	0.048666	0.044475	0.057143
Alpha 7	0.064327	0.078326	0.048666	0.074125	0.057143
Alpha 8	0.064327	0.078326	0.081111	0.074125	0.071429
Alpha 9	0.042885	0.078326	0.081111	0.059300	0.071429
Alpha 10	0.064327	0.031330	0.081111	0.044475	0.071429

Quadro D5: Conjunto de Soluções Ideais (A^+) e de Ideais Negativas (A^-) – *Cluster* 4

	SC122	SC123	SC127	SC129	SC124
$\mathbf{A^+}$	0.085769	0.078326	0.081111	0.074125	0.071429
$\mathbf{A^-}$	0.042885	0.031330	0.048666	0.044475	0.057143

Quadro D6: Cálculo da Medida de Discriminação Ideal (S_i^+) e da Discriminação Ideal Negativa (S_i^-) e da proximidade à solução ideal (C_i^+) – *Cluster* 4

	SC122	SC123	SC127	SC129	SC124	S_i^+	S_i^-	C_i^+	Rank
Alpha 1	0.064327	0.046996	0.048666	0.059300	0.057143	0.054017	0.030413	0.360214	**9**
Alpha 2	0.042885	0.062661	0.048666	0.059300	0.057143	0.059674	0.034661	0.367424	**8**
Alpha 3	0.064327	0.046996	0.048666	0.074125	0.057143	0.051943	0.039803	0.433840	**6**
Alpha 4	0.085769	0.078326	0.064889	0.059300	0.057143	0.026211	0.067310	0.719730	**2**
Alpha 5	0.064327	0.062661	0.064889	0.074125	0.071429	0.031118	0.052799	0.629181	**3**
Alpha 6	0.064327	0.046996	0.048666	0.044475	0.057143	0.059810	0.026555	0.307475	**10**
Alpha 7	0.064327	0.078326	0.048666	0.074125	0.057143	0.041430	0.059561	0.589762	**4**
Alpha 8	0.064327	0.078326	0.081111	0.074125	0.071429	0.021442	0.069312	0.763734	**1**
Alpha 9	0.042885	0.078326	0.081111	0.059300	0.071429	0.045375	0.060705	0.572258	**5**
Alpha 10	0.064327	0.031330	0.081111	0.044475	0.071429	0.059561	0.041430	0.410238	**7**

Apêndice E – Cluster 5 – Tecnologia/Inovação

Quadro E1: Matriz de Decisão (*A*) Preenchida na Segunda Sessão de Grupo – *Cluster* 5

	SC146	SC136	SC134	SC145	SC133
Alpha 1	4	4	3	3	3
Alpha 2	3	3	3	3	3
Alpha 3	3	3	3	3	3
Alpha 4	3	3	4	3	3
Alpha 5	3	4	4	3	4
Alpha 6	4	3	3	3	4
Alpha 7	3	4	5	4	4
Alpha 8	5	5	5	4	5
Alpha 9	5	5	5	3	4
Alpha 10	3	4	3	2	4

Quadro E2: Matriz de Decisão Padrão (*R*) – *Cluster* 5

	SC146	SC136	SC134	SC145	SC133
Alpha 1	0.342997	0.326599	0.243332	0.301511	0.252646
Alpha 2	0.257248	0.244949	0.243332	0.301511	0.252646
Alpha 3	0.257248	0.244949	0.243332	0.301511	0.252646
Alpha 4	0.257248	0.244949	0.324443	0.301511	0.252646
Alpha 5	0.257248	0.326599	0.324443	0.301511	0.336861
Alpha 6	0.342997	0.244949	0.243332	0.301511	0.336861
Alpha 7	0.257248	0.326599	0.405554	0.402015	0.336861
Alpha 8	0.428746	0.408248	0.405554	0.402015	0.421076
Alpha 9	0.428746	0.408248	0.405554	0.301511	0.336861
Alpha 10	0.257248	0.326599	0.243332	0.201008	0.336861

Quadro E3: Cálculos Intermédios

w_i

	SC146	SC136	SC134	SC145	SC133
w_i	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2

Quadro E4: Matriz de Decisão Padrão Ponderada (*V*) – *Cluster* 5

	SC146	SC136	SC134	SC145	SC133
Alpha 1	0.068599	0.065320	0.048666	0.060302	0.050529
Alpha 2	0.051450	0.048990	0.048666	0.060302	0.050529
Alpha 3	0.051450	0.048990	0.048666	0.060302	0.050529
Alpha 4	0.051450	0.048990	0.064889	0.060302	0.050529
Alpha 5	0.051450	0.065320	0.064889	0.060302	0.067372
Alpha 6	0.068599	0.048990	0.048666	0.060302	0.067372
Alpha 7	0.051450	0.065320	0.081111	0.080403	0.067372
Alpha 8	0.085749	0.081650	0.081111	0.080403	0.084215
Alpha 9	0.085749	0.081650	0.081111	0.060302	0.067372
Alpha 10	0.051450	0.065320	0.048666	0.040202	0.067372

Quadro E5: Conjunto de Soluções Ideais (A^+) e de Ideais Negativas (A^-) – *Cluster* 5

	SC146	SC136	SC134	SC145	SC133
A^+	0.085749	0.081650	0.081111	0.080403	0.084215
A^-	0.051450	0.048990	0.048666	0.040202	0.050529

Quadro E6: Cálculo da Medida de Discriminação Ideal (S_i^+) e da Discriminação Ideal Negativa (S_i^-) e da proximidade à solução ideal (C_i^+) – *Cluster* 5

	SC146	SC136	SC134	SC145	SC133	S_i^+	S_i^-	C_i^+	Rank
Alpha 1	0.068599	0.065320	0.048666	0.060302	0.050529	0.056145	0.031062	0.356186	**6**
Alpha 2	0.051450	0.048990	0.048666	0.060302	0.050529	0.069531	0.020101	0.224259	**10**
Alpha 3	0.051450	0.048990	0.048666	0.060302	0.050529	0.069531	0.020101	0.224259	**10**
Alpha 4	0.051450	0.048990	0.064889	0.060302	0.050529	0.063601	0.025830	0.288827	**7**
Alpha 5	0.051450	0.065320	0.064889	0.060302	0.067372	0.048929	0.034893	0.416279	**4**
Alpha 6	0.068599	0.048990	0.048666	0.060302	0.067372	0.055688	0.031334	0.360073	**5**
Alpha 7	0.051450	0.065320	0.081111	0.080403	0.067372	0.041555	0.056738	0.577231	**3**
Alpha 8	0.085749	0.081650	0.081111	0.080403	0.084215	0.000000	0.077760	1.000000	**1**
Alpha 9	0.085749	0.081650	0.081111	0.060302	0.067372	0.026225	0.063115	0.706462	**2**
Alpha 10	0.051450	0.065320	0.048666	0.040202	0.067372	0.066299	0.023460	0.261362	**8**