INSTITUTO
UNIVERSITÁRIO
DE LISBOA

Análise de Dinâmicas Causais entre *Drivers* de Economia Circular em PMEs com Recurso a *Interpretive Structural Modeling* (ISM)

Pedro Sobral Pinto Castro de Oliveira

Mestrado em Gestão

Orientador:

Doutor Fernando Alberto Freitas Ferreira, Professor Catedrático

ISCTE Business School

Julho, 2023

Departamento de Marketing, Operações e Gestão Geral

Análise de Dinâmicas Causais entre *Drivers* de Economia Circular em PMEs com Recurso a *Interpretive Structural Modeling* (ISM)

Pedro Sobral Pinto Castro de Oliveira

Mestrado em Gestão

Orientador:

Doutor Fernando Alberto Freitas Ferreira, Professor Catedrático

ISCTE Business School

Julho, 2023

AGRADECIMENTOS

O desenvolvimento desta dissertação foi um enorme desafio para mim e tornou-se na concretização de um objetivo muito importante no meu percurso académico. Foi necessário trabalhar e sair da minha zona de conforto, tendo sido fundamental o apoio de todos aqueles que, de alguma forma, me apoiaram e incentivaram em todo o processo de elaboração desta dissertação.

Quero começar por agradecer a toda a minha família, em especial aos meus pais, que proporcionaram tudo aquilo que alcancei no meu percurso académico, apostando na minha formação. Quero também agradecer-lhes, tal como à minha irmã, por todo o apoio e ajuda que sempre me deram ao longo de todo o meu percurso escolar e académico. Foram fundamentais para que chegasse até aqui.

Em seguida, quero agradecer ao meu orientador, Professor Doutor Fernando Alberto Freitas Ferreira, por toda a ajuda que me deu e pela disponibilidade e dedicação que demonstrou ao longo de todo o processo de desenvolvimento desta dissertação. Foi, para mim, um enorme privilégio poder trabalhar com um profissional com tanto conhecimento e capacidade de orientação. A sua ajuda permitiu que conseguisse concluir este desafio.

Gostava também de deixar uma palavra de agradecimento a todos os meus amigos que sempre me incentivaram e apoiaram neste percurso. Agradeço também à minha namorada, pela disponibilidade, compreensão e toda ajuda que me deu desde o início.

Por fim, quero agradecer a todos aqueles que contribuíram para o desenvolvimento desta dissertação. Ao meu colega Vasco Prazeres, que me ajudou ao longo de todo o processo, despendendo partes do seu tempo para o fazer. Ao painel de decisores: Alexandra Palma, João Dias Costa, Madalena Nunes Diogo, Pedro Freitas, Pedro Palma, Pedro Santos Costa e Renato Sousa Antunes, agradeço toda a disponibilidade e paciência para me ajudarem. Quero ainda agradecer às duas especialistas da Organização Internacional do Trabalho (OIT), Mariana Trigo Pereira e Ana Paula Rosa, que consolidaram o presente estudo.

A Todos,

O Meu Sincero Obrigado!

Análise de Dinâmicas Causais entre *Drivers* de Economia Circular em PMEs com Recurso a *Interpretive Structural Modeling* (ISM)

RESUMO

Nos dias que correm, a economia circular tem vindo a posicionar-se como um meio utilizado pelas empresas para atingir os níveis de sustentabilidade pretendidos. Há cada vez mais empresas a incluir projetos e/ou atividades de economia circular nos seus negócios. A grande maioria destas empresas são pequenas e médias empresas (PMEs), que têm maior flexibilidade e facilidade em adotar este tipo de economia. Porém, muitas destas empresas falham na implementação de economia circular, por não terem *know-how* suficiente para o fazer. O principal objetivo deste estudo é desenvolver um modelo de apoio à tomada de decisão num contexto complexo de economia circular. O modelo desenvolvido irá permitir às empresas identificar *drivers* de economia circular, bem como analisar as relações de causalidade que se estabelecem entre esses mesmos *drivers*. O modelo tem por base a abordagem *Multiple Criteria Decision Analysis* (MCDA) e combina técnicas de mapeamento cognitivo com *Interpretive Structural Modeling* (ISM). A aplicação destas técnicas verificou-se no decurso de duas sessões de grupo com um painel de especialistas em economia circular com cargos de decisão em PMEs. Por fim, o modelo desenvolvido foi consolidado numa sessão de validação com duas colaboradoras da Organização Internacional do Trabalho (OIT), que deixaram ainda algumas recomendações práticas sobre o modelo.

Palavras-Chave: Economia Circular; *Interpretive Structural Modeling* (ISM); Mapeamento Cognitivo; Pequenas e Médias Empresas (PMEs); Sustentabilidade.

Códigos JEL: M10, M21, Q56.

Analyzing Casual Dynamics between Circular Economy Drivers in SMEs using Interpretive Structural Modeling (ISM)

ABSTRACT

Nowadays, circular economy has been positioning itself as a means used by companies to achieve the desired levels of sustainability. More and more companies are including circular economy projects and/or activities in their businesses. Most of these companies are SMEs, which have greater flexibility and ease in adopting this type of economy. However, some of them fail in the implementation of circular economy because they do not have enough know-how on the topic. The main objective of this study is to develop a model to support decision making in a complex circular economy context. The developed model will allow companies to identify circular economy drivers and analyze their cause-and-effect relationships. This model is based on the Multiple Criteria Decision Analysis (MCDA) approach and combines cognitive mapping and Interpretive Structural Modeling (ISM). The application of these techniques was carried out during two group sessions with a panel of expert in circular economy with decision making positions in SMEs. Finally, the developed model was discussed in a validation session with two decision makers from the International Labor Organization (ILO), who also left some recommendations.

Keywords: Circular Economy; Cognitive Mapping; Interpretive Structural Modeling (ISM); Small and Medium Enterprises (SMEs); Sustainability.

JEL Codes: M10, M21, Q56.

SUMÁRIO EXECUTIVO

A presente dissertação incide sobre o tema da economia circular. A economia circular tem sido, nos últimos anos, utilizada por cada vez mais empresas, na sua maioria pequenas e médias empresas (PMEs), que pretendem atingir os níveis de sustentabilidade a que são obrigadas e/ou que necessitam. Este tipo de economia, quando bem implementado, pode permitir às empresas diminuírem custos, facto que leva a que muitas empresas o tentem implementar. Aliado a isto, a crescente preocupação com a sustentabilidade, que leva as empresas a procurarem diminuir a sua pegada ecológica, influencia muitas empresas a incluir projetos de economia circular nos seus negócios e/ou atividades. Apesar de ser cada vez mais implementado, este ainda é um conceito recente no tecido empresarial, pelo que ainda há alguma escassez de *know-how* de economia circular em muitas empresas. Assim, o que acontece, por vezes, é que algumas empresas falham ou não têm sucesso na implementação de economia circular, por não terem *know-how* suficiente para o fazer. A economia circular tem sido alvo, nos últimos anos, de um crescimento exponencial em termos de estudos científicos e/ou académicos. Este é um tema que está na moda e que tem sido bastante aprofundado por vários autores. Todavia, existem duas grandes limitações transversais à globalidade dos estudos anteriores. A primeira prende-se com a forma pouco clara como são identificados os *drivers* de economia circular. A segunda limitação transversal advém da escassez de estudos que incidam sobre a análise das relações de causalidade que se estabelecem entre os *drivers* de economia circular. Com efeito, o presente estudo visa dar resposta a estas duas limitações transversais de estudos anteriores. Para tal, foi desenvolvido um modelo multicritério, que combina técnicas de apoio à tomada de decisão em problemas complexos. Este modelo assenta na abordagem *Multiple Criteria Decision Analysis* (MCDA), que se caracteriza, entre outros aspetos, por incluir objetividade e subjetividade e por considerar a otimização dispensável. A MCDA divide-se em três fases: (1) fase de estruturação do problema; (2) fase de avaliação; e (3) fase de recomendações. Para a fase de estruturação do problema deste estudo, foi utilizada a técnica do mapeamento cognitivo, que permitiu entender o contexto complexo em causa de uma forma clara e transparente. Para a fase de avaliação, foi aplicada a técnica *Interpretive Structural Modeling* (ISM), que permitiu identificar as relações de causalidade que se estabelecem entre os *drivers* de economia circular, bem como fazer uma hierarquia, por relevância, desses mesmos *drivers*. A aplicação destas técnicas iniciou-se com a constituição de um painel de especialistas. Para a seleção dos decisores que integraram o

painel foram tidos em conta os seguintes critérios: (1) os especialistas terem *know-how* sobre o conceito de economia circular; (2) terem cargos de decisão em PMEs; e (3) existir heterogeneidade no painel, em termos de género, experiência profissional e área de negócio. Na primeira sessão, foi pedido aos especialistas que identificassem *drivers* de economia circular, a partir da seguinte *trigger question: "Com base nos seus valores de experiência profissional, quais são os drivers/catalisadores de economia circular em PMEs?".* Depois de identificados vários fatores de influência, positiva ou negativa, de economia circular, os decisores agruparam todos os fatores em cinco *clusters*, nomeadamente: (1) *Produto*; (2) *Processos*; (3) *Político/Regulamentação*; (4) *Atitudes/Comportamentos*; e (5) *Comunicação/Sensibilização*. A partir da primeira sessão foi desenvolvido um mapa cognitivo de grupo. Na segunda sessão, este mapa cognitivo foi validado pelo painel de especialistas e, em seguida, deu-se a aplicação da ISM. A aplicação da ISM iniciou-se com *multi-voting*, em que foi pedido aos decisores que, dentro de cada *cluster*, votassem nos critérios que considerassem mais importantes. Em seguida, os especialistas classificaram as relações de causalidade estabelecidas para cada par de critérios, entre diretas (D), inversas (I), sem relação (A), ou bidirecionais (DI). A partir daqui, a técnica ISM foi aplicada e resultou na elaboração de um diagrama para cada *cluster.* Estes diagramas apresentam os critérios escolhidos pelo painel de decisores na primeira fase da segunda sessão, organizados hierarquicamente, em termos de importância. Os diagramas dos cinco *clusters* resultaram, depois, no diagrama final do modelo. Por fim, foi realizada uma sessão de consolidação de resultados com duas colaboradoras da Organização Internacional do Trabalho (OIT), que validaram o estudo e formularam algumas recomendações.

ÍNDICE GERAL

Principais Abreviaturas Utilizadas x

Capítulo 1 – Introdução ……. 1

1.1. Enquadramento Inicial do Tema ……..……..... 1

1.2. Sequência de Objetivos…….…….... 2

1.3. Metodologia de Investigação …….……..... 2

1.4. Estrutura ……. 3

1.5. Resultados Previstos ……..……..... 4

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

2.1. Fundamentos de Economia Circular ……..... 5

2.2. A Importância da Economia Circular para as PMEs ...……..... 7

2.3. Contributos e Limitações de Estudos Prévios ……..... 10

2.4. Principais Limitações Gerais ……..... 13

Sinopse do Capítulo 2 …...……. 14

Capítulo 3 – Enquadramento Metodológico …….……..……... 15

3.1. Estruturação de Problemas de Decisão …….…..... 15

3.2. Mapa Cognitivo e Relações Causais …….…..... 16

3.3. *Interpretive Structural Modeling* (ISM) ..……..... 17

3.4. Contributos para a Análise de Dinâmicas Causais entre *Drivers* de Economia Circular ……..…..... 20

Sinopse do Capítulo 3 ……...…….…… 21

Capítulo 4 – Aplicação e Análise de Resultados …….…..... 23

4.1. Estrutura Cognitiva ……..……..... 23

4.2. Aplicação da Técnica *Interpretive Structural Modeling* (ISM) …..... 28

4.3. Análise de Resultados e Recomendações ……..…….…..... 40

Sinopse do Capítulo 4 …...……..…..… 43

Capítulo 5 – Conclusão ……..……...……..…… 45
5.1. Principais Resultados e Limitações do Estudo ……..…….…… 45
5.2. Principais Contributos para a Análise de Drivers de Economia Circular .. 46
5.3. Pistas para Investigação Futura ……..……..... 47

Referências Bibliográficas …….. 49

ÍNDICE DE FIGURAS E TABELAS

FIGURAS

Figura 1 – Apresentações e Intodução da Plataforma *Miro* 24
Figura 2 – Primeira Fase da Segunda Sessão com o Painel 25
Figura 3 – Segunda Fase da Primeira Sessão com o Painel 25
Figura 4 – Terceira Fase da Primeira Sessão com o Painel 26
Figura 5 – Mapa Cognitivo de Grupo ……..... 27
Figura 6 – Terceira Fase da Segunda Sessão com o Painel 30
Figura 7 – Diagrama do *Cluster Produto* .....…..... 34
Figura 8 – Diagrama do *Cluster Processos* …..... 34
Figura 9 – Diagrama do *Cluster Comunicação/Sensibilização* 35
Figura 10 – Diagrama do *Cluster Atitudes/Comportamentos* 35
Figura 11 – Diagrama do *Cluster Político/Regulamentação* 37
Figura 12 – Análise MICMAC do *Cluster Processos* 38
Figura 13 – Diagrama Final do Estudo 39
Figura 14 – Sessão de Validação 41

TABELAS

Tabela 1– Contributos e Limitações de Estudos Prévios 11
Tabela 2 – *Drivers* Selecionados através do *Multi-Voting* 29
Tabela 3 – *Structural Self-Interaction Matrix* (SSIM) do *Cluster Processos* 31
Tabela 4 – *Reachability Matrix* (RM) do *Cluster Processos* 31
Tabela 5 – *Final Reachability Matrix* (FRM) do *Cluster Processos* 32
Tabela 6 – Hierarquização dos Critérios do *Cluster Processos* 32
Tabela 7 – Hierarquização dos Critérios do *Cluster Político/Regulamentação* 33

PRINCIPAIS ABREVIATURAS UTILIZADAS

EC	– Economia Circular
ISM	– *Interpretive Structural Modeling*
MCDA	– *Multiple Criteria Decision Analysis*
OIT	– Organização Internacional do Trabalho
PME	– Pequena e Média Empresa
SC	– *Specific Criterion*

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO

1.1 Enquadramento Inicial do Tema

Nos dias que correm, assistimos a uma crescente preocupação com a sustentabilidade, por parte da sociedade, a todos os níveis. Assim, também as empresas têm vindo a aumentar a procura por meios de sustentabilidade. Um destes meios – que tem ganho grande relevo nos últimos anos em termos de literatura – é a economia circular.

Temos vindo a assistir, nos últimos anos, a um crescimento exponencial de estudos científicos e/ou académicos na área da economia circular. Este era, há uns anos atrás, um tema pouco explorado/desenvolvido por parte da comunidade científica e académica. Porém, com a crescente procura de *know-how* sobre economia circular por parte das empresas, há cada vez mais autores a abordar este tema. Existem já diversos estudos sobre a definição e o conceito de economia circular, sobre as suas vantagens e desvantagens, bem como sobre as barreiras à sua implementação. Estão igualmente a ser desenvolvidos cada vez mais estudos sobre casos reais de implementação de economia circular em empresas, setores, indústrias e localidades.

Apesar do grande crescimento literário da economia circular, existem duas grandes limitações recorrentes nos estudos anteriores sobre este tema: (1) a forma pouco clara como estão organizados os *drivers* de economia circular; e (2) a escassez de estudos que analisem as relações de causalidade que se estabelecem entre esses *drivers*. Assim, o presente estudo tem como objetivo o desenvolvimento de um modelo que dê resposta a estas duas limitações. Este modelo multicritério propõe a aplicação de duas técnicas de apoio à tomada de decisão de problemas e/ou contextos complexos: (1) mapeamento cognitivo; e (2) *Interpretive Structural Modeling* (ISM). O modelo poderá ser uma importante ferramenta de apoio à decisão no processo de implementação de economia circular e/ou na resolução de problemas em contexto de economia circular. No ponto seguinte, será apresentada a sequência de objetivos do presente estudo.

1.2 Sequência de Objetivos

Atualmente, há cada vez mais empresas a usarem a economia circular como um meio para atingir níveis de sustentabilidade que necessitam e/ou a que são obrigadas por regulamentação. Muitas destas empresas falham neste processo e o motivo para este falhanço está, na maioria das vezes, na falta de *know-how* em economia circular. Uma empresa, quando está perante um projeto de economia circular, está sujeita a diversos fatores de influência, que poderão definir o sucesso ou insucesso do projeto em questão. Com efeito, é necessário que as empresas conheçam estes fatores de influência (*i.e.*, *drivers*), saibam de que forma a economia circular é influenciada e, também, quais são as relações de causalidade que se estabelecem entre estes *drivers*. Uma noção completa destes *drivers* de influência e das suas relações causais poderá ser muito importante no apoio à tomada de decisão em contextos complexos de economia circular.

Face ao exposto, o principal objetivo da presente dissertação é a ***conceção de um modelo que, através da combinação de técnicas de mapeamento cognitivo com Interpretive Structural Modeling (ISM), permita identificar drivers de economia circular em pequenas e médias empresas (PMEs) e analisar as suas relações causais***. Este modelo poderá tornar-se numa importante ferramenta para as empresas no apoio à tomada de decisão em contextos complexos na área da economia circular.

Para além do objetivo principal, o presente estudo tem ainda outros objetivos complementares, nomeadamente: (1) incluir elementos objetivos e subjetivos no modelo proposto; (2) contribuir para o aumento de *know-how* em economia circular por parte das empresas; (3) alargar o campo da investigação na área da economia circular; e (4) criar uma ferramenta de apoio à tomada de decisão para PMEs envolvidas em projetos de economia circular. Para a concretização destes objetivos, realizar-se-ão duas sessões de trabalho com um painel de especialistas, que irão partilhar conhecimentos e ideias sobre economia circular e que contribuirão para o desenvolvimento do modelo proposto. Depois de expostos os objetivos da presente dissertação, veremos, no tópico seguinte, a metodologia aplicada nesta investigação.

1.3 Metodologia da Investigação

Face aos objetivos anunciados, o desenvolvimento do modelo proposto irá ter por base uma metodologia específica para atingir esses mesmos objetivos. A metodologia aplicada na

presente dissertação passa pela abordagem *Multiple Criteria Decision Analysis* (MCDA), que inclui aspetos objetivos e subjetivos. Os dois métodos aplicados serão o mapeamento cognitivo e o *Interpretive Structural Modeling* (ISM). Estes métodos visam a resolução de problemas de decisão complexos e inserem-se no domínio da abordagem MCDA.

Na fase de estruturação do problema, será utilizado o mapeamento cognitivo. Este método permitirá ter uma visão global e mais clara de todo o problema em questão. No caso do presente modelo, através do mapeamento cognitivo, será possível identificar *drivers* de economia circular dispostos de uma forma organizada e de fácil compreensão. Será ainda possível identificar se a influência destes *drivers* na economia circular é positiva ou negativa. Na segunda fase da abordagem MCDA (*i.e.*, fase de avaliação do problema), será aplicado o ISM. Este método irá permitir identificar e analisar as relações de causalidade que se estabelecem entre os *drivers* de economia circular identificados na fase anterior. Para além disto, através do ISM, será ainda possível fazer uma hierarquização, em termos de relevância, dos *drivers* de economia circular. Assim, as empresas saberão que *drivers* são mais importantes e de que maneira é que se influenciam uns aos outros. No ponto seguinte, apresenta-se a estrutura da presente dissertação.

1.4 Estrutura

A presente dissertação segue uma estrutura formada por cinco capítulos: Introdução (*Capítulo 1*); Revisão de Literatura (*Capítulo 2*); Enquadramento Metodológico (*Capítulo 3*); Aplicação e Análise de Resultados (*Capítulo 4*); e Conclusões (*Capítulo 5*).

O *Capítulo 1* iniciou-se com um enquadramento geral do tema. Em seguida foram revelados os principais objetivos e a metodologia aplicada na investigação. Seguiu-se a estrutura no presente ponto e os resultados esperados. Avançando para o *Capítulo 2*, será feita uma revisão de literatura da economia circular. Neste capítulo, será analisado o conceito de economia circular, bem como as suas bases, fundamentos, envolventes, vantagens, barreiras e catalisadores. Posteriormente, serão identificados os contributos e as limitações de alguns estudos anteriores relacionados com a economia circular, procurando evidenciar as limitações gerais às quais será dada uma resposta na presente dissertação. O *Capítulo 3* apresenta o enquadramento metodológico, no qual serão explicadas as técnicas aplicadas (*i.e.*, mapeamento cognitivo e ISM), bem como a sua base científica (*i.e.*, MCDA). Ainda no terceiro capítulo, serão expostas as limitações e os contributos que estas técnicas poderão ter na análise to tema

em questão. No *Capítulo 4*, é feita a aplicação e análise de resultados, em que é descrita toda a componente prática do estudo, com a aplicação das técnicas utilizadas para a conceção do modelo proposto. Toda a componente prática deste estudo surgiu da realização de duas sessões de trabalho com um painel de especialistas em economia circular. No último tópico deste capítulo, é apresentada a consolidação dos resultados, que surge de uma sessão de consolidação, na qual o estudo foi validado por duas colaboradoras da Organização Internacional do Trabalho (OIT). Por fim, no *Capítulo 5*, serão expostos os principais resultados da investigação, bem como os principais contributos do estudo para o tema em análise. Serão ainda sugeridas algumas pistas para investigações futuras. No tópico seguinte apresentam-se os resultados esperados do presente estudo.

1.5 Resultados Esperados

Como referido anteriormente, este estudo visa o desenvolvimento de um modelo que, através da combinação de mapeamento cognitivo e ISM, permita identificar e analisar *drivers* de economia circular, bem como as suas relações causais.

O painel de decisores terá um papel fulcral no desenvolvimento deste modelo, pois será a partir das suas partilhas e interações que as técnicas propostas serão aplicadas. Assim, espera-se que os conhecimentos transmitidos pelos decisores permitam chegar ao modelo final proposto. No fim, espera-se que seja possível identificar diversos *drivers* de economia circular, verificando não só de que forma influenciam a economia circular, mas também de que forma se influenciam entre si. Espera-se ainda que seja definida uma hierarquia, em termos de relevância, dos *drivers* de economia circular anteriormente identificados.

No final de contas, o esperado é que o modelo desenvolvido possa servir como uma ferramenta de apoio à tomada de decisão a empresas que estão perante problemas complexos no contexto da economia circular. Depois de concluído este primeiro capítulo introdutório, segue-se a revisão de literatura no capítulo seguinte.

CAPÍTULO 2

ECONOMIA CIRCULAR NAS PMES

Nos dias de hoje, a sustentabilidade é uma preocupação em grande crescimento no mundo empresarial. Existe cada vez mais uma grande procura, por parte das pequenas e médias empresas (PMEs), de modelos de negócio mais sustentáveis e cada vez menos poluentes. Assim, a economia circular surge como um conceito que poderá dar resposta a esta necessidade das empresas. Neste capítulo, será exposto o conceito de economia circular, bem como as suas principais características e fundamentos. Veremos a importância deste conceito nas PMEs, que constituem a grande maioria do tecido empresarial a nível mundial. Serão analisados alguns estudos referentes à economia circular e as suas limitações e contributos para o tema em análise. O objetivo é dar resposta a duas grandes limitações identificadas em estudos anteriores, nomeadamente: (1) a forma pouco clara como são apresentados os *drivers* de economia circular; e (2) a escassez de análises às relações de causalidade que se estabelecem entre esses *drivers*.

2.1 Fundamentos da Economia Circular

Economia circular traduz-se, linguisticamente, no antónimo de economia linear. A economia linear baseia-se num sistema de apenas um sentido, resumindo-se à transformação de recursos naturais em desperdício, através da produção (Murray, Skene, & Haynes, 2017).

A economia circular é como um ciclo fechado formado pela extração e transformação de recursos e pela distribuição, uso e recuperação de bens e materiais (Park, Sarkis, & Wu, 2010; Stahel, 2016). Primeiramente, as empresas extraem recursos do meio ambiente para os transformar em produtos e serviços. Em seguida, estes produtos e serviços são distribuídos e consumidos por pessoas e outras empresas. Por fim, o ciclo é fechado pela recolha e recuperação dos bens, sendo nesta fase que a inovação tem grande importância para dar um novo valor aos bens utilizados (Stahel, 2016).

As primeiras definições explícitas de economia circular surgiram na China e o termo começou por ser definido como um fluxo de materiais fechado e cíclico, abrangendo todo o sistema económico (Geng & Doberstei, 2008). Para Peters, Weber, Guan e Hubacek (2007), as

características-base da economia circular seriam fechar os fluxos de materiais, reduzir os recursos e reciclar e reutilizar produtos, de modo a melhorar a qualidade de vida através do aumento da eficiência de recursos. Gregson, Crang, Fuller e Holmes (2015) acrescentam que a economia circular procura esticar ao máximo a vida dos produtos e materiais, recuperando-os depois de serem consumidos. Assim, a lógica da economia circular traduz-se em reutilizar aquilo que for possível, reciclar aquilo que não for possível reutilizar, reparar o que estiver estragado e reconstruir o que não puder ser reparado (Stahel, 2016).

Existem múltiplas definições de economia circular. Prieto-Sandoval, Jaca e Ormazabal (2018), por exemplo, reuniram vários documentos de diferentes autores com o objetivo de chegar a uma definição coesa e coerente de economia circular. Os autores apresentam quatro componentes que se incluem no conceito de economia circular, nomeadamente: (1) circulação de recursos e energia com diminuição da procura de recursos e adição de valor aos bens usados; (2) abordagem ao nível micro, meso e macro; (3) economia circular como um caminho para a sustentabilidade ambiental; e (4) relação próxima com o nível de inovação da sociedade. Deste modo, a definição explícita e coesa dada por Prieto-Sandoval *et al.* (2018, p. 610) é:

> *"The circular economy is an economic system that represents a change of paradigm in the way that human society is interrelated with nature and aims to prevent the depletion of resources, close energy and materials loops, and facilitate sustainable development through its implementation at the micro (enterprises and consumers), meso (economic agents integrated in symbiosis) and macro (city, regions and governments) levels. Attaining this circular model requires cyclical and regenerative environmental innovations in the way society legislates, produces and consumes".*

Com efeito, é importante compreender melhor a segunda componente do conceito de economia circular dado por Prieto-Sandoval *et al.* (2018). Existem três níveis distintos de abordagem na implementação da economia circular: (1) micro; (2) meso; e (3) macro (Yuan, Bi, & Moriguichi, 2006). No nível micro, ou seja, das empresas e consumidores, o foco está em melhorar os processos internos e desenvolver a eco inovação. Consequentemente, a disposição das empresas para implementar economia circular será tão elevada quanto o nível de maturidade de gestão ambiental que as empresas possuem. Isto deve-se ao impacto positivo que a implementação da economia circular tem junto dos consumidores, bem como à redução de custos que lhe está associada (Ormazabal, Prieto-Sandoval, Jaca, & Santos, 2016). Já no nível

meso, incluem-se as empresas que estão inseridas em simbioses industriais e que beneficiam da economia regional, uma vez que recolhem os resíduos reciclados de toda a região envolvente (Geng, Fu, Sarkis, & Xue, 2012). Finalmente, no nível macro, o foco está no desenvolvimento de eco cidades, através do desenvolvimento de políticas ambientais (Yuan *et al.*, 2006). A economia circular abrange diversos tópicos que acabam por constituir a sua base, tais como: (1) ações para aumentar a vida dos produtos e a eficiência dos materiais; (2) produção e consumo sustentável; (3) gestão de resíduos e redes de recuperação de bens; e (4) cadeias de abastecimento como ciclos fechados e abordagens *"cradle to cradle"*. O conceito *"cradle to cradle"* sugere produtos que, depois de usados, se tornam em recursos para novos produtos (De Pauw, Karana, Kandachar, & Poppelaars, 2014).

Tal como referido anteriormente, a inovação é um pilar fundamental da economia circular, principalmente a inovação na produção, legislação e na forma como os consumidores usam os produtos (Prieto-Sandoval *et al.*, 2018). Assim, a inovação ambiental – ou eco inovação – tem evoluído ao longo do tempo, paralelamente à economia circular. Tal evolução é descrita por Hofstra e Huisingh (2014), que defendem ter havido uma grande mudança na visão da natureza, passando de uma visão antropocêntrica, para uma visão centrada na ecosfera. Esta mudança tem vindo a influenciar a forma como a sociedade se comporta, bem como o desenvolvimento da inovação ambiental.

Segundo Hofstra e Huisingh (2014), existem quatro tipos distintos de eco inovação, dois inseridos na visão antropocêntrica e dois na visão centrada na ecosfera. Focando apenas na visão centrada na ecosfera, a qual inclui a economia circular, os dois tipos de eco inovação são o cíclico e o regenerativo. A eco inovação cíclica conecta o homem e a natureza com os ecossistemas e melhora a capacidade de os sistemas fecharem os ciclos. Já a eco inovação regenerativa está relacionada com a capacidade de os ecossistemas criarem valor adicional para os humanos e para a natureza. Depois de abordados os principais fundamentos da economia circular, veremos no próximo ponto qual a importância deste conceito para as PMEs.

2.2 A Importância da Economia Circular para as PMEs

As PMEs representam 90% das empresas a nível mundial e empregam entre 50% a 60% da população mundial (Dey, Petridis, Petridis, Malesios, Nixon, & Ghosh, 2018). Deste modo, é importante perceber o conceito de economia circular no contexto das PMEs. Nem todas as empresas se encontram no mesmo nível de maturidade em termos ambientais e algumas nunca

ouviram falar de economia circular (Ormazabal *et al.*, 2016). Ormazabal, Sarriegi, Barkemeyer, Viles e McAnulla (2015) propõem seis fases de maturidade na gestão ambiental das empresas: (1) *Fase 1. Requisitos Legais*: a empresa identifica que requisitos a nível ambiental é obrigada a cumprir por Lei; (2) *Fase 2. Atribuição de Responsabilidade Ambiental:* a empresa atribui a uma pessoa a tarefa da gestão ambiental da empresa, de modo a cumprir os requisitos ambientais necessários; (3) *Fase 3. Sistematização*: a empresa formaliza a gestão ambiental, passando a ter um sistema de gestão ambiental certificado; (4) *Fase 4. ECO2*: a empresa tem uma atitude proativa na redução dos impactos ambientais, incentivando os seus trabalhadores a participar com ideias para melhorar a eficiência de forma a obter benefícios económicos; (5) *Fase 5. Produtos e Serviços Eco Inovadores*: a empresa desenvolve novos produtos ou serviços tendo em conta aspetos ambientais; e (6) *Fase 6. "Leading Green Company"*: a empresa torna-se uma referência ao nível da gestão ambiental, através do marketing e comunicação. As empresas com modelos de negócio mais flexíveis tendem a estar em fases de maturidade de gestão ambiental mais altas. Estas empresas mais sustentáveis disponibilizam informações aos seus clientes sobre como consumir corretamente os seus produtos, de modo a aumentar o ciclo de vida dos mesmos (Ormazabal *et al.*, 2016).

A implementação da economia circular nas empresas é um processo gradual, que começa com a introdução de medidas de reciclagem e reutilização de materiais. De seguida, são postas em prática medidas de minimização do consumo de energia, bem como a criação de novos produtos que têm em conta aspetos ambientais. Por fim, as empresas mais proativas na implementação de economia circular diminuem o seu consumo de água e passam a utilizar fontes de energia renováveis. A implementação deste tipo de medidas é feita gradualmente, começando com mediadas de controlo (*e.g.*, controlo dos níveis de poluição) e acabando com medidas proativas e de prevenção (Garcés-Ayerbe, Rivera-Torres, Suárez-Perales, & Hiz, 2019). Nas PMEs, a implementação da economia circular não é um processo fácil, já que estas empresas encontram algumas barreiras na transição para a economia circular. Segundo Ormazabal *et al.* (2016), as principais barreiras à economia circular que as PMEs encontram são: (1) falta de incentivos económicos por parte do governo; (2) falta de recursos técnicos e económicos nas empresas; e (3) falta de interesse no ambiente por parte dos consumidores.

Garcés-Ayerbe *et al.* (2019) propuseram a separação de dois tipos distintos de barreiras à economia circular. Por um lado, as barreiras encontradas pelas empresas proativas a nível ambiental e que já praticam algumas medidas de economia circular. Por outro lado, as barreiras das empresas reativas e que não praticam ações de cariz ambiental. Começando pelo segundo tipo de barreiras (*i.e.*, empresas sem práticas ambientais), as principais barreiras que impedem

as empresas de começar a implementar a economia circular são, principalmente, de cariz económico, como o elevado investimento necessário aliado à falta de financiamento. Já as empresas mais proativas na implementação da economia circular têm, como principais barreiras, os processos administrativos inerentes a este processo, a falta de regulamentação e a falta de recursos humanos para pôr em prática as medidas necessárias.

Rizos, Behrens, Gaast, Hofman, Ioannou, Kafyeke, Flamos, Rinaldi, Papadelis, Hirschnitz-Garbers e Topi (2016) também abordam o tema das barreiras à implementação da economia circular nas PMEs. Os autores destacam a falta de apoio tanto do lado da oferta (*i.e.*, fornecedores), como do lado da procura (*i.e.*, consumidores). No lado da oferta, existem poucos fornecedores que ofereçam os *inputs* necessários às PMEs para produzirem os seus produtos de forma sustentável e de acordo com a economia circular. Do lado da procura, o problema reside na falta de informação que os consumidores têm sobre a economia circular, que acabam por não consumir este tipo de produtos "amigos do ambiente", por não saberem os benefícios inerentes a este tipo de economia.

Outras barreiras com maior destaque são a falta de legislação e regulamentação por parte do governo e a falta de capital para investir na implementação da economia circular nas PMEs. Se, por um lado, existem algumas barreiras à implementação da economia circular por parte das PMEs, há também, por outro lado, alguns fatores que facilitam a implementação deste conceito. Rizos *et al.* (2016) abordaram este tema no contexto europeu, em que várias PMEs referiram a cultura ambiental da empresa como um dos fatores mais favoráveis à transição para economia circular. A mentalidade e o compromisso dos trabalhadores em mudar para novas práticas permitirá à empresa mudar para um modelo de economia circular. Outro fator referido por várias PMEs foi a criação de redes locais ou regionais com outras PMEs, para partilha de informação e conhecimento sobre a economia circular. O terceiro fator mais referido tem a ver com os benefícios inerentes à imagem que as PMEs acabam por ter ao transitar para a economia circular, passando a ser reconhecidas pelos consumidores como empresas mais "amigas" do ambiente.

A economia circular, quando bem implementada, traz diversos benefícios às PMEs. Para Ormazabal *et al.* (2016), as PMEs com alto nível de maturidade em termos de gestão ambiental referiram, na sua totalidade, três benefícios da economia circular: (1) aumento do prestígio da empresa junto dos consumidores; (2) redução de custos; e (3) garantia de sustentabilidade da empresa para o futuro. Ainda neste estudo, no contexto das PMEs do País Basco, foi concluído que a maioria das empresas do setor industrial não encontra nenhum benefício na implementação da economia circular. Rizos *et al.* (2016) referem como principais benefícios

da economia circular, a redução dos custos de materiais, a criação de vantagens competitivas e o surgimento de novos mercados para explorar. Concluída a análise da importância da economia circular nas PMEs, será importante analisar os contributos e as limitações de estudos anteriores para esta investigação.

2.3 Contributos e Limitações de Estudos Prévios

O conceito de economia circular teve, nos últimos tempos, um crescimento exponencial em termos de estudos científicos e académicos. Tal facto pode dever-se à crescente preocupação com a sustentabilidade por parte das empresas. Deste modo, já existem estudos focados não só na definição de economia circular, mas também nas suas características essenciais e nos seus benefícios e barreiras à implementação. Todos estes estudos trazem grandes contributos na presente investigação, para poder compreender toda a envolvente do conceito de economia circular. Verificou-se, assim, um grande avanço no que à literatura sobre economia circular diz respeito.

Ainda assim, existem algumas limitações nos estudos anteriores sobre economia circular. Algumas destas limitações são recorrentes. Na *Tabela 1* são apresentados alguns desses estudos, juntamente com os contributos e limitações.

Autor	Finalidade	Contribuições	Limitações
Geng e Doberstein (2008)	Descrever o conceito de economia circular e o seu desenvolvimento na China, bem como os desafios e barreiras à sua implementação.	Formulação de objetivos, legislação, políticas e medidas implementadas na China para promover a transição para a economia circular, de modo a diminuir o impacto ambiental que há no país.	Escassez de dados para o estudo. Estudo feito com base em experiências profissionais do autor.
Ormazabal *et al.* (2016)	Analisar a relação entre o nível de maturidade da gestão ambiental e o nível de implementação de economia circular nas PMEs do País Basco.	Existe uma relação positiva entre o nível de maturidade da gestão ambiental das empresas e a sua necessidade de implementar economia circular.	Amostra muito reduzida de apenas 17 PMEs.
Rizos *et al.* (2016)	Compreender quais são as principais barreiras e os fatores facilitadores à implementação da economia circular.	Principais barreiras: (1) falta de apoio por parte de fornecedores e consumidores; e (2) falta de capital. Principais fatores facilitadores: (1) cultura ambiental da empresa; e (2) criação de redes locais com outras PMEs.	Amostra reduzida de apenas 52 PMEs.
Prieto-Sandoval *et al.* (2018)	Propor uma definição coesa e consensual de economia circular e compreender a sua relação com eco inovação.	Mapa de conhecimento da economia circular, bem como as suas principais definições, princípios e determinantes. Exemplos de eco inovação desenvolvidos na implementação da economia circular.	Estudo feito com base maioritariamente em artigos académicos. Pesquisa de artigos feita apenas numa base de dados.
Garcés-Ayerbe *et al.* (2019)	Estudar práticas de economia circular e o seu processo de implementação nas PMEs europeias.	A implementação da economia circular é um processo gradual, que começa com medidas de controlo e acaba com medidas de prevenção.	Falta de dados para análise e, portanto, resultados muito iniciais.

Tabela 1. Contributos e Limitações de Estudos Prévios

Fonte: Elaboração própria

Com a evolução verificada nos últimos anos, o estudo da economia circular teve também um grande crescimento e é, neste momento, bastante amplo e abrangente. Os diferentes estudos abordados na presente dissertação complementam-se. O estudo de Prieto-Sandoval *et al.* (2018) trouxe contributos significativos para a definição de economia circular. Este estudo agrega inúmeras e distintas definições do conceito em análise, oriundas de diversos autores diferentes e ao longo do tempo. Em seguida, aborda os princípios e determinantes de economia circular e foca-se também na eco inovação, importante pilar deste tema. Deste modo, este é um estudo bastante abrangente, mas tem como grande limitação a sua fonte de pesquisa, já que este estudo se baseia maioritariamente em artigos académicos de apenas uma base de dados. Adicionalmente, Geng e Doberstein (2008) abordam também a definição explícita de economia circular, mas o seu grande contributo prende-se com o facto do seu estudo incidir num caso real na China. Os autores referem as medidas, políticas e legislação que foram implementadas na China para incentivar as empresas a transitarem para modos de economia circular, com o objetivo de diminuir o impacto ambiental que há no país. Ainda no âmbito de casos reais de implementação de economia circular, Ormazabal *et al.* (2016) focam-se na relação que há entre o nível de maturidade de gestão ambiental e a necessidade de implementar economia circular em PMEs do País Basco. Os autores concluem que esta relação é positiva, uma vez que as empresas mais maduras a nível ambiental acabam por perceber o prestígio e a redução de custos que a economia circular acarreta. A grande limitação deste estudo prende-se com a reduzida dimensão da amostra explorada.

Também Rizos *et al.* (2016) trouxeram contributos significativos para esta área de investigação. Complementando estudos anteriores, os autores abordam a temática dos determinantes e barreiras à implementação de economia circular por parte das PMEs. Embora a dimensão da amostra utilizada não seja muito extensa, foi possível identificar as barreiras mais comuns, bem como os fatores que facilitaram a implementação da economia circular a mais empresas. Garcés-Ayerbe *et al.* (2019) vão ao encontro do objetivo desta dissertação, já que o seu foco é a análise de práticas de economia circular, bem como o seu processo de implementação em PMEs europeias. Apesar de apresentarem resultados muito iniciais devido à falta de dados, os autores identificaram algumas práticas reais de economia circular e permitem compreender em que fase do processo de implementação é que as empresas se inserem. Depois de analisadas as principais limitações e os principais contributos de estudos anteriores, iremos analisar, no próximo tópico, as principais limitações gerais do conceito de economia circular e da sua literatura.

2.4 Principais Limitações Gerais

Para além das limitações de alguns dos estudos analisados acerca da economia circular, existem também algumas limitações do próprio conceito. Murray *et al.* (2017) apresenta três grandes limitações e/ou críticas ao conceito de economia circular: (1) possíveis confusões a nível da semântica, uma vez que existem outros conceitos na área da economia com as terminologias "circular" e até mesmo "linear", mas remetem para contextos completamente diferentes; (2) falta da dimensão social no conceito de economia circular. Os três pilares de sustentabilidade (*i.e.*, económico, ambiental e social) incluem explicitamente a dimensão social e, embora a implementação da economia circular possa, indiretamente, afetar socialmente as comunidades a diferentes níveis, este não é um objetivo ou parâmetro específico da economia circular. Como tal, sendo a economia circular um modelo de sustentabilidade, deveria incluir a dimensão social, que é um dos três pilares de sustentabilidade; e (3) consequências não-intencionais e objetivos demasiado simples da economia circular. Com efeito, muitas atividades aparentam ter impactos positivos a nível de sustentabilidade, mas acabam por ter impactos negativos a nível ambiental e ecológico. O excesso de simplificação surge do pensamento reducionista e dos modelos matemáticos, em que são removidas várias variáveis para chegar a conceitos mais maneáveis.

Posto isto, e agora focando nas principais limitações de estudos anteriores, estas poderão ser agregadas em duas grandes categorias. Em primeiro lugar, a escassez e a forma pouco clara como são identificados os determinantes da economia circular em PMEs. Para responder a esta limitação será utilizado, nesta dissertação, o mapeamento cognitivo, que irá permitir uma visualização mais clara e informada do problema complexo em causa, bem como identificar os principais e mais importantes determinantes (*i.e.*, fatores e/ou *drivers*) de economia circular. A segunda grande limitação é a escassez de estudos que analisem as relações de causalidade que se estabelecem entre os determinantes de economia circular. Deste modo, será aplicado, no presente estudo, o método ISM, que irá permitir identificar as relações de causalidade entre cada par de determinantes, bem como fazer uma hierarquização, em termos de relevância, desses mesmos determinantes. No próximo capítulo, será explicado todo o enquadramento metodológico do presente estudo, nomeadamente as fases de estruturação e de avaliação do problema complexo em análise. Será apresentado o mapeamento cognitivo, técnica utilizada na fase de estruturação, bem como o método ISM, que será aplicado na fase de avaliação.

SINOPSE DO CAPÍTULO 2

O presente capítulo apresenta a revisão de literatura do tema geral deste estudo (*i.e.*, a economia circular). No *ponto 2.1*, foram expostas algumas definições, características e fundamentos base da economia circular, essenciais para a compreensão do tema. Foram analisadas definições de diferentes autores, sendo possível identificar pontos em comum e pontos divergentes. Porém, na sua maioria, os autores referem a crescente importância que a economia circular tem e terá no panorama empresarial mundial. Foram identificados também alguns pilares fundamentais da economia circular, como a inovação e todas as suas implicações neste conceito. Em seguida, no *ponto 2.2*, vimos a importância que a economia circular pode ter nas PMEs. Foram apresentados alguns estudos que se focam na definição de práticas, determinantes, fatores de influência, benefícios e barreiras à implementação de economia circular em PMEs. Foi também possível, mais uma vez, identificar *drivers* comuns entre os diferentes estudos analisados. Alguns destes estudos baseiam-se em casos reais de processos de implementação de economia circular em diferentes contextos e locais geográficos, sendo bastante relevantes para o presente estudo. No *ponto 2.3*, foram expostos os principais contributos e limitações de alguns artigos analisados. Neste ponto, foi importante compreender que contributos poderão ter os estudos anteriores para a presente dissertação, bem como as suas limitações, que poderão ser resolvidas nesta dissertação. Por fim, no *ponto 2.4*, foram descritas as principais limitações gerais dos estudos anteriores e do conceito em si. As duas grandes limitações gerais são a forma pouco clara como são identificados os *drivers* de economia circular e a escassez de estudos que analisem as relações de causalidade que se estabelecem entre esses mesmos *drivers*. O objetivo desta dissertação será dar resposta a estas duas limitações, através de um modelo que combina duas técnicas de apoio à tomada de decisão em problemas complexos. Em primeiro lugar, o mapeamento cognitivo, permitirá uma visualização clara e informada dos *drivers* de economia circular. Posteriormente, através da aplicação ISM, será possível analisar as relações de causalidade estabelecidas entre cada par de *drivers*, bem como fazer uma hierarquia, em termos de relevância, desses mesmos *drivers*. Em suma, este capítulo foi fundamental para uma boa compreensão do conceito de economia circular.

CAPÍTULO 3

ENQUADRAMENTO METODOLÓGICO

Depois de apresentada uma revisão de literatura no âmbito da economia circular no capítulo anterior, torna-se relevante analisar a metodologia a utilizar na presente investigação. Ficou claro que faltam, em estudos anteriores, abordagens e análises de determinantes da economia circular, bem como das relações causais que se estabelecem entre si. Deste modo, podemos afirmar que estamos perante um contexto complexo, que requer metodologias e técnicas específicas. Será então necessária a utilização de duas técnicas: mapeamento cognitivo e *Interpretive Structural Modeling* (ISM), para a estruturação e avaliação do problema complexo em causa. Neste capítulo, será explicada toda a metodologia utilizada no presente estudo, bem como os seus possíveis contributos na resolução da problemática em questão.

3.1 Estruturação de Problemas de Decisão

Este estudo terá como base a abordagem *Multiple Criteria Decision Analysis* (MCDA), em que se inserem o mapeamento cognitivo e o ISM. A MCDA é uma abordagem orientada para o apoio à tomada de decisão que abrange objetivos quantitativos e qualitativos, constituindo uma ferramenta de apoio à tomada de decisões complexas, através da criação de uma plataforma de entendimento em que os *stakeholders* partilham informação entre si, de forma a poderem alcançar decisões consensuais (Dehe & Bamford, 2015).

De acordo com Bana e Costa (1993), Fernandes, Ferreira, Bento, Jalali e António (2018), Jalali, Ferreira e Ferreira (2016) e Oliveira, Ferreira, Pérez-Bustamante e Jalali (2017), existem três fases no processo de apoio à tomada de decisão associados a cada aplicação MCDA, nomeadamente: (1) fase de estruturação; (2) fase de avaliação; e (3) fase de recomendações. A fase de estruturação *"passa pela caracterização da situação problemática em questão, pela identificação e geração de diferentes tipos de elementos primários de avaliação e pelo estabelecimento das relações estruturais entre eles, pela diferenciação das suas funções no processo de avaliação e por uma descrição tão completa e rigorosa quento possível deste todo"* (Bana e Costa, 1993, p. 7). Assim, esta fase é de elevada importância, em

que um erro pode levar os decisores a tomarem a decisão errada, pois a fase avaliação também estará errada, bem como as recomendações no final do processo. A fase de estruturação deve permanecer em aberto durante todo o estudo, de forma a haver possíveis ajustamentos, derivados de aquisição de novas informações e melhor compreensão da problemática em causa (Bana e Costa, 1993). Assim, o problema será estruturado por via do mapeamento cognitivo, com o objetivo de identificar *drivers* de economia circular (Ferreira, Jalali, Meidutė-Kavaliauskienė, & Viana, 2015).

3.2 Mapa Cognitivo e Relações Causais

O método de estruturação escolhido para o problema de decisão em estudo foi o mapeamento cognitivo. O termo mapa cognitivo é utilizado para descrever o pensamento de uma pessoa ou grupo de pessoas sobre um problema. Para Eden (2004, p. 673), *"a cognitive map is the representation of thinking about a problem that follows from the process of mapping".* Assim, os mapas cognitivos são uma ferramenta de estruturação de problemas de decisão, apresentando-os de uma forma simples e visualmente esclarecedora e facilitando a comunicação através de associações mentais (Ferreira, Jalali, Zavadskas, & Meidutė-Kavaliauskienė, 2017).

Ferreira, Santos, Rodrigues e Spahr (2014, p. 5), definem os mapas cognitivos como *"simple, interactive and extremely versatile, they promote discussion among the agentes involved in a decision making process. This allows increased transparency and a reduction in omitted criteria. Thus, simplicity and transparency lead to a better understanding of the problem under consideration"*. Assim, podemos afirmar que a importância do mapeamento cognitivo no apoio à estruturação de problemas complexos é amplamente reconhecida, sendo um dos instrumentos mais versáteis na área do apoio à tomada de decisão (Oliveira *et al.*, 2017).

Os mapas cognitivos surgem, geralmente, de entrevistas e, deste modo, tendem a representar a parte subjetiva da entrevista (Eden, 2004). Estes podem ajudar a descrever a forma como as pessoas pensam sobre determinado problema, tendo em conta os seus valores, crenças e atitudes (Ferreira *et al.*, 2017). Os mapas são constituídos por nós, que representam os conceitos, interligados entre si por setas. Estas setas têm determinada direção, que representa as implicações e as consequências que os conceitos exercem uns nos outros (Eden & Ackermann, 2004). As implicações entre conceitos, representadas pelas setas, surgem dos testemunhos dados pelos indivíduos (*e.g.*, entrevistas), cujo pensamento está a ser representado

no mapa cognitivo. Estas implicações e consequências constituem as relações de causa-efeito entre conceitos.

Quando a relação de causalidade é positiva, ou seja, quando um fator tem influência positiva sobre outro, a seta desenhada no mapa inclui um sinal positivo (+). Caso contrário, quando a relação de causa-efeito é negativa, a seta inclui um sinal negativo (–) (Abramova, 2016; Ferreira *et al.*, 2017; Klein & Cooper, 1982).

Segundo Village, Salustri e Neumann (2013), o processo de mapeamento cognitivo está dividido em várias fases. A primeira fase do processo é a escolha do método de recolha de informação, que pode ser por via de questões de resposta aberta ou questões pré-selecionadas de resposta fechada. A segunda fase é a consideração do papel do facilitador, que vai influenciar e conduzir a participação dos envolvidos na elaboração do mapa cognitivo. A fase seguinte é a escolha do método de mapeamento, que pode ser o tradicional "feito à mão" (*i.e.*, papel e caneta), ou através de diversos *softwares* desenvolvidos tanto para a parte do desenho do mapa, como para a parte dos processos analíticos (*e.g.*, *COCOMAP, Decision Explorer, VisionQuest e COPE*). A quarta fase é a seleção dos métodos de criação de mapas de grupo, que podem ser elaborados exclusivamente pelo facilitador, em conjunto entre o facilitador e os participantes ou apenas pelos participantes com pouco contributo do facilitador. Finalmente, a última fase, é a escolha do modo de análise e interpretação dos mapas cognitivos, que podem ser analisados através do número de conceitos e de *links*, em função da forma e da estrutura e/ou através do conteúdo. As vantagens dos mapas cognitivos prendem-se com a interatividade que resulta na formulação dos mesmos, na sua flexibilidade e na sua facilidade de utilização (Ferreira *et al.*, 2017). No tópico seguinte, será abordada a fase de avaliação do processo de apoio à tomada de decisão, com recurso ao ISM.

3.3 *Interpretive Structural Modeling* (ISM)

O método ISM foi criado com o objetivo de identificar relações entre múltiplos fatores de influência em sistemas socioeconómicos complexos (Mathivathanan, Mathiyazhagan, Rana, Khorana, & Dwivedi, 2021; Sohani & Sohani, 2012; Xu & Zou, 2020; Yu, Shi, Zou, & Chen, 2018). Esta técnica permite indivíduos ou grupos de indivíduos desenvolver mapas representativos das relações complexas entre os elementos envolvidos no problema. Como tal, o ISM traduz a combinação de três linguagens distintas: (1) palavras; (2) diagramas; e (3) matemática, formando uma metodologia de estruturação de problemas complexos (Ansari,

Kharb, Luthra, Shimmi, & Chatterji, 2013). Este método facilita a compreensão de problemas de decisão complexos, uma vez que os representa num diagrama (Khan & Rahman, 2017; Kumar, Singh, & Kumar, 2017), permitindo ajudar na tomada de decisões complexas como a análise de relações causais entre *drivers* de economia circular em PMEs.

O ISM é interpretativo, no sentido em que o julgamento do conjunto do grupo de indivíduos decide quais e como se relacionam as variáveis. É também estrutural, já que é desenvolvida uma estrutura com base na rede de variáveis e de relações entre as variáveis do problema (Sohani & Sohani, 2012). Neste estudo, optou-se pelo ISM, pois este prossupõe que as medidas apresentadas não são independentes entre si. Ou seja, assume relações de dependência entre as variáveis/*drivers*. Contrariamente a outras metodologias de apoio à tomada de decisão, como a *Analytic Hierarchy Process* (AHP), que se focam mais nos comportamentos específicos em circunstâncias singulares, o ISM foca-se nas complexidades dinâmicas das relações entre variáveis (Shahabadkar, 2012). O ISM utiliza o conhecimento e a capacidade dos especialistas na identificação e na análise de medidas que ajudem a resolver problemas complexos e, em seguida, elabora um modelo estrutural com vários níveis. De acordo com Eswarlal, Dey e Shankar (2011) e Jayant e Azhar (2014), a formulação da ISM segue os seguintes passos:

1. Identificação das variáveis do problema ou questão em causa;
2. São estabelecidas relações contextuais entre as variáveis definidas no passo 1, com a ajuda dos especialistas;
3. Desenvolvimento de uma *structural self-interaction matrix* (SSIM) para emparelhar as relações entre variáveis, mostrando a sua correlação binária;
4. Desenvolvimento de uma matriz de acessibilidade, derivada da SSIM, escrevendo "1" ou "0", de acordo com o emparelhamento das relações das variáveis;
5. Verificação da matriz de acessibilidade quanto à transitividade;
6. A matriz de acessibilidade é dividida em diferentes níveis;
7. É desenhado um diagrama com base nas relações entre as variáveis anteriormente discutidas na matriz de acessibilidade;
8. O diagrama é convertido na ISM, ao converter os nós das variáveis em medidas;
9. É feita a revisão da ISM para ver se não há inconformidades e são feitas alterações, se necessário.

Na primeira fase do ISM, é de extrema importância fazer uma boa revisão de literatura, uma vez que será nesta fase que serão identificadas possíveis medidas que permitirão resolver o problema em causa. Na fase dois, as medidas retiradas da primeira fase serão analisadas e discutidas numa reunião com um painel de especialistas no tema, com o objetivo de determinar que medidas devem ser abordadas. Na terceira fase deste método, é elaborada uma SSIM, que irá mostrar as relações contextuais das variáveis (*i.e.*, medidas) atribuídas pelos especialistas. As correlações podem ser de quatro tipos distintos: (1) uma variável afeta outra variável (→); (2) uma variável é afetada por outra (←); (3) ambas as variáveis se afetam (X); e (4) as variáveis não têm relação entre si (O). Em seguida, na quarta fase, é desenvolvida a matriz de acessibilidade (IRM) a partir da SSIM, ao substituir os símbolos (←, X, →, O) pelos algarismos "0" e "1", avaliando as relações contextuais das variáveis. Na quinta fase é verificada a transitividade das relações contextuais, um dos principais pressupostos do ISM. A regra de transitividade diz que se a variável A tem relação com a variável B e a B tem relação com a variável C, então a variável A tem relação com a C. Na fase seis, dá-se a hierarquização das variáveis. Para tal, são identificados o conjunto antecedente e o conjunto de acessibilidade a partir da última matriz. O conjunto dos antecedentes será composto pela própria variável e pelas variáveis que a afetam. Já o conjunto de acessibilidade será composto pelas variáveis de interesse e pelas variáveis que são afetadas pela variável em causa. O nível hierárquico de cada variável será o resultado da interseção do conjunto de acessibilidade com o conjunto dos antecedentes. Se, para uma variável, o conjunto de interseção for igual ao conjunto de acessibilidade, o nível hierárquico dessa variável será "1" e ocupará o nível mais alto na hierarquia ISM. Para as variáveis que não integrarem o nível "1", repete-se o processo anterior, sendo que as variáveis de nível "1" já não irão constar nos conjuntos identificados. Este processo repete-se até o conjunto de interseção ser igual ao conjunto de acessibilidade para cada uma das variáveis. Na sétima e oitava fases, é desenhado um diagrama que apresenta as variáveis pelos níveis hierárquicos determinados na fase anterior. Por fim, é feita uma revisão de todo o modelo ISM e, se necessário, são feitas alterações. Depois de finalizado o estudo das metodologias que serão utilizadas, é importante abordar os potenciais contributos destes métodos para a análise de dinâmicas causais entre *drivers* de economia circular.

3.4 Contributos para a Análise de Dinâmicas Causais entre *Drivers* de Economia Circular

A utilização das metodologias anteriormente apresentadas (*i. e.,* mapeamento cognitivo e ISM), permitirá criar um modelo inovador para a análise de dinâmicas causais entre *drivers* de economia circular, uma vez que não foram encontrados estudos anteriores semelhantes ou com o mesmo propósito.

Com efeito, o mapeamento cognitivo é uma importante ferramenta no apoio à tomada de decisão, mais concretamente em contextos complexos e em que a informação é escassa, como é o caso da temática em estudo. Esta metodologia permitirá uma melhor estruturação e visualização do problema complexo, ao apresentar as relações causais e as interações entre as diversas variáveis do estudo. Assim, o mapeamento cognitivo trará um importante contributo para o presente estudo, pois apresentará de uma forma organizada e informada diversos *drivers* de economia circular, bem como as relações de causalidade que se estabelecem entre os mesmos. Consequentemente, esta poderá ser uma ferramenta que poderá auxiliar empresas que queiram implementar economia circular no seu negócio e/ou no seu dia-a-dia, bem como empresas que já têm atividades de economia circular mas pretendem melhorar o seu efeito no *output* da empresa.

Adicionalmente, o ISM terá dois grandes potenciais contributos para o presente estudo. Por um lado, permitirá identificar relações estabelecidas entre as múltiplas variáveis (*i.e.*, medidas/fatores/*drivers*) do problema complexo em questão. A partir do contributo de um painel de especialistas, será possível estabelecer as relações que cada par de variáveis terá entre si. Por outro lado, será possível fazer uma hierarquização das variáveis que solucionam o problema em análise. Esta hierarquização das medidas e/ou fatores (*i.e.*, *drivers*) de economia circular será fundamental, pois é através da mesma que as empresas que queiram implementar economia circular se poderão basear para entender que *drivers* são mais relevantes e quais é que não são tão relevantes para a implementação de economia circular. Deste modo, os resultados deste estudo poderão ser não só um complemento de estudos anteriores, como também um impulsionador de estudos futuros. No próximo capítulo, será explicada detalhadamente a parte prática da presente dissertação, bem como foram aplicadas as técnicas abordadas no presente capítulo (*i.e.*, mapeamento cognitivo e ISM).

SINOPSE DO CAPÍTULO 3

Neste terceiro capítulo, foi apresentada a metodologia a utilizar neste estudo. Os métodos apresentados para a estruturação e avaliação do problema complexo foram, respetivamente, o mapeamento cognitivo e o *Interpretive Structural Modeling* (ISM). Para começar, vimos no *ponto 3.1* que a base metodológica deste estudo é a abordagem *Multiple Criteria Decision Analysis* (MCDA), ferramenta de apoio à tomada de decisão em contextos complexos. Na aplicação da MCDA, existem três fases: (1) fase de estruturação; (2) fase de avaliação; (3) fase de recomendações. No *ponto 3.2*, foi analisado o mapeamento cognitivo, método de estruturação escolhido para esta investigação. Foram referidas algumas definições e constatou-se que o método permite apresentar os problemas de decisão de forma clara e percetível, sendo um dos instrumentos mais versáteis no apoio à tomada de decisão. Os mapas cognitivos são constituídos por nós e setas direcionais. Os nós representam os determinantes e as setas representam as relações causais que se estabelecem entre esses determinantes. Neste ponto, foram também apresentadas as várias fases do processo de mapeamento cognitivo, bem como as suas vantagens. No *ponto 3.3*, foi apresentado o ISM. Tal como para o mapeamento cognitivo, também para esta técnica foram referidas algumas definições e características. Este método permite identificar relações causais entre múltiplos fatores de influência em problemas complexos, bem como hierarquizar esses fatores por nível de relevância. Foram também apresentadas e explicadas neste ponto as fases de aplicação do ISM. Por fim, no *ponto 3.4*, foram referidos os principais contributos que estas técnicas poderão ter na análise de dinâmicas causais entre *drivers* de economia circular. Por um lado, o mapeamento cognitivo irá permitir apresentar, de uma forma organizada e informada, diversos *drivers* de economia circular, bem como as relações de causalidade que se estabelecem entre si. Por outro lado, o ISM poderá ter dois grandes contributos na resolução do presente problema: (1) estabelecer o tipo de relação de causalidade que cada par de fatores terá entre si; e (2) fazer uma hierarquização das variáveis (*i.e.*, fatores/*drivers*). Em suma, a combinação das técnicas utilizadas na presente investigação poderá constituir uma análise inovadora no estudo da economia circular em PMEs.

CAPÍTULO 4

APLICAÇÃO E ANÁLISE DE RESULTADOS

Depois de concluída a revisão de literatura e de termos realizado o enquadramento metodológico, o presente capítulo apresenta a componente prática deste estudo. Em primeiro lugar, inicia-se a fase de estruturação do problema, através da técnica dos *post-its*, que irá resultar na elaboração de um mapa cognitivo. Este mapa irá apresentar, de forma clara e informada, os *drivers* de economia circular, estruturando o problema. Em seguida, proceder-se-á à aplicação do *Interpretive Structural Modeling* (ISM), na fase de avaliação do problema. Esta fase irá permitir identificar as relações de causalidade entre os *drivers* de economia circular e fazer uma hierarquia, por relevância, desses mesmos *drivers*. Assim, com a combinação destas técnicas, teremos um modelo multicritério que permitirá dar resposta ao problema em questão.

4.1 Estrutura Cognitiva

O presente estudo visa desenvolver um modelo multicritério que identifique não só os *drivers* de economia circular, mas também as relações de causalidade que se estabelecem entre os mesmos. Como referido anteriormente, no *Capítulo 3*, a fase de estruturação é essencial para uma total compreensão do problema complexo, bem como para uma visualização clara de todo o contexto. Assim, será necessária a utilização de técnicas de estruturação de problemas que conjuguem aspetos qualitativos e quantitativos, permitindo a aceitação de subjetividade no modelo.

Na fase de estruturação do problema, realizaram-se duas sessões de trabalho com um painel de especialistas e/ou decisores. Cada sessão de trabalho teve a duração de três horas e contou com um painel de seis especialistas. Este número de participantes respeita as orientações de Eden e Ackermann (2004), que sugerem um número entre cinco e doze elementos. Para a constituição do painel, foram considerados três critérios: (1) os especialistas terem *know-how* sobre o conceito de economia circular; (2) terem cargos de decisão em PMEs; e (3) existir heterogeneidade no painel, em termos de género, experiência profissional e área de negócio. Ambas as sessões ocorreram de forma remota (*i.e.*, *online*), apesar deste tipo de técnicas ser

normalmente aplicado presencialmente. Graças ao avanço tecnológico, foi possível realizar as duas sessões através da plataforma *Zoom*, que permitiu reunir todos os especialistas e gerar a interatividade necessária como se fosse de forma presencial.

A aplicação do mapeamento cognitivo deu-se através da "técnica dos *post-its*" (Eden e Ackermann, 2004), na qual os especialistas escreveram vários *drivers* de economia circular que consideraram relevantes. Os especialistas tiveram que adicionar a cada *post-it* um sinal positivo (+) ou negativo (–), consoante a influência do *driver* na economia circular. Esta técnica foi aplicada através da plataforma *Miro*, que permitiu a participação e interação de todos os intervenientes em tempo real.

A primeira sessão contou com a presença dos seis especialistas do painel, mais um facilitador e um elemento de apoio técnico. A sessão iniciou-se com uma breve apresentação de cada especialista em termos de experiência profissional, empresa atual e área de negócio em que está inserido. Em seguida, o facilitador começou por explicar as técnicas que iriam ser aplicadas e quais as funcionalidades da plataforma *Miro.* A sessão dividiu-se em três fases: (1) os decisores escreveram vários *drivers* de economia circular nos *post-its*; (2) todos os *drivers* que surgiram na primeira fase foram agrupados em cinco *clusters*; e (3) hierarquização dos *drivers*, em termos de importância, dentro de cada *cluster*. A primeira fase foi iniciada com a seguinte *trigger question*: *"Com base nos seus valores de experiência profissional, quais são os drivers/catalisadores de economia circular em PMEs?".* Cada *post-it* podia conter apenas um *driver* e, ao longo de toda a sessão, geraram-se vários debates e interações entre os especialistas acerca do tema, facto que permitiu que fossem escritos mais de cem *post-its*. Na *Figura 1* é possível ver algumas interações entre os especialistas, enquanto na *Figura 2* é possível ver os especialistas a escreverem *drivers* de economia circular nos respetivos *post-its*.

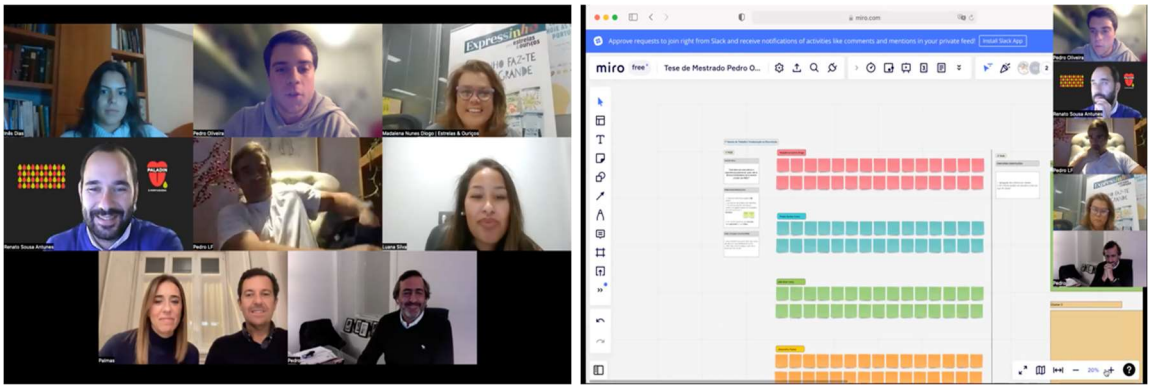


Figura 1: Apresentações e Introdução da Plataforma *Miro*

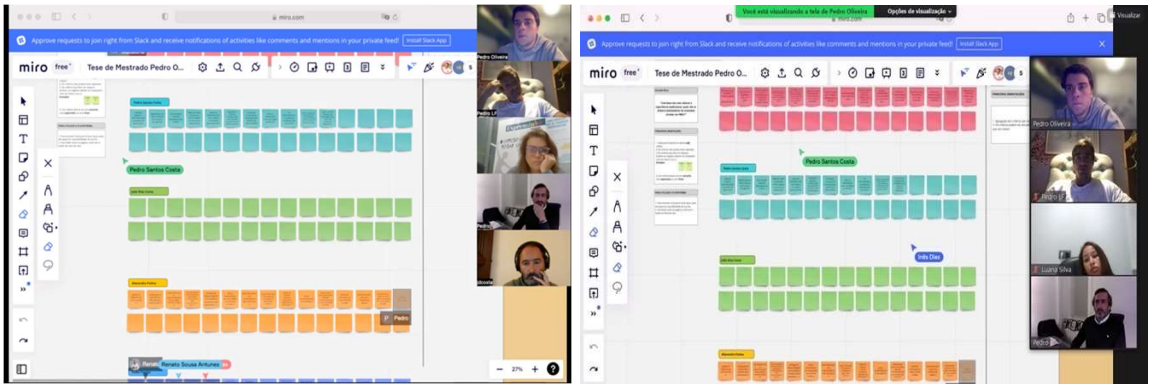


Figura 2: Primeira Fase da Primeira Sessão com o Painel

Na segunda fase da primeira sessão, foi proposto ao painel de especialistas que agrupassem todos os *drivers* de economia circular resultantes da primeira fase em *clusters*. Uma vez mais, e tal como sucedeu na primeira fase, foi gerado debate e algumas interações entre os decisores na seleção dos *clusters* e na alocação de cada *driver* a um *cluster*. Foram identificados cinclo *clusters*: (1) *Produto*; (2) *Processos*; (3) *Político/Regulamentação*; (4) *Comunicação/Sensibilização*; e (5) *Atitudes/Comportamentos*. Na *Figura 3*, podemos verificar o processo de alocação de cada *driver* a um *cluster*.

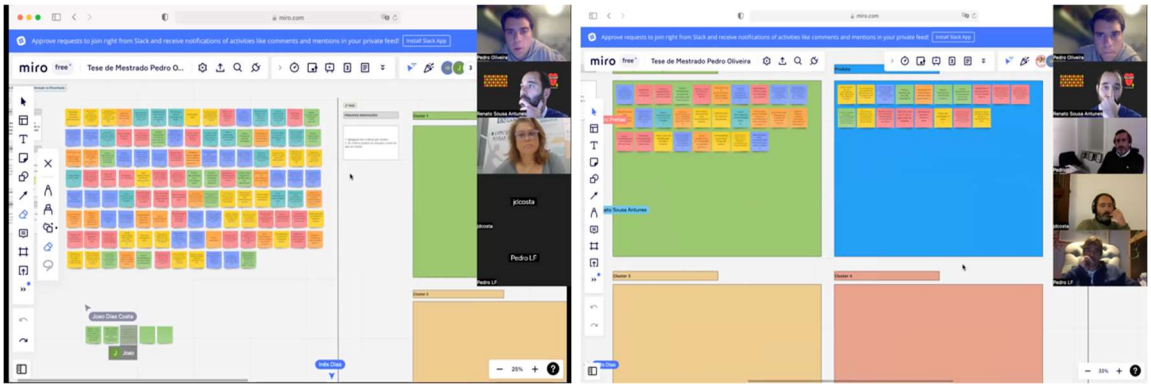


Figura 3: Segunda Fase da Primeira Sessão com o Painel

Na terceira e última fase da primeira sessão, foi pedido ao painel de especialistas que fizessem uma hierarquização dos *drivers* por cada *cluster*, com três níveis de importância. Para cada um dos *clusters*, o painel de decisores colocou no topo os *drivers* de economia circular com maior importância, no meio os *drivers* com importância intermédia e na base do *cluster* os

drivers com menor importância. Na *Figura 4*, estão alguns dos *clusters* com os *drivers* organizados segunda a hierarquia anteriormente descrita.

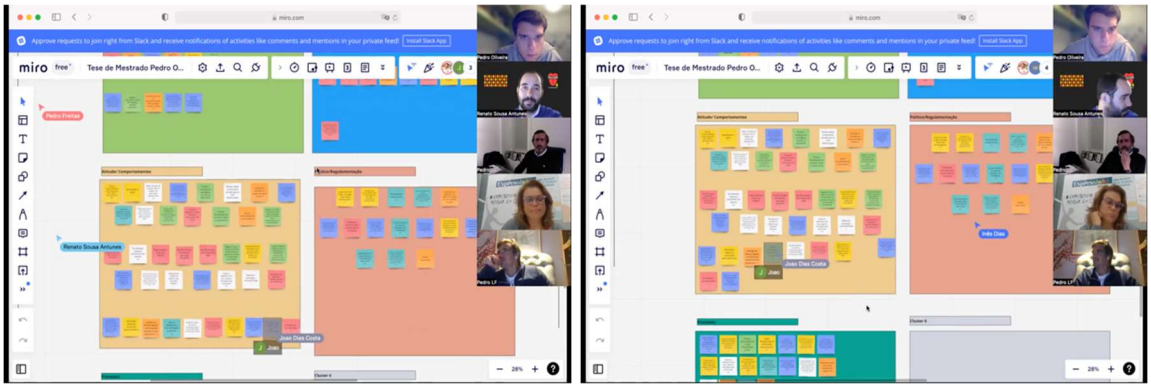


Figura 4: Terceira Fase da Primeira Sessão com o Painel

Depois de concluída a primeira sessão de trabalho com o painel de especialistas – e com os resultados derivados do contributo dos decisores –, foi possível proceder à elaboração de um mapa cognitivo de grupo, com recurso ao *software Decision Explorer*. O mapa cognitivo de grupo presente na *Figura 5* foi posteriormente validado pelos decisores na segunda sessão com o painel. No próximo ponto, serão descritos os procedimentos executados na segunda sessão, relativos à aplicação do método ISM.

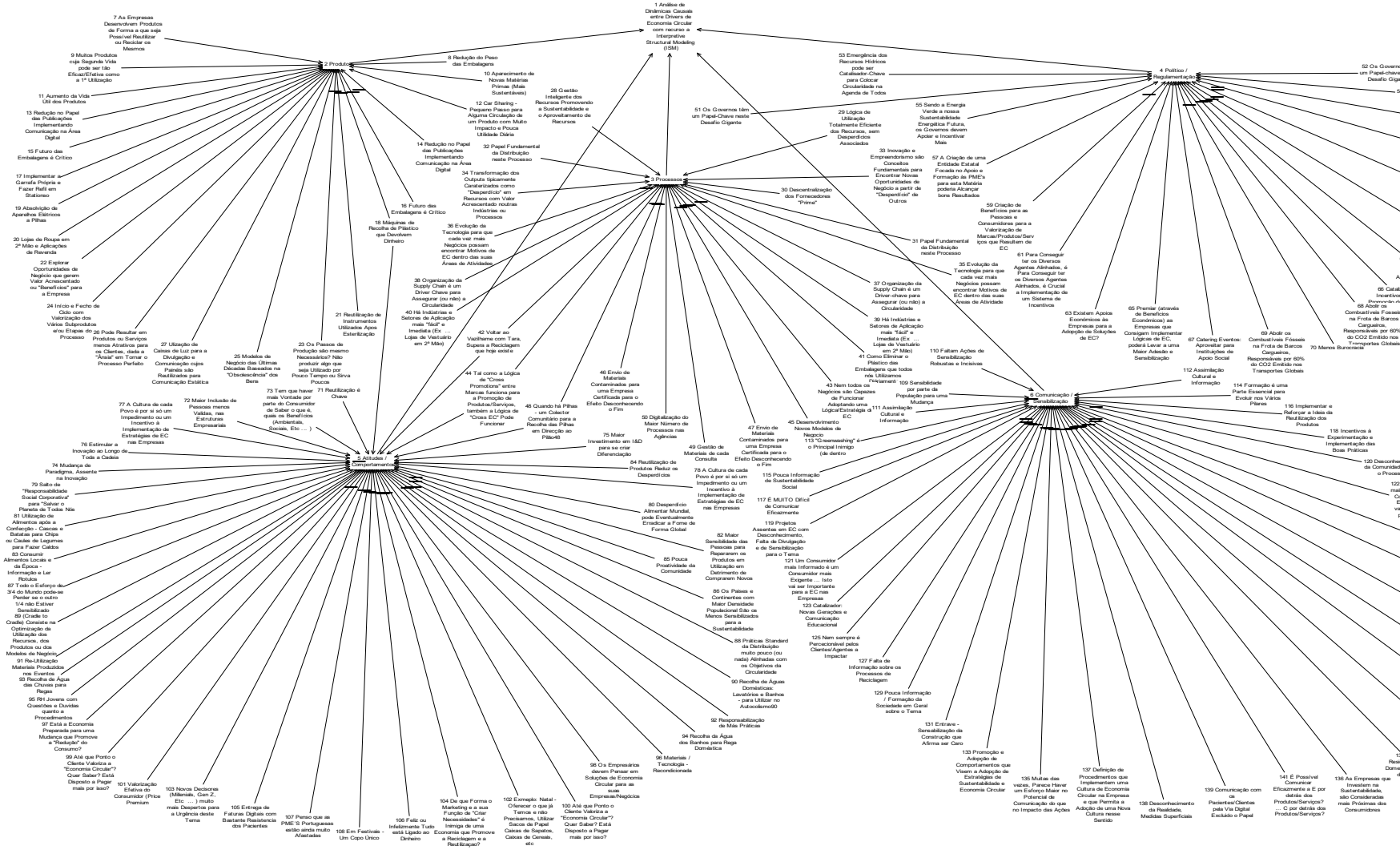


Figura 5: Mapa Cognitivo de Grupo

4.2 Aplicação da Técnica *Interpretive Structural Modeling* (ISM)

A segunda sessão com o painel de especialistas iniciou-se com uma apresentação do mapa cognitivo de grupo resultante da primeira sessão. Depois de uma análise minuciosa, os decisores validaram por completo o mapa cognitivo.

Em seguida, deu-se uma breve explicação do método ISM e de todos os seus procedimentos, bem como dos seus principais objetivos: (1) analisar de que forma é que os *drivers* de economia circular se relacionam (*i.e.*, como é que um *driver* influencia os outros e como é que é influenciado por outros *drivers*); e (2) fazer uma hierarquização, em termos de relevância, dos *drivers* de economia circular. A aplicação do ISM teve início com o processo de *multi-voting*. Neste processo, foi pedido aos decisores que votassem nos *drivers* de economia circular que considerassem mais importantes dentro de cada *cluster.* A *Tabela 2* apresenta os resultados deste processo de seleção.

PRODUTO	PROCESSOS	POLÍTICO/ REGULAMENTAÇÃO	ATITUDES/ COMPORTAMENTOS	COMUNICAÇÃO/ SENSIBILIZAÇÃO
As empresas desenvolvem produtos de forma a que seja possível reutilizar ou reciclar os mesmos	Gestão inteligente dos recursos promovendo a sustentabilidade e o aproveitamento de recursos	Os governos têm um papel chave neste desafio gigante	Estimular a inovação ao longo de toda a cadeia	Formação é uma parte essencial para evoluir nos vários pilares
Muitos produtos cuja segunda vida pode ser tão eficaz/efetiva como a 1ª utilização	Lógica de utilização totalmente eficiente dos recursos, sem desperdícios associados	Intervenção do governo e dos órgãos de decisão em criar medidas de apoio	Reutilização é chave	Faltam ações de sensibilização robustas e incisivas
Aparecimento de novas matérias-primas (mais sustentáveis)	Transformação dos outputs tipicamente caraterizados como "desperdício" em recursos com valor acrescentado noutras indústrias ou processos	Criação de benefícios para as pessoas e consumidores para a valorização de marcas/produtos/serviços que resultem de EC	Maior investimento em I&D para se criar diferenciação	Sensibilidade por parte da população para uma mudança
Aumento da vida útil dos produtos	Papel fundamental da distribuição neste processo	Emergência dos recursos hídricos pode ser catalisador-chave para colocar circularidade na agenda de todos	De que forma o marketing e a sua função de "criar necessidades" é inimiga de uma economia que promove a reciclagem e a reutilização?	Incentivos à experimentação e implementação das boas práticas
Início e fecho de ciclo com valorização dos vários subprodutos e/ou etapas do processo	Digitalização do maior número de processos nas agências	A criação de uma entidade estatal focada no apoio e formação às PMEs para esta matéria poderia alcançar bons resultados	Maior inclusão de pessoas menos validas, nas estruturas empresariais	Assimilação cultural e informação
Os passos de produção são mesmo necessários? Não produzir algo que seja utilizado por pouco tempo ou sirva poucos	Inovação e empreendedorismo são conceitos fundamentais para encontrar novas oportunidades de negócio a partir de "desperdício" de outros	Premiar (através de benefícios económicos) as empresas que consigam implementar lógicas de EC, poderá levar a uma maior adesão e sensibilização	Mudança de paradigma, assente na inovação	Falta de informação sobre os processos de reciclagem
Futuro das embalagens é crítico	Evolução da tecnologia para que cada vez mais negócios possam encontrar motivos de EC dentro das suas áreas de atividade	Menos burocracia	Responsabilização de más práticas	Pouca informação/formação da sociedade em geral sobre o tema

Tabela 2: *Drivers* Selecionados através do *Multi-Voting*

Na terceira e última fase da segunda sessão, estabeleceram-se as relações de causalidade entre os *drivers* de economia circular. Para isto, foram desenvolvidas e preenchidas matrizes pelo painel de especialistas (*i.e.*, uma matriz para cada *cluster*). Para o preenchimento das matrizes, foi pedido aos decisores que indicassem qual a relação causal estabelecida entre cada par de *drivers* dentro do mesmo *cluster*. As relações podiam ser: diretas (D); inversas (I); sem relação (A); ou bidirecionais (DI). Para cada par de *drivers*, foi gerado debate entre os decisores acerca da relação existente. Só depois do painel chegar a um consenso é que foi colocado o tipo de relação na matriz correspondente. Todo este processo foi também aplicado numa matriz de *clusters*, com o objetivo de entender as relações estabelecidas entre os próprios *clusters*. Na *Figura 6* podemos ver alguns momentos do processo de definição das relações causais, por parte do painel de decisores.

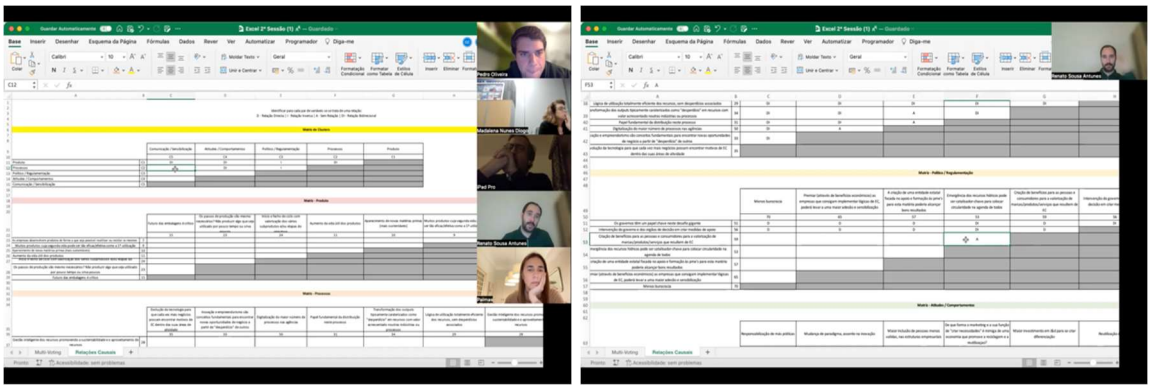


Figura 6: Terceira Fase da Segunda Sessão com o Painel

Após o preenchimento de todas as matrizes e de identificadas as relações de causalidade entre *drivers*, o objetivo da aplicação do método ISM passou por criar um modelo que apoiasse a implementação de economia circular nas empresas e/ou na resolução de problemas na área de economia circular. Este modelo irá permitir às empresas entender quais os *drivers* de economia são mais importantes, como é que estes se influenciam e ainda ter uma hierarquia, por relevância, desses mesmos *drivers*. Deste modo, as empresas poderão ter uma estrutura base de apoio à tomada de decisão em tudo o que seja relativo a problemas complexos no contexto da economia circular.

Conforme abordado no *Capítulo 3*, foi necessário seguir alguns passos na aplicação do método ISM até chegar à elaboração do diagrama final que resume todo o modelo. O primeiro passo foi então o desenvolvimento da *Structural Self-Interaction Matrix* (SSIM), matriz que

apresenta as relações causais identificadas pelo painel de especialistas. Na *Tabela 3*, podemos ver uma das SSIMs. Neste caso, a SSIM do *cluster Processos*.

	SC28	**SC29**	**SC34**	**SC31**	**SC50**	**SC33**	**SC35**
SC28		DI	DI	DI	A	DI	DI
SC29			DI	DI	DI	DI	DI
SC34				DI	A	DI	DI
SC31					A	DI	DI
SC50						A	DI
SC33							DI
SC35							

Tabela 3: *Structural Self-Interaction Matrix* (SSIM) do *Cluster Processos*

Depois de preenchida uma SSIM para cada *cluster*, o passo seguinte foi o desenvolvimento da *Reachability Matrix* (RM), com o objetivo de revelar as relações binárias. Assim, a partir da SSIM, atribuiu-se um "1" a todas as relações diretas ou bidirecionais e um "0" a todas as demais. Na *Tabela 4* apresenta-se a RM do *cluster Processos*.

	SC28	**SC29**	**SC34**	**SC31**	**SC50**	**SC33**	**SC35**
SC28	1	1	1	1	0	1	1
SC29	1	1	1	1	1	1	1
SC34	1	1	1	1	0	1	1
SC31	1	1	1	1	0	1	1
SC50	0	1	0	0	1	0	1
SC33	1	1	1	1	0	1	1
SC35	1	1	1	1	1	1	1

Tabela 4: *Reachability Matrix* (RM) do *Cluster Processos*

Em seguida, procedeu-se ao desenvolvimento da *Final Reachability Matrix* (FRM), com recurso ao algoritmo de Warshall (1962) para os cálculos auxiliares. O algoritmo de Warshall (1962) foi aplicado a todos os *clusters* e tem tantos passos quantos os critérios (*i.e.*, *drivers*) contidos no *cluster*. O algoritmo de Warshall (1962) inicia-se a partir da RM e o primeiro passo é identificar na primeira linha e na primeira coluna da matriz quais os critérios que contêm o número "1" e formar pares de coordenadas com estes critérios. Em seguida, para todos os pares de coordenadas formados, verifica-se se correspondem a células com o número "0" e, caso correspondam, altera-se o "0" para "1*" e coloca-se a vermelho. Este passo repete-se tantas

vezes quanto o número de critérios contidos no *cluster.* Concluídos todos os passos, obtém-se a FRM. A *Tabela 5* apresenta a FRM obtida para o *cluster Processos*. Os somatórios das linhas e das colunas da matriz irão, posteriormente, constituir as coordenadas de cada critério na análise MICMAC, que será explicada mais à frente.

	SC28	SC29	SC34	SC31	SC50	SC33	SC35	Dp Pw
SC28	1	1	1	1	1*	1	1	7
SC29	1	1	1	1	1	1	1	7
SC34	1	1	1	1	1*	1	1	7
SC31	1	1	1	1	1*	1	1	7
SC50	1*	1	1*	1*	1	1*	1	7
SC33	1	1	1	1	1*	1	1	7
SC35	1	1	1	1	1	1	1	7
Dp Pw	7	7	7	7	7	7	7	

Tabela 5: *Final Reachability Matrix* (FRM) do *Cluster Processos*

Depois de obtida a FRM, procede-se ao segundo objetivo da aplicação do ISM (*i.e.*, a hierarquização dos *drivers*). Para cada *cluster*, será possível ter uma hierarquia, em termos de relevância, dos *drivers* que estão contidos nesse *cluster*. Para tal, foi utilizada uma tabela referente aos cálculos realizados para a hierarquização do *cluster Processos.* A *Tabela 6* teve como ponto de partida a FRM e o pressuposto é analisar a FRM linha a linha e coluna a coluna, sendo que cada linha e cada coluna da FRM correspondem a um critério. Na coluna da esquerda da *Tabela 6* está disposto o *conjunto de acessibilidade*, que é constituído pelos critérios (*i.e.*, *drivers*) que têm o número "1" na linha em questão. A coluna do meio apresenta o *conjunto antecedente*, que é constituído pelos critérios que têm o número "1" na coluna em questão. A coluna da direita contém o conjunto de interceção, formado pela interceção entre o *conjunto de acessibilidade* e o *conjunto antecedente*, apresentados nas duas colunas anteriores.

	Reachability Set	Antecedent Set	Intersection Set	Level
SC28	SC28-SC29-SC34-SC31-SC50-SC33-SC35	SC28-SC29-SC34-SC31-SC50-SC33-SC35	SC28-SC29-SC34-SC31-SC50-SC33-SC35	1
SC29	SC28-SC29-SC34-SC31-SC50-SC33-SC35	SC28-SC29-SC34-SC31-SC50-SC33-SC35	SC28-SC29-SC34-SC31-SC50-SC33-SC35	1
SC34	SC28-SC29-SC34-SC31-SC50-SC33-SC35	SC28-SC29-SC34-SC31-SC50-SC33-SC35	SC28-SC29-SC34-SC31-SC50-SC33-SC35	1
SC31	SC28-SC29-SC34-SC31-SC50-SC33-SC35	SC28-SC29-SC34-SC31-SC50-SC33-SC35	SC28-SC29-SC34-SC31-SC50-SC33-SC35	1
SC50	SC28-SC29-SC34-SC31-SC50-SC33-SC35	SC28-SC29-SC34-SC31-SC50-SC33-SC35	SC28-SC29-SC34-SC31-SC50-SC33-SC35	1
SC33	SC28-SC29-SC34-SC31-SC50-SC33-SC35	SC28-SC29-SC34-SC31-SC50-SC33-SC35	SC28-SC29-SC34-SC31-SC50-SC33-SC35	1
SC35	SC28-SC29-SC34-SC31-SC50-SC33-SC35	SC28-SC29-SC34-SC31-SC50-SC33-SC35	SC28-SC29-SC34-SC31-SC50-SC33-SC35	1

Tabela 6: Hierarquização dos Critérios do *Cluster Processos*

Por fim, para a atribuição do nível hierárquico a cada critério, considerou-se o *conjunto de acessibilidad*e e o *conjunto de interceção*. Os critérios para os quais os dois conjuntos eram iguais foram atribuídos ao nível 1. Em seguida, os critérios atribuídos ao nível 1 foram removidos e repetiu-se o processo de comparação do *conjunto de acessibilidade* com o *conjunto de interceção* até que todos os critérios tivessem um nível atribuído. No caso da *Tabela 6*, todos os critérios foram de nível 1, pelo que não foi necessário repetir este processo e foi gerado apenas um nível hierárquico. Já no caso do *cluster Político/Regulamentação*, como podemos ver na *Tabela 7*, foi necessário repetir este passo por quatro vezes, tendo resultado quatro níveis hierárquicos.

	Reachability Set	Antecedent Set	Intersection Set	Level
SC51	SC51-SC56-SC59-SC53-SC57-SC65-SC70	SC51-SC56-SC53	SC51-SC56-SC53	--
SC56	SC51-SC56-SC59-SC53-SC57-SC65-SC70	SC51-SC56-SC53	SC51-SC56-SC53	--
SC59	SC59-SC65	SC51-SC56-SC59-SC53-SC57-SC65-SC70	SC59-SC65	1
SC53	SC51-SC56-SC59-SC53-SC57-SC65-SC70	SC51-SC56-SC53	SC51-SC56-SC53	--
SC57	SC59-SC57-SC65-SC70	SC51-SC56-SC53-SC57	SC57	--
SC65	SC59-SC65	SC51-SC56-SC59-SC53-SC57-SC65-SC70	SC59-SC65	1
SC70	SC59-SC65-SC70	SC51-SC56-SC53-SC57-SC70	SC70	--

	Reachability Set	Antecedent Set	Intersection Set	Level
SC51	SC51-SC56-SC57-SC70	SC51-SC56	SC51-SC56	--
SC56	SC51-SC56-SC57-SC70	SC51-SC56	SC51-SC56	--
SC53	SC51-SC56-SC57-SC70	SC51-SC56	SC51-SC56	--
SC57	SC57-SC70	SC51-SC56-SC57	SC57	--
SC70	SC70	SC51-SC56-SC57-SC70	SC70	2

	Reachability Set	Antecedent Set	Intersection Set	Level
SC51	SC51-SC56-SC57	SC51-SC56	SC51-SC56	--
SC56	SC51-SC56-SC57	SC51-SC56	SC51-SC56	--
SC53	SC51-SC56-SC57	SC51-SC56	SC51-SC56	--
SC57	SC57	SC51-SC56-SC57	SC57	3

	Reachability Set	Antecedent Set	Intersection Set	Level
SC51	SC51-SC56	SC51-SC56	SC51-SC56	4
SC56	SC51-SC56	SC51-SC56	SC51-SC56	4
SC53	SC51-SC56	SC51-SC56	SC51-SC56	4

Tabela 7: Hierarquização dos Critérios do *Cluster Político/Regulamentação*

Concluída a hierarquização de todos os *clusters*, procedeu-se à elaboração do diagrama final, que representa de uma forma simples e clara os cálculos realizados até ao momento. Na *Figura 7*, podemos ver o diagrama do *cluster Produto*, que contém apenas um nível hierárquico. Ou seja, os critérios têm o mesmo nível de importância. Este *cluster* inclui os seguintes *drivers* (ou *specific criteria* (SC)): SC7 – *As empresas desenvolvem produtos de forma a que seja possível reutilizar ou reciclar os mesmos*; SC9 – *Muitos produtos cuja segunda vida pode ser tão eficaz/efetiva como a 1ª utilização*; SC10 – *Aparecimento de novas matérias primas (mais sustentáveis)*; SC11 – *Aumento da vida útil dos produtos*; SC24 – *Início e fecho de ciclo com*

valorização dos vários subprodutos e/ou etapas do processo; SC23 – *Os passos de produção são mesmo necessários? Não produzir algo que seja utilizado por pouco tempo ou sirva poucos*; e SC15 – *Futuro das embalagens é crítico*.

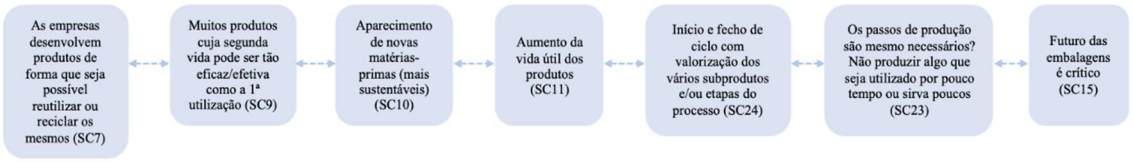


Figura 7: Diagrama do *Cluster Produto*

Tal como no *cluster Produto*, também no *cluster Processos* o diagrama final teve apenas um nível hierárquico (ver *Figura 8*). Deste modo, as empresas que utilizem este modelo terão preferência de escolha em qual dos critérios vão abordar primeiro na implementação de economia circular e/ou na resolução de problemas na área da economia circular. O *cluster Processos* é constituído pelos *drivers*: SC28 – *Gestão inteligente dos recursos promovendo a sustentabilidade e o aproveitamento de recursos*; SC29 – *Lógica de utilização totalmente eficiente dos recursos, sem desperdícios associados*; SC34 – *Transformação dos outputs tipicamente caraterizados como "desperdício" em recursos com valor acrescentado noutras indústrias ou processos*; SC31 – *Papel fundamental da distribuição neste processo*; SC50 – *Digitalização do maior número de processos nas agências*; SC33 – *Inovação e empreendedorismo são conceitos fundamentais para encontrar novas oportunidades de negócio a partir de "desperdício" de outros*; e SC35 – *Evolução da tecnologia para que cada vez mais negócios possam encontrar motivos de EC dentro das suas áreas de atividade.*

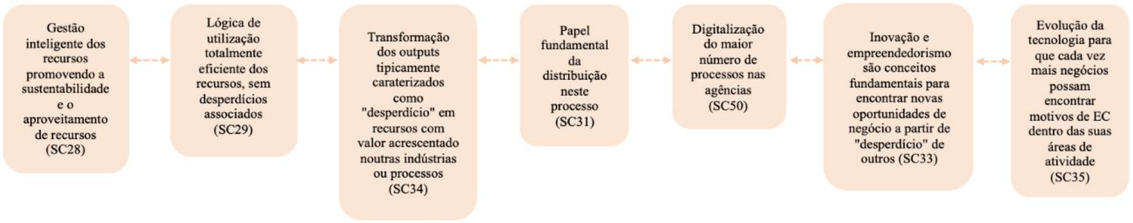


Figura 8: Diagrama do *Cluster Processos*

Uma vez mais, também no *cluster Comunicação/Sensibilização* o diagrama teve apenas um nível hierárquico, sendo todos os critérios do mesmo grau de importância para a economia circular. Na *Figura 9*, podemos ver o diagrama do *cluster Comunicação/Sensibilização*,

constituído pelos *drivers*: SC118 – *Formação é uma parte essencial para evoluir nos vários pilares*; SC114 – *Faltam ações de sensibilização robustas e incisivas*; SC113 – *Sensibilidade por parte da população para uma mudança*; SC122 – *Incentivos à experimentação e implementação das boas práticas*; SC116 – *Assimilação cultural e informação*; SC131 – *Falta de informação sobre os processos de reciclagem*; e SC133 – *Pouca informação/formação da sociedade em geral sobre o tema.* Alguns critérios possuem um sinal de menos a vermelho, uma vez que têm ou terão um impacto negativo na economia circular.

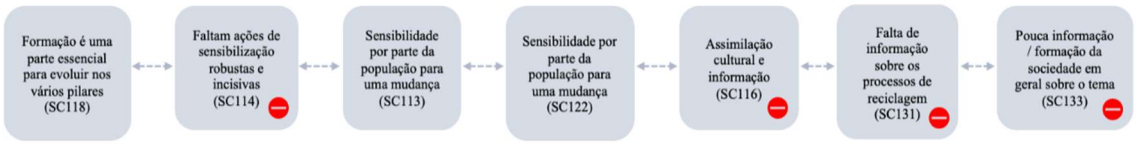


Figura 9: Diagrama do *Cluster Comunicação/Sensibilização*

Tal como os três diagramas anteriormente apresentados, também o diagrama do *cluster Atitudes/Comportamentos* tem apenas um nível hierárquico, tendo todos os critérios a mesma importância para a economia circular. Os *drivers* que constituem este *cluster* são: SC76 – *Estimular a inovação ao longo de toda a cadeia*; SC71 – *Reutilização é chave*; SC75 – *Maior investimento em I&D para se criar diferenciação*; SC107 – *De que forma o marketing e a sua função de "criar necessidades" é inimiga de uma economia que promove a reciclagem e a reutilização?*; SC72 – *Maior inclusão de pessoas menos validas, nas estruturas empresariais*; SC74 – *Mudança de paradigma, assente na inovação*; e SC92 – *Responsabilização de más práticas.* Na *Figura 10*, podemos ver o diagrama do *cluster Atitudes/Comportamentos.*

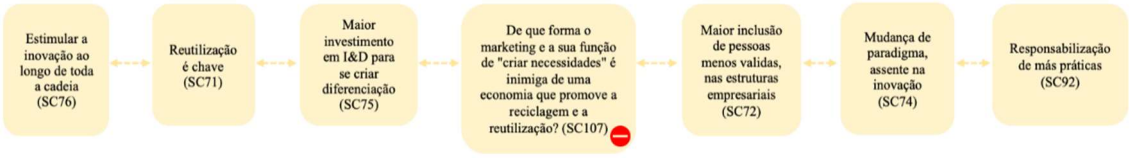


Figura 10: Diagrama do *Cluster Atitudes/Comportamentos*

Por fim, o diagrama do *cluster Político/Regulamentação* tem, ao contrário dos anteriores, mais do que um nível hierárquico. Tal como se vê na *Figura 11*, o diagrama tem quatro níveis de hierarquia. Assim, as empresas que utilizem este modelo para a implementação de economia circular e/ou na resolução de problemas no contexto da economia circular na parte da regulamentação ou política, devem abordar, em primeiro lugar, os seguintes *drivers*: SC51

– *Os governos têm um papel chave neste desafio gigante*; SC56 – *Intervenção do governo e dos órgãos de decisão em criar medidas de apoio*; e SC53 – *Emergência dos recursos hídricos pode ser catalisador-chave para colocar circularidade na agenda de todos*, uma vez que estes são os três *drivers* de menor importância no *cluster Político/Regulamentação*, constituindo o nível 4 na hierarquia.

Em seguida, as empresas devem focar-se no *driver* SC57 – *A criação de uma entidade estatal focada no apoio e formação às PMEs para esta matéria poderia alcançar bons resultados*, que constitui o nível 3 na hierarquia. No nível 2 da hierarquia está o *driver* SC70 – *Menos burocracia*, que as empresas devem abordar depois de passarem pelos critérios dos níveis 4 e 3. Por fim, depois de trabalhar em todos os *drivers* dos níveis anteriores, as empresas deverão focar-se nos dois *drivers* de maior importância e que constituem o nível 1 da hierarquia deste *cluster*: SC59 – *Criação de benefícios para as pessoas e consumidores para a valorização de marcas/produtos/serviços que resultem de EC* e o SC65 – *Premiar (através de benefícios económicos) as empresas que consigam implementar lógicas de EC, poderá levar a uma maior adesão e sensibilização.* As empresas deverão começar por abordar os *drivers* de menor importância. Ou seja, devem começar pelo fim da hierarquia, uma vez que só conseguirão abordar os critérios com maior importância depois de ultrapassados os restantes.

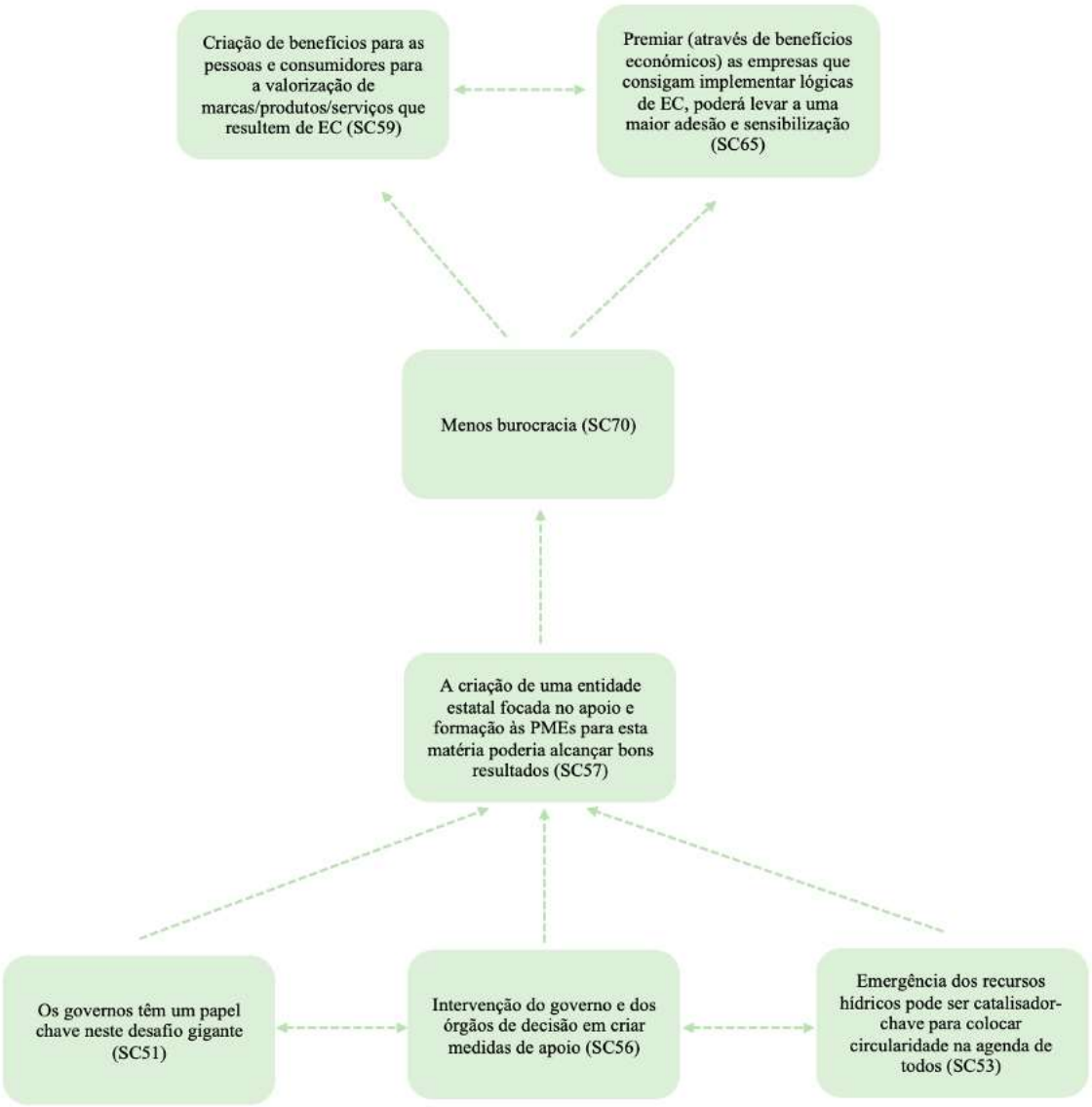


Figura 11: Diagrama do *Cluster Político/Regulamentação*

O último passo da aplicação do ISM é a análise MICMAC. Esta análise permite definir o tipo de critérios, em termos de poder de condução e dependência, de todos os *drivers* em estudo. A partir da FRM anteriormente apresentada, retiram-se os somatórios das linhas e colunas da matriz e chegamos às coordenadas de cada critério, que vão definir em que quadrante se insere cada critério. Na *Figura 12* podemos ver a análise MICMAC do *cluster Processos*, bem como o seu referencial. No primeiro quadrante do referencial (I), estão inseridos os critérios do tipo Autónomo (*i.e.*, *Autonomous*), que terão um poder reduzido em termos de condução e dependência. No segundo quadrante (II), localizam-se os critérios do tipo Dependente (*i.e.*, *Dependent)*, que apresentam um poder de condução baixo, mas um poder de dependência alto. Já no terceiro quadrante (III), os critérios têm um elevado poder de condução

e dependência, sendo critérios do tipo Ligação (*i.e.*, *Linkage*). Por fim, no quarto quadrante (IV), estão inseridos os critérios do tipo Independente (*i.e.*, *Independent*), que têm um elevado poder de condução, mas um poder de dependência reduzido.

	Dp Pw (x)	Dr Pw (y)	Type	Quadrant
SC28	7	7	Linkage	III
SC29	7	7	Linkage	III
SC34	7	7	Linkage	III
SC31	7	7	Linkage	III
SC50	7	7	Linkage	III
SC33	7	7	Linkage	III
SC35	7	7	Linkage	III

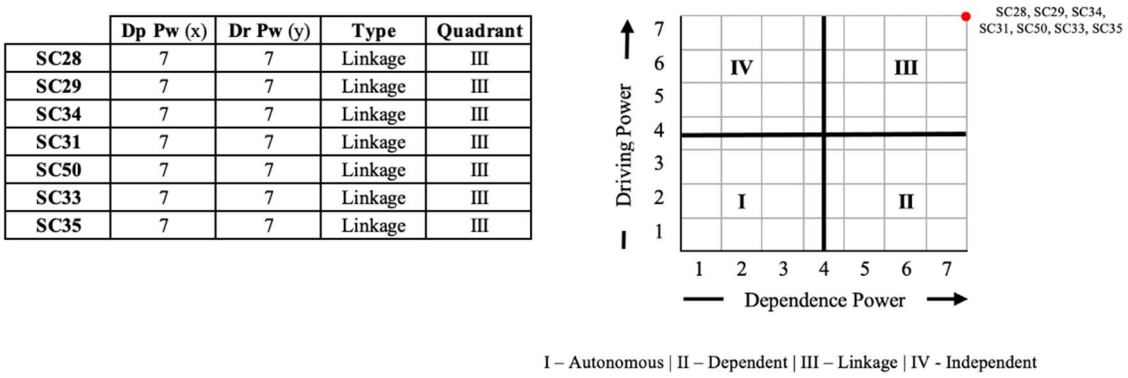


Figura 12: Análise MICMAC do *Cluster Processos*

Depois de concluídos todos os cálculos da aplicação do ISM para os cinco *clusters*, procedeu-se à elaboração do diagrama final, que resume todo o modelo deste estudo. Na *Figura 13* apresenta-se o diagrama final, que agrega os diagramas dos cinco *clusters*, com a hierarquização dos *drivers* de cada *cluster*.

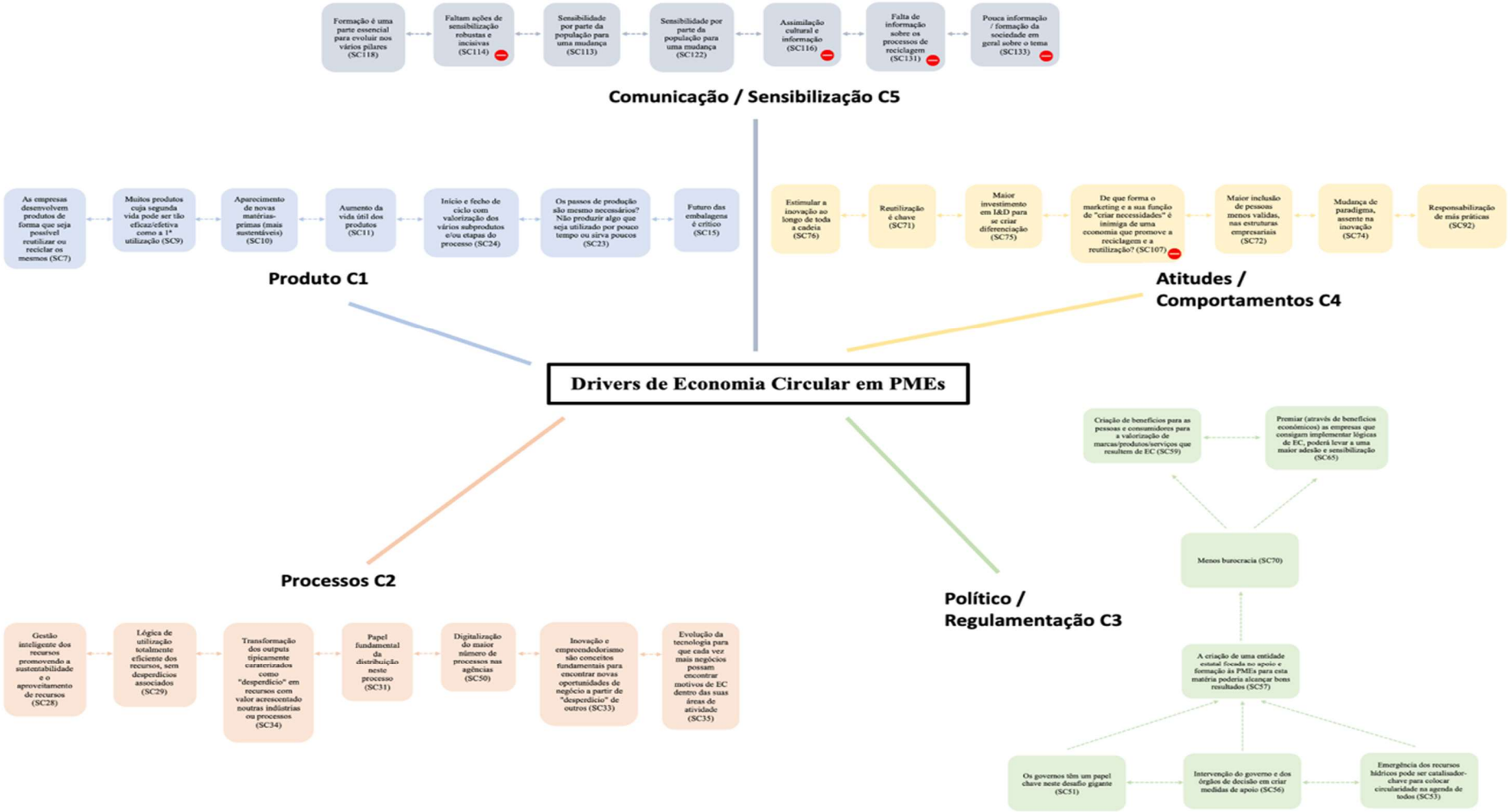


Figura 13: Diagrama Final do Estudo

No próximo tópico, apresenta-se a fase de consolidação, com uma análise dos resultados alcançados, bem como algumas recomendações para investigações futuras que completem o presente estudo.

4.3 Análise de Resultados e Recomendações

Após o desenvolvimento do modelo proposto neste estudo, foi necessário verificar a aplicabilidade prática do mesmo. Para tal, realizou-se uma sessão de consolidação com dois especialistas na área da economia circular e que foram considerados externos e imparciais, pois não participaram nas duas sessões de trabalho realizadas aquando da aplicação prática das metodologias.

Os dois especialistas convidados são duas colaboradoras da Organização Internacional do Trabalho (OIT), que faz parte da Organização das Nações Unidas (ONU). Ao longo da sua carreira profissional, ambas fizeram parte de diversos projetos na área da economia circular, estando bastante por dentro do tema. A sessão de consolidação foi realizada *online* através da plataforma *Teams,* tendo sido dividida em quatro fases: (1) apresentação das metodologias aplicadas; (2) discussão dos resultados obtidos do estudo; (3) análise da aplicabilidade prática do modelo desenvolvido; e (4) discussão de sugestões e recomendações. A *Figura 14* ilustra alguns dos momentos da sessão.

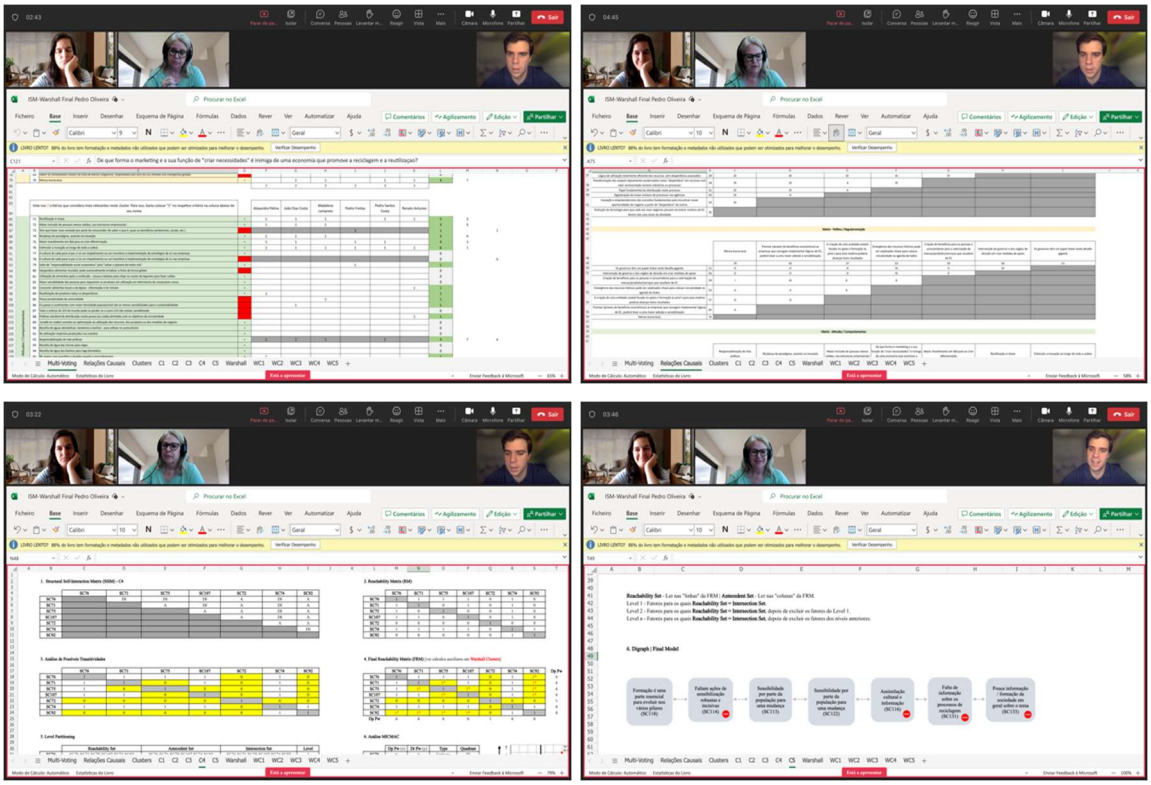


Figura 14: Sessão de Validação

A sessão iniciou-se com uma explicação das metodologias utilizadas e dos seus possíveis contributos para o estudo, que não eram do conhecimento das especialistas. Em seguida, foi explicada toda a fase de aplicação do modelo, passo a passo, para que fosse da sua máxima compreensão. Nesta fase, as entrevistadas referiram como positivo o facto de o presente estudo incluir um elevado número de *drivers* de economia circular, respondendo a uma limitação de estudos anteriores. Depois, foram descritos os principais resultados alcançados e foram apresentados os diagramas de cada *cluster* e o diagrama final do modelo.

Após análise cuidada dos diferentes elementos disponibilizados, as participantes elogiaram as metodologias aplicadas. O grande ponto positivo foi o facto de, até então, as especialistas nunca terem analisado um estudo semelhante ao apresentado na área da economia circular. Reforçaram o facto de as metodologias serem bastante interessantes e que a sua aplicação na área da economia circular era algo novo, mas com potencial para fazer crescer esta área e apoiar as empresas nos seus projetos de economia circular.

Por outro lado, as especialistas referiram duas grandes limitações do estudo desenvolvido. A primeira grande limitação foi o facto de os resultados de todo o estudo estarem dependentes do contributo de um painel reduzido de pessoas, cuja experiência em economia

circular poderá não ser a mais rica. Nesta limitação, as especialistas sugeriram aplicar este estudo com um painel de especialistas em economia circular, mas que trabalhem exclusivamente com projetos de economia circular, em qualquer área, mas durante um longo período de tempo. Resumidamente, as especialistas sugeriram um painel com inquestionável e inegável experiência na economia circular, mas de áreas diferentes de negócio. Ainda assim, foi explicado às especialistas que o presente estudo assume uma natureza processual. Como tal, não se colocam questões de representatividade nem de generalização dos resultados. Com efeito, as mesmas metodologias poderiam ser aplicadas com outros decisores, sendo os resultados contextualizados à situação em que isso ocorresse. A segunda limitação referida pelas especialistas foi a ausência de *drivers* na área das competências (*i.e.*, *skills*), que as especialistas consideram ser uma área fundamental no contexto da economia circular. Se as empresas não possuírem as competências necessárias para ter práticas de economia circular, os resultados nunca serão os esperados. Assim, as especialistas assinalam a falta de um *cluster* de competências, que poderia incluir algumas competências necessárias para a economia circular, ou até efeitos negativos da falta de competências com *drivers* constituintes desse novo *cluster*. Sobre este ponto específico, importa referir que o modelo de análise desenvolvido é flexível e permite acomodar nova informação sempre que tal se justifique. Isto permitirá ajustes e atualizações sempre que necessário devido à natureza recursiva/construtivista dos métodos aplicados.

Por fim, as especialistas reforçaram que, apesar das limitações referidas, este estudo tem enorme potencial e poderá ser uma ferramenta de apoio às empresas em projetos de economia circular. Concluída a sessão de consolidação, foram feitos agradecimentos às duas especialistas pelo *feedback* e contributo que deram à presente investigação.

SINOPSE DO CAPÍTULO 4

O presente capítulo abrange a componente prática do estudo, apresentando a aplicação das metodologias explicadas no capítulo anterior (*i.e.*, mapeamento cognitivo e ISM). Para começar, foi necessário constituir um painel de especialistas, que participaram em duas sessões de grupo. Os decisores deste painel tinham que possuir *know-how* na área da economia circular, deter cargos de decisão em PMEs e existir heterogeneidade no painel, em termos de género, experiência profissional e área de negócio. Na primeira sessão, que constituiu a fase de estruturação do problema, foi proposto aos especialistas que indicassem *drivers* de economia circular, através da técnica dos *post-its*. Os decisores escreveram um *driver* em cada *post-it*, adicionando um sinal + ou –, consoante a relação de causalidade positiva ou negativa do *driver* em questão com a economia circular. Em seguida, foi pedido ao painel que agrupassem todos os *drivers* referidos em *clusters.* Surgiram então cinco *clusters* de economia circular: *Produto*; *Processos, Político/Regulamentação*; *Atitudes/Comportamentos*; e *Comunicação/ Sensibilização*. Concluída a primeira sessão de grupo, procedeu-se à elaboração do mapa cognitivo de grupo. Na segunda sessão, o painel começou por validar o mapa cognitivo desenvolvido a partir da primeira sessão. Em seguida, iniciou-se a fase de avaliação do problema, com a aplicação do ISM, que começou através do *multi-voting.* Nesta fase, foi pedido aos especialistas que escolhessem, para cada *cluster*, os *drivers* de economia circular mais importantes. Em seguida, os especialistas atribuíram uma relação de causalidade a cada par de critérios (*i.e.*, *drivers*), dentro de cada um dos *clusters*. Com a informação produzida pelos especialistas, foram efetuados alguns cálculos auxiliares, nomeadamente através do algoritmo de Warshall (1962), que resultaram na elaboração dos diagramas. Foi desenvolvido um diagrama para cada *cluster*, que apresenta os *drivers* organizados hierarquicamente. O resultado final foi um diagrama final do estudo, que integra os diagramas dos cinco *clusters* produzidos. Por fim, realizou-se uma sessão de consolidação de resultados com duas especialistas em economia circular, pertencentes à OIT. Estas especialistas foram vistos como imparciais e externos ao desenvolvimento do modelo. O seu *feedback* foi bastante positivo em relação ao estudo e deixou também algumas recomendações derivadas de algumas limitações identificadas. No próximo capítulo será feita uma síntese dos principais resultados e limitações do presente estudo.

CAPÍTULO 5

CONCLUSÕES

5.1 Principais Resultados e Limitações do Estudo

A economia circular foi alvo, nos últimos anos, de um enorme crescimento em diferentes perspetivas. Há cada vez mais empresas a adotarem modelos de negócio que incluem economia circular e, como tal, houve também um crescimento exponencial ao nível da literatura nesta área do conhecimento. Se há uns anos atrás a economia circular não era um tema muito abordado ao nível académico e científico, hoje em dia existem já inúmeras investigações à volta deste tema.

Com a crescente preocupação com a sustentabilidade, por parte das empresas, a economia circular tornou-se numa forma de as empresas atingiram os níveis de sustentabilidade que pretendem, tendo ainda a possibilidade de diminuir os seus custos. Podemos assim dizer que a economia circular poderá ser um meio para atingir um fim, utilizado por cada vez mais empresas. Todavia, o problema começa quando muitas das empresas, na sua grande maioria PMEs, não têm *know-how* suficiente para implementar com sucesso modos de economia circular nos seus negócios. Muitas destas empresas têm como foco, aquando da implementação de economia circular, apenas alcançar os níveis de sustentabilidade que desejam e diminuir os custos, ignorando tudo o resto. Assim, as empresas acabam, muitas vezes, por não ter sucesso ao implementar economia circular, por não terem *know-how* suficiente e por se focarem apenas nos seus interesses mais básicos. Com efeito, para auxiliar as empresas numa correta implementação de iniciativas de economia circular, ou na resolução de problemas na área da economia circular, o principal objetivo desta dissertação foi a ***conceção de um modelo que, através da combinação de mapeamento cognitivo com Interpretive Structural Modeling (ISM), permite identificar drivers de economia circular em PMEs e analisar as suas relações causais***.

Através do modelo desenvolvido, as empresas poderão saber que *drivers* de economia circular são mais importantes, por áreas de foco, já que o modelo agregou os *drivers* em cinco *clusters* identificados por um painel de especialistas (*i.e.*, *Produto, Processos, Político/Regulamentação, Atitudes/Comportamentos e Comunicação/Sensibilização*). Para além disto, o modelo fornece ainda uma hierarquia, por relevância, dos *drivers* dentro de cada

cluster. Assim, as empresas poderão saber em que *drivers* deverão trabalhar primeiro e quais os de maior relevância, por cada área de foco. Por conseguinte, as empresas deverão focar-se primeiro nos *drivers* de menor importância (*i.e.*, na base da hierarquia), pois só assim poderão ter sucesso nos de maior importância (*i.e.*, no topo da hierarquia). No caso de todos os *drivers* terem o mesmo nível de importância (*i.e.*, hierarquia de apenas um nível), algo que sucede em alguns *clusters*, as empresas poderão optar por onde começar.

O modelo desenvolvido apresenta limitações. A grande limitação do processo seguido prende-se com a dificuldade em formar o painel de especialistas. Em Portugal, a nível geral, o *know-how* de economia circular é escasso, tornando-se difícil chegar a verdadeiros especialistas em economia circular. O painel do presente estudo foi formado por elementos com altos cargos em PMEs, que se disponibilizaram para estar presentes em duas sessões de cerca de três horas cada. Estes decisores têm conhecimentos e experiência em economia circular, mas poderão não ser considerados verdadeiros especialistas no tema. Assim, a grande limitação do modelo prende-se com o facto de este depender de um painel de decisores cujo nível de conhecimento e/ou experiência no tema seja inquestionável.

5.2 Principais Contributos para Análise de Drivers de Economia Circular

Depois de desenvolvido o modelo do presente estudo, realizou-se uma sessão de consolidação de resultados (*cf. ponto 4.3*, *Capítulo 4*). Esta sessão contou com a intervenção de duas especialistas em economia circular, externas a todo o desenvolvimento do modelo por não ter participado nas duas sessões de grupo realizadas ao longo da investigação. Deste modo, as duas especialistas que validaram o estudo dotaram-se de imparcialidade/neutralidade.

No seu *feedback*, as especialistas identificaram algumas limitações que o estudo apresenta, referindo também recomendações para ultrapassar essas mesmas limitações. Ainda assim, as especialistas reconheceram o enorme potencial do estudo e que pode trazer grandes benefícios para a área da economia circular. Estes dois elementos referiram já ter estado envolvidos em diversos projetos de economia circular e que muitas empresas não têm *know-how* suficiente sobre o tema. Tal leva-as a cometer muitos erros. Assim, este estudo poderá ajudar muitas PMEs no que à análise dos *drivers* de economia circular diz respeito. As especialistas referiram nunca ter analisado um estudo semelhante e elogiaram as metodologias aplicadas, reforçando que, se as limitações do estudo forem ultrapassadas, este poderá trazer grandes contributos e ajudar as empresas a terem mais conhecimento sobre esta matéria. Tudo

isto, aliado à escassez de estudos que analisem os *drivers* de economia circular e as suas relações de causalidade, tornam a presente investigação em algo de novo e com interesse.

5.3 Pistas para Investigação Futura

Na presente dissertação, é desenvolvido um modelo que se torna único ao combinar mapeamento cognitivo e ISM, aplicando-os numa análise de relações causais entre *drivers* de economia circular. Assim, é um estudo que pode estar na base de mais estudos no futuro.

As metodologias aplicadas não eram do conhecimento dos especialistas que participaram no desenvolvimento do modelo, nem das especialistas que validaram o estudo. Ainda assim, todos eles reconheceram o seu grande potencial. Deste modo, este tipo de análise deve ser alvo de investigação futura, para ajudar as empresas na implementação de iniciativas de economia circular. A sugestão para estudos futuros passa por três tipos vias distintas: (1) desenvolvimento de estudos semelhantes, mas aplicando outro tipo de metodologia (*i.e.*, técnicas diferentes do mapeamento cognitivo e do ISM); (2) replicar o presente estudo, mas com outro painel de especialistas, de preferência com *know-how* e experiência inquestionável em economia circular; e (3) desenvolver um estudo semelhante, mas a nível internacional, numa realidade diferente da de Portugal.

Concluindo, este modelo tem grande potencial e poderá trazer grandes contributos para a análise de *drivers* de economia circular e das suas relações causais. Nesse sentido, todos os estudos com o mesmo objetivo trarão contributos para o tema em questão.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÀFICAS

Abramova, N. (2016). The cognitive approach to the problem of identification validity in cognitive mapping. *IFAC-PapersOnLine*, *49*(12), 586-591.

Ansari, M., Kharb, R., Luthra, S., Shimmi, S., & Chatterji, S. (2013). Analysis of barriers to implement solar power installations in India using interpretive structural modeling technique. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, *27*, 163-174.

Bana e Costa, C. (1993). Processo de apoio à decisão: Actores e acções, estruturação e avaliação. *Investigação Operacional*, *14*(2), 115-131.

De Pauw, I., Karana, E., Kandachar, P., & Poppelaars, F. (2014). Comparing biomimicry and cradle to cradle with ecodesign: A case study of student design projects. *Journal of Cleaner Production*, *78*, 174-183.

Dehe, B., & Bamford, D. (2015). Development, test and comparison of two multiple criteria decision analysis (MCDA) models: A case of healthcare infrastructure location. *Expert Systems with Applications*, *42*(19), 6717-6727.

Dey, P., Petridis, N., Petridis, K., Malesios, C., Nixon, J., & Ghosh, S. (2018). Environmental management and corporate social responsibility practices of small and medium-sized enterprises. *Journal of Cleaner Production*, *195*, 687-702.

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. (2004). Cognitive mapping expert views for policy analysis in the public sector. *European Journal of Operational Research*, *152*(3), 615-630.

Eswarlal, Vimal & Dey, Prasanta & Shankar, Ravi. (2011). Enhanced renewable energy adoption for sustainable development in India: Interpretive structural modeling approach. *World Renewable Energy Congress*, 351-358.

Fernandes, I., Ferreira, F., Bento, P., Jalali, M., & António, N. (2018). Assessing sustainable development in urban areas using cognitive mapping and MCDA. *International Journal of Sustainable Development & World Ecology*, *25*(3), 216-226.

Ferreira, F., Jalali, M., Meidutė-Kavaliauskienė, L., & Viana, B. (2015). A metacognitive decision-making based framework for bank customer loyalty measurement and management. *Technological and Economic Development of Economy*, *21*(2), 280-300.

Ferreira, F., Jalali, M., Zavadskas, E., & Meidutė-Kavaliauskienė, I. (2017). Assessing payment instrument alternatives using cognitive mapping and the Choquet integral. *Transformations in Business & Economics*, *16*(41), 170-187.

Ferreira, F., Santos, S., Rodrigues, P., & Spahr, R. (2014). Evaluating retail banking service quality and convenience with MCDA techniques: A case study at the bank branch level. *Journal of Business Economics and Management*, *15*(1), 1-21.

Garcés-Ayerbe, C., Rivera-Torres, P., Suárez-Perales, I., & Hiz, D. (2019). Is it possible to change from a linear to a circular economy? An overview of opportunities and barriers for European small and medium-sized enterprise companies. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, *16*(5), 851-866.

Geng, Y., & Doberstein, B. (2008). Developing the circular economy in China: Challenges and opportunities for achieving "leapfrog development". *International Journal of Sustainable Development & World Ecology*, *15*(3), 231-239.

Geng, Y., Fu, J., Sarkis, J., & Xue, B. (2012). Towards a national circular economy indicator system in China: An evaluation and critical analysis. *Journal of Cleaner Production, 23*(1), 216-224.

Gregson, N., Crang, M., Fuller, S., & Holmes, H. (2015). Interrogating the circular economy: The moral economy of resource recovery in the EU. *Economy and Society, 44*(2), 218-243.

Hofstra, N., & Huisingh, D. (2014). Eco-innovations characterized: a taxonomic classification of relationships between humans and nature. *Journal of Cleaner Production*, *66*, 459-468.

Jalali, M., Ferreira, F., Ferreira, J., & Meidutė-Kavaliauskienė, I. (2016). Integrating metacognitive and psychometric decision-making approaches for bank customer loyalty measurement. *International Journal of Information Technology & Decision Making*, *15*(4), 815-837.

Jayant, A., & Azhar, M. (2014). Analysis of the barriers for implementing green supply chain management (GSCM) practices: An interpretive structural modeling (ISM) Approach. *Procedia Engineering*, *97*, 2157-2166.

Khan, I., & Rahman, Z. (2017). Brand experience anatomy in hotels: An interpretive structural modeling approach. *Cornell Hospitality Quarterly*, *58*(2), 165-178.

Klein, J., & Cooper, D. (1992). Cognitive maps of decision-makers in a complex game. *Journal of the Operational Research Society*, *33*(1), 63-71.

Kumar, P., Singh, R., & Kumar, R. (2017). An integrated framework of interpretive structural modeling and graph theory matrix approach to fix the agility index of an automobile manufacturing organization. *International Journal of Systems Assurance Engineering and Management*, *8*(1), 342-352.

Mathivathanan, D., Mathiyazhagan, K., Rana, N., Khorana, S., & Dwivedi, Y. (2021). Barriers to the adoption of blockchain technology in business supply chains: A total interpretive structural modelling (TISM) approach. *International Journal of Production Research*, *59*(11), 3338-3359.

Murray, A., Skene, K., & Haynes, K. (2017). The circular economy: an interdisciplinary exploration of the concept and application in a global context. *Journal of Business Ethics*, *140*, 369-380.

Oliveira, M., Ferreira, F., Pérez-Bustamante, G., & Jalali, M. (2017). Integrating cognitive mapping and MCDA for bankruptcy prediction in small- and medium-sized enterprises. *Journal of the Operational Research Society*, *68*(9), 985-997.

Ormazabal, M., Prieto-Sandoval, V., Jaca, C., & Santos, J. (2016). An overview of the circular economy among SMEs in the Basque country: A multiple case study. *Journal of Industrial Engineering and Management*, *9*(5), 1047-1058.

Ormazabal, M., Sarriegi, J.M., Barkemeyer, R., Viles, E., & McAnulla, F. (2015). Evolutionary pathways of environmental management in UK companies. *Corporate Social Responsibility and Environmental Management*, *22*(3), 169-181.

Park, J., Sarkis, J., & Wu, Z. (2010). Creating integrated business and environmental value within the context of China's circular economy and ecological modernization. *Journal of Cleaner Production*, *18*(5), 1494-1501.

Peters, G., Weber, C., Guan, D., & Hubacek, K. (2007). China's growing CO2 emissions a race between increasing consumption and efficiency gains. *Environmental Science & Technology*, *41*(17), 5939-5944.

Prieto-Sandoval, V., Jaca, C., & Ormazabal, M. (2018). Towards a consensus on the circular economy. *Journal of Cleaner Production*, *179*, 605-615.

Rizos, V., Behrens, A., van der Gaast, W., Hofman, E., Ioannou, A., Kafyeke, T., Flamos, A., Rinaldi, R., Papadelis, S., Hirschnitz-Garbers, M., & Topi, C. (2016). Implementation of circular economy business models by small and medium-sized enterprises (SMEs): barriers and enablers. *Sustainability*, *8*(11), 1212.

Shahabadkar, P. (2012). Deployment of interpretive structural modelling methodology in supply chain management: An overview. *International Journal of Industrial Engineering & Production Research*, *23*(3), 195-205.

Sohani, N., & Sohani, N. (2012). Developing interpretive structural model for quality framework in higher education: Indian context. *Journal of Engineering, Science & Management Education*, *5*(2), 495-501.

Stahel, W. (2016). The circular economy. *Nature*, *531*, 435-438.

Village, J., Salustri, F., & Neumann, P. (2013). Cognitive mapping: Revealing the links between human factors and strategic goals in organizations. *International Journal of Industrial Ergonomics*, *43*(4), 304-313.

Warshall, S. (1962). A theorem on Boolean matrices. *Journal of the Association for Computing Machinery*, *9*, 11-12.

Xu, X., & Zou, P. (2020). Analysis of factors and their hierarchical relationships influencing building energy performance using interpretive structural modelling (ISM) approach. *Journal of Cleaner Production*, *272*, 122650.

Yu, T., Shi, Q., Zuo, J., & Chen, R. (2018). Critical factors for implementing sustainable construction practice in HOPSCA projects: A case study in China. *Sustainable Cities and Society*, *37*, 93-103.

Yuan, Z., Bi, J., & Moriguichi, Y. (2006). The Circular Economy: A new development strategy in China. *Journal of Industrial Ecology*, *10*(1), 4-8.