

**ANÁLISE DINÂMICA DOS DETERMINANTES DE  
CONDUTA AMBIENTAL NAS PMEs: UMA ABORDAGEM  
SÓCIO-TÉCNICA**

Joana Patrícia Correia Fonseca

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de  
Mestre em Gestão

Orientador:  
Professor Doutor Fernando Alberto Freitas Ferreira  
ISCTE Business School  
Departamento de Marketing, Operações e Gestão Geral

Maio 2019

**ANÁLISE DINÂMICA DOS DETERMINANTES DE  
CONDUTA AMBIENTAL NAS PMEs: UMA ABORDAGEM  
SÓCIO-TÉCNICA**

Joana Patrícia Correia Fonseca

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de  
Mestre em Gestão

Orientador:  
Professor Doutor Fernando Alberto Freitas Ferreira  
ISCTE Business School  
Departamento de Marketing, Operações e Gestão Geral

Maio 2019

## AGRADECIMENTOS

Esta dissertação é o culminar de nove anos de formação e de um percurso académico repleto de escolhas diferenciadas que me trouxe até aqui. Por esse motivo, a sua concretização representa um marco não só na minha vida, mas de todos aqueles que me acompanharam nesta jornada e aos quais não posso deixar de agradecer.

O maior agradecimento vai para os meus pais, por me terem acompanhado em todos os momentos, por me terem apoiado em todas as minhas escolhas e por terem sempre acreditado em mim. Palavras não serão suficientes para expressar a minha gratidão. À minha irmã, pelo exemplo que é e pelo constante incentivo, apoio e amizade. Aos meus sobrinhos, a quem espero doravante compensar pela escassez de horas de atenção e brincadeiras devidas.

Gostaria também de agradecer aos meus amigos que, mesmo longe, demonstraram uma constante preocupação, interesse e vontade em ajudar. Aos meus colegas de mestrado, em particular à minha colega Ana Faria, com quem tive a sorte de partilhar esta caminhada.

Um especial agradecimento ao meu orientador, Professor Doutor Fernando Alberto Freitas Ferreira, pela sua entrega, profissionalismo e confiança demonstrada. A sua exigência permitiu-me dar o melhor de mim na concretização de um trabalho do qual me posso orgulhar, estando certa do seu contributo para o meu desenvolvimento a nível académico e pessoal.

Por fim, uma palavra especial aos membros do painel de especialistas: André Gabriel, Bruno Oliveira, Clara Silva, Inês Bica, João Alho, Joaquim Fonseca e Pedro Teixeira, pela sua disponibilidade, empenho e bondade na partilha de conhecimentos, sem os quais esta dissertação não poderia ter sido concluída. Gostaria ainda de agradecer ao Dr. João Pimental, Diretor da Direção de Proximidade Regional e Licenciamento (DPR) do Instituto de Apoio às Pequenas e Médias Empresas e à Inovação (IAPMEI), e à Dra. Paula Tavares Silva, Chefe da DPR, pelo importante contributo aquando da consolidação de resultados e do modelo desenvolvido.

A todos,  
O meu sincero OBRIGADA!

# ANÁLISE DINÂMICA DOS DETERMINANTES DE CONDUTA AMBIENTAL NAS PMES: UMA ABORDAGEM SÓCIO-TÉCNICA

## RESUMO

**A** crescente preocupação relativa à temática ambiental representa um novo desafio para as empresas, exigindo das mesmas a incorporação da temática da sustentabilidade ambiental na sua estratégia empresarial. No entanto, a falta de uma perspectiva holística de sustentabilidade, bem como de uma percepção de interdependência entre excelência corporativa, econômica e ambiental, tem impedido que empresas de menor dimensão – como as pequenas e médias empresas (PMEs) – considerem investimentos ambientais para além dos legalmente exigidos. Neste sentido, parece tornar-se relevante, para a sobrevivência a longo prazo e para o incremento das vantagens competitivas das empresas, a exploração de métodos integrados que identifiquem e apresentem uma visão holística dos determinantes de conduta ambiental. Com este intuito, a presente dissertação propõe a utilização de técnicas de mapeamento cognitivo, recorrendo à metodologia *Fuzzy Cognitive Mapping* e à abordagem *System Dynamics*. O valor acrescentado desta proposta será suportado pela experiência e pelos conhecimentos de um painel de especialistas com experiência prática na área ambiental em PMEs, que fornecerão os *inputs* para a concretização do modelo de base. As vantagens e as limitações desta abordagem metodológica serão também objeto de análise, bem como as suas implicações teórico-práticas.

**Palavras-Chave:** Conduta Ambiental nas PMEs; *Fuzzy Cognitive Map* (FCM); Mapeamento Cognitivo; Pequenas e Médias Empresas (PMEs); Sustentabilidade; *System Dynamics* (SD).

# ANALYZING THE DETERMINANTS OF ENVIRONMENTAL CONDUCT IN SMEs: A SOCIO-TECHNICAL APPROACH

## ABSTRACT

The increasing concern about environmental issues represents a new challenge for companies, requiring the topic of environmental sustainability to be incorporated into their business strategies. However, the absence of a holistic perspective of sustainability and the limited perception of the interdependence between corporate, economic and environmental excellence has prevented smaller companies – such as small and medium-sized enterprises (SMEs) – from considering environmental investments beyond those legally required. In this regard, the adoption of integrated methods that allow for the identification and presentation of a holistic view of the determinants of environmental conduct seems to be extremely relevant for these companies' long-term survival, as well as to increase their competitive advantages. The present dissertation proposes the use of cognitive mapping techniques, using the Fuzzy Cognitive Mapping methodology and the System Dynamics approach. The added value of the resulting model is supported by the professional experience and practical knowledge of a panel of experts in SME environmental conduct. The advantages and limitations of our proposal, as well as its theoretical and practical implications, are also analyzed.

**Keywords:** Environmental Conduct in SMEs; Fuzzy Cognitive Map (FCM); Cognitive Mapping; Small and Medium Enterprises (SMEs); Sustainability; System Dynamics (SD).

## SUMÁRIO EXECUTIVO

A presente dissertação de mestrado tem como objetivo o desenvolvimento de um modelo de apoio à tomada de decisão, através da análise dinâmica dos determinantes de conduta ambiental nas PMEs. A sociedade atual tem vindo a promover, de forma bastante demarcada, a necessidade de serem adotadas medidas de sustentabilidade ambiental, não ficando as empresas fora desta equação. Neste sentido, tendo em conta a grande representatividade das PMEs no contexto empresarial, parece inevitável que estas tenham de incluir a dimensão ambiental na formulação das suas estratégias de negócio. Contudo, a falta de conhecimento e/ou de perceção da interdependência entre excelência corporativa, económica e ambiental, pode levar as PMEs a considerar os investimentos ambientais com uma necessidade não-prioritária. Apesar da evidência de que o desenvolvimento sustentável assenta na igualdade entre crescimento económico, coesão social e equilíbrio ambiental, existe ainda um grande processo adaptativo a desenvolver por parte das PMEs. Nesse sentido, a representação concetual, realizada na presente dissertação, permite aos decisores das PMEs, através da identificação dos determinantes de conduta ambiental, perceber o processo de implementação de medidas com impacto positivo no ambiente. A literatura existente referencia diversos fatores que condicionam o processo de tomada de decisão relativamente à concretização de medidas representativas de conduta ambiental por parte das PMEs, sendo estes fatores geralmente agrupados em categorias similares (*i.e.*, políticos, económicos, de informação e organizacionais). No entanto, as limitações percebidas nestes estudos condicionam o entendimento relativamente à análise dos determinantes de conduta ambiental, nomeadamente devido: (1) à falta de validação empírica dos determinantes identificados através de análises teóricas; e (2) à falta de consideração das relações de influência entre as variáveis, ignorando possíveis relações de causalidade existentes. Apesar de não estar isenta de limitações, a abordagem metodológica adotada neste estudo permite ultrapassar algumas destas lacunas, ao explorar métodos integrados que permitem apresentar uma visão holística dos determinantes de conduta ambiental. Tendo por base uma orientação construtivista, esta dissertação socorreu-se, assim, da metodologia *Strategic Options Development and Analysis* (SODA), fazendo uso de técnicas de mapeamento cognitivo para extrair e registar graficamente os determinantes de conduta ambiental nas PMEs, com base nas visões, experiências, crenças e valores dos decisores considerados no processo de

estruturação do problema de tomada de decisão. Como complemento ao mapeamento cognitivo, foi introduzida a lógica *fuzzy*, que permite interrelacionar os determinantes identificados e quantificar a intensidade das relações de causalidade, promovendo uma representação dinâmica da realidade. A incorporação da metodologia *System Dynamics* (SD) permite ainda modelar os determinantes identificados e proceder a simulações que permitem decompor a estrutura do sistema, bem como expressar graficamente, com clareza, o dinamismo das relações existentes entre os elementos que o constituem. Esta ferramenta auxilia o processo de tomada de decisão, uma vez que possibilita aos decisores experimentar e identificar as consequências futuras das suas decisões. A aplicação empírica destas metodologias implicou a constituição de um painel de decisores com conhecimento e experiência prática na aplicação de medidas de conduta ambiental em PMEs e com disponibilidade para participar em duas sessões presenciais de grupo. A primeira sessão teve como objetivo a elaboração da estrutura cognitiva de base, através da identificação dos determinantes de conduta ambiental nas PMEs e a sua respetiva hierarquização em áreas de interesse. O processo iniciou-se com a colocação da seguinte *trigger question*: “Com base nos seus valores e experiência profissional, que fatores e circunstâncias afetam (ou podem afetar) a conduta ambiental de uma PME?”. A operacionalização das respostas a esta questão, socorreu-se da “técnica dos *post-its*”, que consiste em escrever, em *post-its*, o que o painel de especialistas considera como critérios relevantes. Posteriormente, os determinantes obtidos foram agrupados em *clusters* (*i.e.*, áreas de preocupação), nomeadamente: (1) *Fatores Politico-Legais*; (2) *Gestão Estratégica*; (3) *Gestão Financeira*; (4) *Gestão Operacional*; e (5) *Componente Social*. Por fim, os determinantes constituintes de cada *cluster* foram reagrupados por ordem de importância. Os resultados obtidos desta primeira sessão deram origem à construção de um mapa cognitivo de grupo, com recurso ao *software Decision Explorer*. Na segunda sessão, as relações de causalidade previamente identificadas foram quantificadas, num intervalo entre [-1; 1], introduzindo uma componente dinâmica ao modelo. Os graus de intensidade das relações causais identificadas foram incorporados no modelo com recurso ao *software Vensim PLE 7.3.5*, possibilitando a concretização de análises dinâmicas que evidenciam o comportamento do sistema, quando existem alterações nas relações causais ou nos determinantes que o constituem, dando assim a possibilidade de avaliar diferentes cenários, que permitirão, com base nos seus resultados, desenvolver e aplicar estratégias relevantes para impulsionar uma melhor conduta ambiental nas PMEs.

# ÍNDICE GERAL

Principais Abreviaturas Utilizadas .....	XII
--	-----

<b>Capítulo 1 – Introdução Geral .....</b>	<b>1</b>
--	----------

1.1. Enquadramento de Base .....	1
----------------------------------	---

1.2. Objetivos .....	2
----------------------	---

1.3. Metodologia de Investigação .....	3
--	---

1.4. Estrutura .....	4
----------------------	---

1.5. Resultados Esperados .....	5
---------------------------------	---

<b>Capítulo 2 – Revisão da Literatura .....</b>	<b>6</b>
---	----------

2.1. Sustentabilidade, Conduta Ambiental e PME .....	6
--	---

2.2. Determinantes de Conduta Ambiental nas PMEs .....	13
--	----

2.3. Estudos Relacionados: Contributos e Limitações .....	16
---	----

2.4. Limitações Gerais .....	21
------------------------------	----

<i>Sinopse do Capítulo 2</i> .....	23
------------------------------------	----

<b>Capítulo 3 – Metodologia e Fontes .....</b>	<b>24</b>
--	-----------

3.1. Orientação Epistemológica .....	24
--------------------------------------	----

3.2. Estruturação de Problemas Complexos e Mapeamento Cognitivo .....	25
---	----

3.2.1. Mapeamento Cognitivo e Mapas Cognitivos <i>Fuzzy</i> .....	27
---	----

3.2.2. Vantagens e Limitações dos Mapas Cognitivos <i>Fuzzy</i> .....	34
---	----

3.2.3. Possíveis Contributos para a Análise da Conduta Ambiental de PMEs .....	35
---	----

3.3. Dinâmica de Sistemas .....	36
---------------------------------	----

3.3.1. Princípios Teóricos .....	39
----------------------------------	----

3.3.2. Vantagens e Limitações da Análise de Dinâmica de Sistemas .....	45
--	----

3.3.3. Possíveis Contributos para a Análise da Conduta Ambiental de PMEs .....	46
---	----

<i>Sinopse do Capítulo 3</i> .....	47
------------------------------------	----



Capítulo 4 – Estruturação, Análise e Recomendações .....	48
4.1. Mapa Cognitivo de Grupo e Avaliação de Relações Causais .....	48
4.2. Análise Dinâmica dos Determinantes de Conduta Ambiental nas PMEs ..	56
4.3. Consolidação do Modelo, Limitações e Recomendações .....	85
<i>Sinopse do Capítulo 4</i> .....	90
Capítulo 5 – Conclusão Geral .....	91
5.1. Principais Resultados e Limitações da Análise .....	91
5.2. Implicações Teórico-Práticas .....	93
5.3. Pistas para Futura Investigação .....	94
Referências Bibliográficas .....	96

## ÍNDICE DE FIGURAS E TABELAS

### FIGURAS

Figura 1: Quadro de Sustentabilidade: <i>Triple Botton Line</i> .....	8
Figura 2: Lógica Funcional de um Mapa Cognitivo .....	29
Figura 3: Exemplo de um Mapa Cognitivo <i>Fuzzy</i> .....	32
Figura 4: Pontos de Estabilização e Valor de Convergência de um FCM .....	33
Figura 5: Componentes Básicos de um Sistema .....	37
Figura 6: Modelo de Dinâmica de Sistemas Simples .....	39
Figura 7: Representação do Processo de <i>Feedback</i> .....	41
Figura 8: Exemplo de um <i>Causal Loop Diagram</i> (CLD) .....	43
Figura 9: Exemplo de um <i>Stock and Flow Diagram</i> (SFD) .....	44
Figura 10: Aplicação da “Técnica dos <i>Post-its</i> ” .....	52
Figura 11: Mapa Cognitivo de Grupo (ou Mapa Estratégico) .....	53
Figura 12: Instantâneos da Segunda Sessão .....	55
Figura 13: Modelo de Dinâmica de Sistemas .....	57
Figura 14: Impacto do “ <i>Run (1) Intra-Cluster</i> ” no <i>Cluster Fatores Político-Legais</i> .....	60
Figura 15: Impacto das Variações do “ <i>Run (1) Intra-Cluster</i> ” e “ <i>Run (2) Intra-Cluster</i> ” na Variável Fluxo <i>Conduta Ambiental</i> .....	61
Figura 16: Impacto das Variações do “ <i>Run (1) Intra-Cluster</i> ” e “ <i>Run (2) Intra-Cluster</i> ” no Conceito <i>Head Determinantes de Conduta Ambiental em PMEs</i> .....	61
Figura 17: Impacto das Variações do “ <i>Run (4) Multi-Cluster</i> ” e “ <i>Run (1) Intra-Cluster</i> ” na Variável Fluxo <i>Conduta Ambiental</i> .....	63
Figura 18: Impacto das Variações do “ <i>Run (4) Multi-Cluster</i> ” e “ <i>Run (1) Intra-Cluster</i> ” no Conceito <i>Head Determinantes de Conduta Ambiental em PMEs</i> .....	63
Figura 19: Impacto das Variações do “ <i>Run (5) Inter-Cluster</i> ” na Variável Fluxo <i>Conduta Ambiental</i> .....	64
Figura 20: Impacto das Variações do “ <i>Run (5) Inter-Cluster</i> ” no Conceito <i>Head Determinantes de Conduta Ambiental em PMEs</i> .....	65

Figura 21: Impacto das Variações do “Cenário Legal” no Cluster Fatores <i>Político-Legais</i> .....	67
Figura 22: Impacto das Variações do “Cenário Legal” na Variável Fluxo <i>Conduta Ambiental</i> .....	67
Figura 23: Impacto das Variações do “Cenário Legal” no Conceito <i>Head</i> <i>Determinantes de Conduta Ambiental em PMEs</i> .....	68
Figura 24: Impacto das Variações do “Cenário Operacional” no Cluster <i>Gestão</i> <i>Operacional</i> .....	69
Figura 25: Impacto das Variações do “Cenário Operacional” na Variável Fluxo <i>Conduta Ambiental</i> .....	70
Figura 26: Impacto das Variações do “Cenário Operacional” no Conceito <i>Head</i> <i>Determinantes de Conduta Ambiental em PMEs</i> .....	71
Figura 27: Impacto das Variações do “Cenário Consumidor” no Cluster <i>Componente Social</i> .....	73
Figura 28: Impacto das Variações do “Cenário Consumidor” no Cluster <i>Gestão</i> <i>Estratégica</i> .....	73
Figura 29: Impacto das Variações do “Cenário Consumidor” na Variável Fluxo <i>Conduta Ambiental</i> .....	74
Figura 30: Impacto das Variações do “Cenário Consumidor” no Conceito <i>Head</i> <i>Determinantes de Conduta Ambiental em PMEs</i> .....	75
Figura 31: Impacto das Variações do “Cenário Crise” no Cluster Fatores <i>Político-Legais</i> .....	77
Figura 32: Impacto das Variações do “Cenário Crise” no Cluster <i>Gestão</i> <i>Financeira</i> .....	77
Figura 33: Impacto das Variações do “Cenário Crise” no Cluster <i>Gestão</i> <i>Estratégica</i> .....	78
Figura 34: Impacto das Variações do “Cenário Crise” na Variável Fluxo <i>Conduta</i> <i>Ambiental</i> .....	78
Figura 35: Impacto das Variações do “Cenário Crise” no Conceito <i>Head</i> <i>Determinantes de Conduta Ambiental em PMEs</i> .....	79
Figura 36: Impacto das Variações do “Cenário Ambiental” no Cluster <i>Gestão</i> <i>Estratégica</i> .....	81

Figura 37: Impacto das Variações do “ <i>Cenário Ambiental</i> ” no <i>Cluster Gestão Operacional</i> .....	81
Figura 38: Impacto das Variações do “ <i>Cenário Ambiental</i> ” no <i>Cluster Componente Social</i> .....	82
Figura 39: Impacto das Variações do “ <i>Cenário Ambiental</i> ” na Variável Fluxo <i>Conduta Ambiental</i> .....	82
Figura 40: Impacto das Variações do “ <i>Cenário Ambiental</i> ” no Conceito <i>Head Determinantes de Conduta Ambiental em PMEs</i> .....	83
Figura 41: Impacto das Variações do “ <i>Cenário Legal</i> ”, “ <i>Cenário Operacional</i> ”, “ <i>Cenário Consumidor</i> ”, “ <i>Cenário Crise</i> ” e “ <i>Cenário Ambiental</i> ” na Variável Fluxo <i>Conduta Ambiental</i> .....	84
Figura 42: Impacto das Variações do “ <i>Cenário Legal</i> ”, “ <i>Cenário Operacional</i> ”, “ <i>Cenário Consumidor</i> ”, “ <i>Cenário Crise</i> ” e “ <i>Cenário Ambiental</i> ” no Conceito <i>Head Determinantes de Conduta Ambiental em PMEs</i> .....	85
Figura 43: Instantâneos da Sessão de Consolidação .....	86

## TABELAS

Tabela 1: PMEs e Grandes Empresas: Número de Empresas, Emprego e Valor Acrescentado em 2016 no Setor Empresarial Não-Financeiro da EU-28	11
Tabela 2: Ações de Eficiência de Recursos a Implementar num Horizonte de Dois Anos por Parte das Empresas da EU (%) .....	12
Tabela 3: Métodos de Avaliação, Contributos e Limitações .....	18
Tabela 4: Fases de Desenvolvimento de um Modelo Através da Dinâmica de Sistemas .....	43
Tabela 5: Variação dos Determinantes no “ <i>Cenário Legal</i> ” .....	66
Tabela 6: Variação dos Determinantes no “ <i>Cenário Operacional</i> ” .....	69
Tabela 7: Variação dos Determinantes no “ <i>Cenário Consumidor</i> ” .....	72
Tabela 8: Variação dos Determinantes no “ <i>Cenário Crise</i> ” .....	76
Tabela 9: Variação dos Determinantes no “ <i>Cenário Ambiental</i> ” .....	80

## PRINCIPAIS ABREVIATURAS UTILIZADAS

CLD	– <i>Causal Loop Diagram</i>
DPR	– Direção de Proximidade Regional e Licenciamento
EC	– Comissão Europeia
EMAS	– <i>Eco-Management and Audit Scheme</i>
EPA	– <i>Environmental Protection Agency</i>
EU	– <i>European Union</i>
FCM	– <i>Fuzzy Cognitive Map</i>
IAPMEI	– Instituto de Apoio às Pequenas e Médias Empresas e à Inovação
INE	– Instituto Nacional de Estatística
ISO	– <i>International Organization for Standardization</i>
MIT	– <i>Massachusetts Institute of Technology</i>
OCDE	– Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico
PME	– Pequena e Média Empresa
PSM	– <i>Problem Structuring Method</i>
SD	– <i>System Dynamics</i>
SFD	– <i>Stock and Flow Diagram</i>
SGA	– Sistema de Gestão Ambiental
SIG-QAS	– Sistema Integrado de Gestão da Qualidade, Ambiente e Segurança
SODA	– <i>Strategic Options Development and Analysis</i>
SOI	– <i>Sustainability-Oriented Innovation</i>
TBL	– <i>Triple Bottom Line</i>
WCED	– <i>World Commission on Environment and Development</i>

### 1.1. Enquadramento de Base

**A** sustentabilidade ambiental é um dos principais desafios das organizações no mundo atual, existindo uma crescente preocupação relativa à sua conduta ambiental. A competitividade e a credibilidade das empresas, junto da sociedade civil, estão diretamente relacionadas com a sua relação com o ambiente, existindo uma relação de causalidade entre responsabilidade ambiental e social e desenvolvimento económico (Hsu *et al.*, 2017). Neste sentido, é fundamental para as organizações alcançar um equilíbrio entre o desempenho económico, social e ambiental.

O atual ambiente de negócios exige, assim, que as organizações incorporem na definição da sua estratégia empresarial o tema da sustentabilidade, devendo o mesmo ser incorporado não só na cultura interna das organizações, mas também em todas as fases do processo de criação de valor. A perceção desta necessidade exigirá das organizações um maior número de competências que lhes permitam readaptar-se às necessidades e às exigências do mundo atual.

Neste contexto, as PME's representam a maior parcela do tecido empresarial mundial, sendo determinantes para o desenvolvimento de qualquer país, estimando-se que as mesmas são responsáveis por uma grande percentagem da poluição ambiental na União Europeia (UE) (*cf.* Constantinos *et al.*, 2010). Apesar das preocupações respeitantes à problemática ambiental não serem recentes, os estudos direcionados às pequenas e médias empresas (PME's) são ainda pouco representativos, estando geralmente associados a grandes empresas. No entanto, o crescente reconhecimento da importância das PME's no panorama ambiental tem vindo a gerar, cada vez mais, conhecimento sobre as suas especificidades ambientais (Brío e Junquera, 2003).

A literatura existente (*e.g.*, Hall *et al.*, 2010; Hsu *et al.*, 2017) refere que é possível alcançar a sustentabilidade nas PME's através de um *trade-off* entre as componentes económica, social e ambiental, sendo as características organizacionais, os fatores externos e a pressão dos *stakeholders* os fatores mais frequentemente

mencionados como determinantes para a proatividade das organizações relativamente à sua conduta ambiental.

Apesar do crescente aumento da investigação científica na área da conduta ambiental das PME's e do aperfeiçoamento dos métodos metodológicos utilizados, estes apresentam limitações relevantes, nomeadamente respeitantes à: (1) falta de validação empírica dos determinantes de conduta ambiental em PME's, que são identificados exclusivamente através de análises teóricas; e (2) falta de consideração da relação de influência mútua entre os critérios, ignorando as possíveis relações de causalidade existentes entre os determinantes. A presente dissertação pretende contribuir para colmatar estas limitações, ao recorrer à exploração de métodos integrados que apresentem uma visão holística dos determinantes de conduta ambiental e que tenham a capacidade de os validar empiricamente junto de especialistas da área em estudo, com vista à apresentação de uma metodologia de apoio à tomada de decisão capaz de dar resposta à complexidade da problemática em discussão.

## **1.2. Objetivos**

A crescente preocupação com a temática ambiental exige, por parte das empresas, a integração voluntária de preocupações ambientais nas suas atividades e na sua interação com outras partes interessadas. Assim sendo, o simples cumprimento das exigências legais ao nível ambiental é, atualmente, uma atitude manifestamente reduzida face às expectativas do mundo empresarial e social.

A perceção de que os recursos existentes são insuficientes para responder à procura do mercado tem vindo a gerar um aumento da inovação na área ambiental. No entanto, são diversos os fatores que têm impedido as PME's de reforçar a sua gestão ambiental (Shi *et al.*, 2008). A falta de uma perspetiva holística de sustentabilidade e/ou de uma perceção da interdependência da excelência corporativa, económica e ambiental, impede que as PME's experienciem ganhos potenciais consequentes das iniciativas de sustentabilidade. Importa, por isso, que as PME's tenham conhecimento dos fatores que efetivamente condicionam a sua conduta ambiental, pois só assim lhes será possível agir sobre esses mesmo fatores e implementar medidas proactivas de proteção ambiental, capazes de gerar vantagens competitivas que lhes permitam sobreviver no longo prazo (Loucks *et al.*, 2010; Nulkar, 2013).

Face ao exposto, o principal objetivo da presente dissertação é o *desenvolvimento de um modelo concetual de apoio à tomada de decisão, que permita a análise dinâmica dos determinantes de conduta ambiental nas PMEs*. A persecução deste objetivo pressupõe a realização inicial de uma revisão da literatura, de modo a aprofundar o conhecimento sobre a temática e a pesquisa acerca dos avanços de investigação existentes neste contexto, através da análise de estudos relacionados que ajudem a perceber os seus contributos e limitações.

Complementarmente, esta dissertação apresenta os seguintes objetivos secundários: (1) identificar os determinantes de conduta ambiental nas PMEs; (2) medir/quantificar as relações causais existentes entre esses determinantes; e (3) construir um modelo que permita realizar uma análise dinâmica dos determinantes identificados, através da simulação de cenários. A concretização destes objetivos será suportada pela concretização de duas sessões de trabalho, junto de especialistas com experiência e conhecimentos na área da conduta ambiental de PMEs, que fornecerão os *inputs* para a concretização do modelo.

### **1.3. Metodologia de Investigação**

Tendo como perspetiva a concretização do objetivo do presente estudo em desenvolver um modelo concetual de apoio à tomada de decisão, através da análise dinâmica dos determinantes de conduta ambiental nas PMEs, o enquadramento do tema e da abordagem à presente dissertação inicia-se através da realização de uma revisão da literatura, na qual se pretende: (1) fornecer uma visão global acerca da temática da sustentabilidade, dando especial ênfase à conduta ambiental nas PMEs; (2) explorar os fatores considerados na literatura como determinantes para a adoção de uma conduta ambiental por parte das PMEs; e (3) identificar as principais lacunas existentes. Este enquadramento pretende revelar a importância e a necessidade da construção de um modelo empiricamente válido, holístico e integrado, que permita identificar os determinantes de conduta ambiental nas PMEs. Em seguida, será explorada a metodologia e as fontes de estruturação do problema em estudo, através da exposição da orientação epistemológica seguida e da apresentação das metodologias a adotar. Serão ainda explanados os princípios teóricos e as vantagens e as limitações dos instrumentos de apoio à estruturação de problemas complexos e de apoio à tomada de decisão



utilizados no âmbito da problemática em estudo, designadamente os *Fuzzy Cognitive Maps* (FCMs) e a abordagem *System Dynamics* (SD).

A componente empírica deste estudo será assegurada pela concretização de duas sessões de grupo presenciais com um painel de decisores com conhecimento e experiência na aplicação de medidas representativas de conduta ambiental em PME's, sendo que o resultado destas sessões servirá de base para a elaboração da estrutura cognitiva de base e da respetiva definição das relações de causalidade entre os determinantes pertencentes a essa estrutura, possibilitando a construção de cenários. Por fim, o modelo será validado, sendo formuladas conclusões e recomendações.

#### **1.4. Estrutura**

A presente dissertação é constituída pela introdução, corpo de texto, conclusão e bibliografia, segmentando-se formalmente da seguinte forma:

- O *Capítulo 1* correspondente ao presente capítulo e introduz a temática em estudo nesta dissertação, contextualizando a conduta ambiental nas PME's e a motivação para a concretização de um modelo que identifique e analise dinamicamente os determinantes de conduta ambiental nas PME's. São ainda apresentados os objetivos do estudo, a metodologia seguida, a estrutura da dissertação e os resultados esperados.
- No *Capítulo 2* é apresentada a temática em estudo e são explorados os conceitos de base relacionados com a área da sustentabilidade, mais especificamente relacionados com a conduta ambiental das empresas. Nesta linha, este capítulo identifica os principais fatores referidos como determinantes de conduta ambiental nas PME's expostos na literatura e explora e analisa os estudos existentes na área, de modo a perceber os contributos e as limitações das metodologias existentes e a justificar a presente proposta metodológica.
- O *Capítulo 3* apresenta a metodologia e as fontes de estruturação do problema em estudo, com vista à apresentação de uma metodologia de apoio à tomada de decisão capaz de dar resposta à complexidade da problemática em análise e às limitações gerais existentes nos modelos anteriormente identificados. Partindo da escolha pela orientação epistemológica construtivista, são apresentadas as metodologias utilizadas, nomeadamente os FCMs e a abordagem SD, como

instrumentos de apoio à estruturação de problemas complexos, expostas as suas vantagens e limitações e discutido o seu possível contributo para a análise da conduta ambiental nas PME's.

- O *Capítulo 4* materializa a componente empírica desenvolvida e descreve a aplicação das metodologias tratadas no capítulo anterior (*i.e.*, FCMs e a SD). Assim, este capítulo descreve os procedimentos e os métodos utilizados no desenvolvimento de um mapa cognitivo de grupo, construído com o intuito de identificar os determinantes de conduta ambiental nas PME's e de medir as relações causais existentes no modelo, permitindo, assim, a concretização de uma análise dinâmica dos determinantes através da simulação de cenários.
- Por fim, o *Capítulo 5* expõe os principais resultados alcançados, indica as limitações presentes no estudo e, a partir delas, apresentada pistas para futura investigação no domínio da conduta ambiental nas PME's.

## **1.5. Resultados Esperados**

Tal como referido, o principal objetivo da presente dissertação é o desenvolvimento de um modelo concetual de apoio à tomada de decisão, que permita a análise dinâmica dos determinantes de conduta ambiental nas PME's. Neste sentido, e tendo em conta a natureza construtivista desta dissertação, espera-se que as escolhas metodológicas propostas permitam a estruturação do problema complexo em estudo, de modo a que seja possível a construção de um modelo que espelhe os conceitos relevantes para o problema sob investigação e que permita, por conseguinte, a concretização de simulações, fornecendo aos decisores um suporte para a tomada de decisão e resolução de problemas complexos, assim como para auxílio ao planeamento estratégico.

O modelo construído terá como base os *inputs* gerados por um grupo de especialistas na área da conduta ambiental nas PME's, algo que se espera que acrescente, ao modelo, uma visão realista e robusta da realidade das empresas. Conta-se, ainda, com a consolidação do estudo por parte de uma entidade competente e externa à construção do modelo, devendo o mesmo ser percebido como útil para a análise dos determinantes de conduta ambiental nas PME's. Por fim, após concluído o estudo, espera-se que o mesmo possa ser apresentado à comunidade científica sob forma de publicação, nomeadamente em revistas internacionais da especialidade.

**O**s atuais desafios ambientais exigem, por parte das organizações, uma grande preocupação relativa à sua conduta ambiental. Neste sentido, o equilíbrio entre desempenho económico, social e ambiental representa um objetivo a alcançar. A definição da estratégia empresarial no atual ambiente de negócios exige das organizações uma crescente preocupação com o tema da sustentabilidade, tornando-se este um tópico central nas relações estabelecidas ao longo de toda a cadeia de valor entre fornecedores, parceiros e clientes (Shen *et al.*, 2013). O presente capítulo apresenta a revisão da literatura e está organizado em quatro pontos. O primeiro ponto fornece uma visão geral acerca da temática da sustentabilidade, apresentando algum detalhe relativamente à conduta ambiental nas pequenas e médias empresas (PMEs). De seguida, no segundo ponto, são explorados alguns fatores determinantes para a adoção de uma conduta ambiental por parte das PMEs. O terceiro ponto explora a literatura relacionada com o tema e, por último, são identificadas as lacunas existentes nos estudos desenvolvidos até à data e que justificam a proposta metodológica da presente dissertação.

#### **2.1. Sustentabilidade, Conduta Ambiental e PME**

A sustentabilidade é, atualmente, uma responsabilidade e um elemento fundamental para a sobrevivência das organizações. A sociedade atual exige das empresas uma maior preocupação e transparência relativamente aos impactos sociais e ambientais das suas atividades (Kloviené e Speziale, 2015), estando a sua credibilidade e competitividade diretamente relacionada com a sua postura em relação ao ambiente e existindo uma relação positiva entre responsabilidade social e ambiental e desenvolvimento económico (Hsu *et al.*, 2017).

A associação do conceito de sustentabilidade ao mundo empresarial ganhou maior relevância após a publicação do Relatório Brundtland, pela World Commission on Environment and Development (WCED) (ver WCED, 1987). São diversas as aceções

existentes na literatura para definir o conceito de sustentabilidade, sendo comumente aceite que estas devem integrar aspetos económicos, ambientais e sociais (Gimenez *et al.*, 2012). Em 1969, a United States Environmental Protection Agency (EPA) transmite a ideia de que “*sustainability creates and maintains the conditions under which humans and nature can exist in productive harmony that permits fulfilling the social, economic and other requirements of present and future generations*” (EPA, 1969: 3). Nesta perspetiva, Stanitsas *et al.* (2018: 1) definem *sustentabilidade* como “*the interaction of humans with the environment and with other human beings in order to achieve environmental, social and economic advantages*”. O conceito de *desenvolvimento sustentável*, por sua vez, é definido pela WCED (1987: 54) como “*development that meets the needs of the present without compromising the ability of future generations to meet their own needs*”. Isto significa que as organizações devem desenvolver e adotar políticas e práticas consistentes que não só respondam às suas necessidades atuais e que melhorem o seu desempenho social e ambiental no presente, mas que garantam a existência dos recursos necessários para as gerações futuras atenderem às suas necessidades sociais e ambientais (ver também Hall *et al.*, 2010). De acordo com Caiado *et al.* (2018), um dos principais desafios da sustentabilidade passa por operacionalizar as resoluções do Relatório Bruntland, de forma a orientar as decisões organizacionais e, simultaneamente, dar resposta às solicitações dos diversos *stakeholders* relativamente ao repto de alcançar o desenvolvimento sustentável.

A inclusão da dimensão da sustentabilidade deve estar presente tanto nos diversos segmentos da cadeia de valor, como na ação interna das organizações, devendo comprometer todos os seus membros na persecução de objetivos ambientais, ao mesmo tempo que são asseguradas as exigências financeiras (Shen *et al.*, 2013). Reforçando esta ideia, Klewitz e Hansen (2014: 58) definem *sustentabilidade corporativa* como “*systematic management efforts by corporations to balance environmental and social with economic goals in order to minimize harm to and increase benefits for natural environments and societies*”.

Diversos estudos (*e.g.*, Hall *et al.*, 2010; Hsu *et al.*, 2017) referem que o desenvolvimento da sustentabilidade deve basear-se nos pontos de vista da abordagem *Triple Bottom Line* (TBL). A TBL assenta o desenvolvimento sustentável na igualdade entre o crescimento económico, a coesão social e o equilíbrio ambiental, existindo uma conexão mútua entre as três dimensões. A *Figura 1* ilustra estes elementos, apresentando uma estrutura de gestão de projetos sustentáveis caracterizada por três

estágios de desenvolvimento: (1) foco na viabilidade económica e técnica; (2) inclusão da eficiência ambiental, energética e funcional; e (3) incorporação da dimensão social por forma a alcançar uma abordagem unificada (3E).

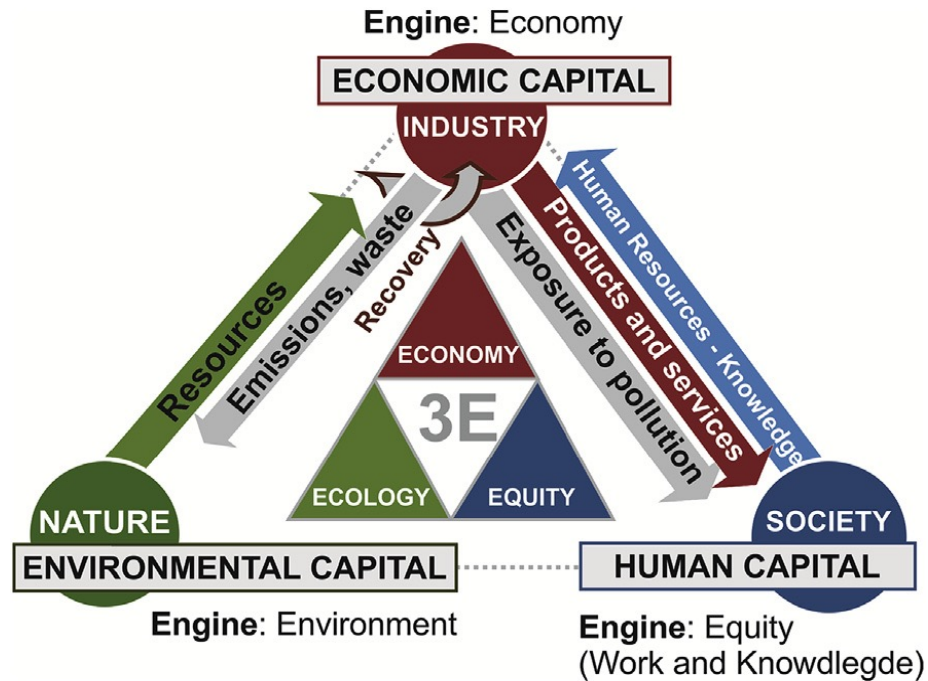


Figura 1: Quadro de Sustentabilidade: *Triple Bottom Line*

Fonte: Álvarez et al. (2017: 3891).

O principal objetivo desta abordagem passa por melhorar o desempenho das três dimensões e, simultaneamente, integrar os ecossistemas tecnológicos e naturais (Álvarez et al., 2017). Segundo Campbell (1996) e Fernandes et al. (2018), as dimensões económicas, sociais e ambientais apresentam interesses divergentes, podendo a sua integração gerar três conflitos fundamentais: (1) conflito de propriedade, definido pelos limites entre os interesses económicos privados e os interesses públicos e sociais; (2) conflito de recursos, que surge da resistência existente por parte das organizações à regulamentação relativa à exploração de recursos necessária à preservação dos mesmos; e (3) conflito de desenvolvimento, que advém da necessidade de ser garantida a equidade social sem o meio ambiente ser subvalorizado. Silvestre e Țîrcă (2019), complementarmente, indicam que a natureza evolutiva da sustentabilidade solicita um processo adaptativo entre as três dimensões, o qual deve envolver a participação ativa de todos os *stakeholders*. Neste contexto, Loucks et al. (2010: 181) referem que “*adopting sustainability practices is beneficial not just to society, but to*

*businesses themselves in terms of economic performance*”, devendo as organizações aliar o seu crescimento económico às questões de responsabilidade social e à promoção da utilização equilibrada de recursos naturais e materiais (cf. Leoneti *et al.*, 2016). Rita *et al.* (2018: 986) parecem reforçar esta abordagem, referindo-se à *conduta ambiental* como “*actions carried out by any human that have positive impacts on the environment*”. Por conseguinte, a conduta ambiental de uma organização é medida pela sua pro-atividade ambiental, ou seja, pela expressividade das ações positivas tomadas neste contexto.

Ziout *et al.* (2013: 60) referem que “*the current consumption rate of natural resources is not sustainable because it exceeds the earth’s capacity*”. Esta perceção de que os recursos existentes são insuficientes para responder à procura do mercado exige, por parte das organizações, um maior número de competências que as levem a readaptar-se às exigências do mundo atual, sendo a preservação do ambiente e a conduta ambiental adotada uma exigência na definição da estratégia empresarial. Com efeito, a crescente preocupação ambiental forçou a indústria a inovar e a reduzir o seu impacto ambiental (Nulkar, 2013), levando também à necessidade de integrar aspetos sociais e ecológicos ao longo de toda a cadeia de valor das organizações, quer seja nos seus produtos e processos ou nas estruturas organizacionais, conduzindo à emergência de diversos debates sobre eco-inovação e *sustainability-oriented innovation* (SOI).

Eco-inovação é referida por Pacheco *et al.* (2017) como a criação de um novo produto, processo ou serviço que resulta na diminuição significativa do impacto ambiental das organizações, através da redução dos seus níveis de poluição e da utilização racional de recursos, ao mesmo tempo que é criado valor. Neste sentido, a empresas SOI têm, como objetivo, a integração de aspetos ecológicos e sociais nas suas estruturas organizacionais, processos e produtos.

A implementação de um Sistema de Gestão Ambiental (SGA), baseado em critérios e políticas regulamentadas, legisladas e internacionalmente aceites, parece ser um suporte vital para a melhoria do desempenho ambiental das empresas, uma vez que permite que qualquer organização estabeleça um SGA de acordo com as suas características internas, traduzindo-se como um fator estratégico e de competitividade (Frondel *et al.*, 2018). Os dois principais padrões de referência para que se estabeleçam os requisitos para um SGA são: (1) a norma internacional ISO 14001, criada pela *International Organization for Standardization* (ISO), que pretende fornecer técnicas e ferramentas de gestão que contribuam para o desenvolvimento e implementação de

políticas ambientais; e (2) o *Eco-Management and Audit Scheme* (EMAS), regulado pelo Regulamento Europeu e que visa promover a melhoria contínua do desempenho ambiental das organizações, através da avaliação e gestão dos seus impactos ambientais (Testa *et al.*, 2014).

Importa ter presente, neste contexto, que estudos anteriores relativos à temática ambiental estão geralmente associados a grandes empresas. No entanto, o crescente reconhecimento da importância das pequenas e médias empresas (PMEs) no panorama ambiental tem vindo a gerar, cada vez mais, conhecimento sobre as suas especificidades ambientais.

As PME's representam cerca de 90% das empresas mundiais e empregam 50% a 60% da população mundial (*cf.* Dey *et al.*, 2018), sendo cruciais no desenvolvimento de qualquer país. A definição de PME's varia entre países, sendo classificada dependendo do tamanho da empresa e tendo em conta fatores como o número de funcionários e o volume de negócios. A Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico (ver OCDE, 2017: 4), define PME's como “*firms employing up to 249 persons, with the following breakdown: micro (1 to 9), small (10 to 49) and medium (50-249)*”. Em Portugal, segundo dados do Instituto Nacional de Estatística (INE) (ver INE, 2018), as PME's caracterizam-se por ser “*empresas que empregam menos de 250 pessoas e cujo volume de negócios anual não excede 50 milhões de euros ou cujo balanço total anual não excede 43 milhões de euros*”, representando 99.9% do tecido empresarial português. Na União Europeia – ou *European Union* (EU) –, segundo dados da Comissão Europeia (ver EU, 2017b), as PME's são consideradas a espinha dorsal da economia, sendo a sua representatividade de 99.8%, o que se traduz em dois terços (66.6%) do emprego e cerca de três quintos (56.8%) do valor agregado gerado pelo setor não financeiro. A *Tabela 1* apresenta as diferenças existentes ao nível do número de empresas, emprego e valor acrescentado, não só entre as PME's e as grandes empresas, mas também dentro do domínio das PME's, sendo que as microempresas constituem a maioria deste universo (*i.e.*, 93.0%).

	Micro	Small	Medium	SME	Large	Total
Number of enterprises						
In thousands	22,232	1,392	225	23,849	45	23,894
In % of total enterprise population	93.0 %	5.8 %	0.9 %	99.8 %	0.2 %	100.0 %
Number of persons employed						
In thousands	41,669	27,982	23,398	93,049	46,665	139,7141
In % of total employment	29.8 %	20.0 %	16.7 %	66.6 %	33.4 %	100.0 %
Value added						
In EUR Trillion	1,482	1,260	1,288	4,030	3,065	7,095
In % of total value added	20.9 %	17.8 %	18.2 %	56.8 %	43.2 %	100.0 %

**Tabela 1: PMEs e Grandes Empresas: Número de Empresas, Emprego e Valor Acrescentado em 2016 no Setor Empresarial Não-Financeiro da EU-28.**

*Fonte: EU (2017a: 12).*

Tendo em conta a sua representatividade no panorama mundial, parece evidente o papel significativo que as PMEs exercem sobre o meio ambiente, estimando-se que as mesmas sejam responsáveis por 60% a 70% da poluição ambiental na EU (*cf. Constantinos et al., 2010*). Constantinos *et al.* (2010) sugerem, na sua investigação, que as empresas na EU que promovem ativamente ações de conduta ambiental correspondem a 3-4% das microempresas, 7-8% das pequenas empresas, 6-7% das médias empresas e 16-17% das grandes empresas. Segundo um estudo realizado pela Comissão Europeia (ver EU, 2017b), as grandes empresas têm maior probabilidade, quando comparadas com as PMEs, de implementar ações de eficiência de recursos num horizonte de dois anos. Em particular, tal como se pode observar através da *Tabela 2*, 19% das PMEs inquiridas não planeiam exercer qualquer tipo de ação nesta área.



	Save energy	Minimise waste	Save materials	Save water	Recycle, by reusing material or waste within the company	Design products that are easier to maintain, repair or reuse	Use predominantly renewable energy (e.g. including own production through solar panels, etc.)	Sell your scrap material to another company	No action
<b>SMEs</b>									
EU28	59	57	51	45	38	25	22	21	19
<b>Large companies</b>									
EU28	66	71	57	61	38	27	23	33	8

**Tabela 2: Ações de Eficiência de Recursos a Implementar num Horizonte de Dois Anos por Parte das Empresas da EU (%)**

*Fonte: EU (2017b: 456).*

Numa era tecnológica, em que toda a informação é difundida pelos mais diversos meios, torna-se imprudente ignorar o impacto ambiental das PME. Com efeito, as pressões políticas e sociais têm levado ao aumento da preocupação das PME relativamente às questões ambientais, estando estas cada vez mais comprometidas na implementação de iniciativas que fomentem a sustentabilidade ambiental (Hsu *et al.*, 2017).

Segundo De *et al.* (2018: 1), “SMEs businesses are challenging from both demand and supply sides. On the demand side, on one hand, the original equipment manufacturers are very demanding and, on the other hand, the number of competitors is numerous. In the supply side, adhering to various regulations and managing procurement are also very challenging. Therefore, SMEs tend to be more economic focused without showing much concern to environmental and social aspects for survival unless environmental and social measures provide higher cost savings”. Posto isto, são vários os autores (*e.g.*, Hall *et al.*, 2010; Hsu *et al.*, 2017) que defendem que a sustentabilidade nas PME poderá ser alcançada através de um *trade-off* entre as componentes económica, social e ambiental. Ao alcançar o ponto de equilíbrio entre estas três componentes, as PME conseguem dar resposta a fatores globais, como as

graduais mudanças climáticas, a escassez de recursos, o aumento da globalização e a crescente expectativa dos seus *stakeholders* relativamente à responsabilidade social e ambiental das organizações. Assim, cada vez mais, as organizações abandonam o sistema empresarial tradicional – que mantem o seu foco exclusivamente na dimensão financeira – e passam a desenvolver as suas estratégias incorporando preocupações sociais e ambientais, sendo imperativo que as PME's retenham e sustentem as suas vantagens competitivas por forma a sobreviverem no longo prazo. Neste sentido, importa perceber quais os fatores que determinam a adoção de medidas que se traduzam na exibição de uma conduta ambiental por parte das PME's.

## **2.2. Determinantes de Conduta Ambiental nas PME's**

A implementação de medidas que conduzam à conduta ambiental das organizações necessita não só do envolvimento e colaboração interna das equipas técnicas, operacionais e de gestão, mas também de apoios externos e incentivos financeiros e políticos (Shi *et al.*, 2008).

Uma multiplicidade de autores (*e.g.*, González-Benito e González-Benito, 2006; Shi *et al.*, 2008) considera que a estratégia ambiental adotada pelas organizações pode ser vista como reativa ou proactiva. Uma estratégia ambiental é considerada reativa quando é implementada apenas pela necessidade de corresponder às exigências mínimas dos *stakeholders*, principalmente no que concerne às exigências legislativas. Já a proatividade ambiental é considerada quando uma organização toma voluntariamente medidas para reduzir o seu impacto ambiental, fazendo uso de ferramentas inovadoras por forma a alcançar vantagem competitiva.

González-Benito e González-Benito (2006) mencionam as características organizacionais, os fatores externos e a pressão dos *stakeholders* como fatores determinantes para a proatividade das organizações relativamente à sua conduta ambiental. Dentro das características organizacionais, reúnem-se fatores como: tamanho da empresa; grau de internacionalização; posição na cadeia de valor; atitude da gestão e motivações; e atitude estratégica da empresa. Relativamente aos fatores externos, os autores fazem referência ao setor industrial em que a organização se insere e à sua localização geográfica.

O tamanho da organização é uma das variáveis estruturais mais referidas na literatura como determinante na adoção de práticas ambientais por parte das organizações (Aragón-Correa *et al.*, 2008). Neste contexto, Nulkar (2013: 131) refere que *“the firm size is one of the major determinants of a firm’s green strategy”*, existindo uma relação de proporção inversa entre as ações ambientais implementadas e o tamanho das organizações. González-Benito e González-Benito, por seu turno, mencionam que as grandes empresas possuem um maior número de recursos para investir na gestão ambiental, sofrem maior pressão por parte do ambiente social e económico em que se inserem para adotar medidas ambientais, detêm maior capacidade de investimento em tecnologia, recursos humanos e certificações e gozam de um impacto ambiental positivo sobre um maior número de clientes. Aceitando esta premissa, Hsu *et al.* (2017) evidenciam que não basta transferir para as PME's as mesmas práticas ambientais desenvolvidas pelas grandes empresas, havendo a necessidade de serem concebidas estratégias de desenvolvimento sustentáveis tendo em conta as características das PME's. Loucks *et al.* (2010: 182) referem ainda que *“the differences between SMEs and larger firms emerge largely from effects caused by resource differences in revenues, budgets, and number of employees”*, evidenciando a necessidade de se fazer uma clara distinção das práticas adotadas pelas grandes empresas com acesso a conhecimento e recursos dos quais as PME's não dispõem (Nulkar 2013). Em consonância, Dey *et al.* (2018: 688) mencionam que as *“SMEs often lack resources, finances, time and knowledge to implement environmental and social improvement measures”*.

Apesar do tamanho da organização ser um determinante importante na adoção de uma conduta ambiental, Loucks *et al.* (2010: 103) clarificam que *“it is not just size alone that determines an SME’s contribution to sustainable development”*. Na opinião dos autores, a adoção de medidas ambientalmente responsáveis é motivada por características internas e externas das organizações. Entre as características internas, podemos destacar as seguintes: (1) tipo de estrutura acionista; (2) cultura da organização; (3) estrutura organizacional e de capital; e (4) conhecimento, valores, capacidades e experiência dos colaboradores. No que concerne às características externas, encontram-se as seguintes: (1) papel das relações pessoais externas e capital social; (2) *business networks*; (3) relações governamentais; e (4) visibilidade da organização perante a sociedade.

Ainda neste contexto, Shi *et al.* (2008) consideram existir barreiras internas e externas à organização, agrupando as principais barreiras à implementação de uma produção mais limpa por parte das PME's em quatro categorias principais: (1) barreiras políticas e de mercado; (2) barreiras financeiras e económicas; (3) barreiras técnicas e de informação; e (4) barreiras de gestão e organizacionais. As duas primeiras categorias caracterizam-se como barreiras externas e, dentro das mesmas, englobam-se fatores como a ausência de políticas de incentivo económico, a falta de exigência do mercado na adoção de medidas de conduta ambiental por parte das PME's, os elevados custos de capital iniciais determinantes para a adoção de tecnologias mais ecológicas e a falta de financiamento. Já as últimas duas categorias são consideradas barreiras internas e que, portanto, dependem das características das próprias organizações, abrangendo fatores como a falta de conhecimento técnico, a resistência à mudança e a falta de capacidade por parte da gestão para implementar medidas de conduta ambiental.

Numa outra perspetiva, Klewitz e Hansen (2014: 59) mencionam que as PME's apresentam uma maior facilidade na implementação de medidas ambientais, uma vez que as mesmas são frequentemente *“characterized by an entrepreneurial style with lean organizational structures [...] dominated by their owner-managers, [...] and can hence also be strongly value-driven”*. Tendo em conta estas características, será mais fácil para as PME's a aplicação de medidas sustentáveis, pois se o proprietário, que representa também o papel de gestor, priorizar um desenvolvimento sustentável, também o negócio irá fazer essa priorização. Na mesma ótica Aragón-Correa *et al.* (2008) e Alperstedt *et al.* (2010) atribuem como vantagens para as PME's o facto de estas organizações apresentarem uma estrutura mais flexível, com canais de comunicação mais informais e, por isso, com acesso facilitado entre gestão de topo, acionistas e funcionários, o que faz com que seja possível implementar mudanças de forma mais ágil.

Emergem, cada vez mais, oportunidades para que as PME's se envolvam proactivamente em práticas sustentáveis (Moore e Manning, 2009). Hsu *et al.* (2017: 630) referem, nesse sentido, que *“many factors have gradually led SMEs to take the initiative in introducing the practice of sustainable development: (1) the acceleration of technological innovation; (2) the spread of globalized communication networks; (3) the development and linkage of supply chain systems; and (4) rapid market changes”*. No entanto, a perspetiva de ganhos a curto prazo pode levar as PME's a considerar os investimentos ambientais como despesas não-prioritárias, nas quais não valerá a pena investir financeiramente, demonstrando assim um comportamento maioritariamente

reativo relativamente às questões ambientais e sociais (Loucks *et al.*, 2010; Nulkar, 2013). A falta de uma perspetiva holística de sustentabilidade e/ou perceção da interdependência da excelência corporativa, económica e ambiental, impede que as empresas experienciem ganhos potenciais consequentes das iniciativas de sustentabilidade. Neste sentido, importa conhecer e compreender quais os avanços de investigação existentes neste contexto, através da análise de estudos relacionados, de modo a perceber os seus contributos e limitações.

### **2.3. Estudos Relacionados: Contributos e Limitações**

As preocupações relativas aos problemas ambientais causados pelas empresas, devido à crescente pressão gerada sobre os recursos naturais e energéticos e, conseqüente, aumento da poluição, não é recente. Nos anos 1980, surgiram as primeiras tentativas de integrar os princípios ambientais na gestão corrente das empresas, surgindo o conceito de desenvolvimento sustentável, que incitava a adoção por parte das diversas indústrias de sistemas de gestão ambiental (Tasdemir e Gazo, 2018). O conceito de desenvolvimento sustentável ganhou, assim, maior relevância após a constatação, por parte da comunidade científica, de que os recursos naturais do planeta tinham capacidade limitada, não sendo possível responder ao seu crescente consumo.

Desde a década de 1990, as empresas tornaram-se mais conscientes da necessidade de implementar estratégias ambientais. A mudança de atitude por parte das empresas foi, em parte, impulsionada pela crescente pressão exercida pelos diversos *stakeholders*, nomeadamente clientes e governo (Henriques e Sadorsky, 1996). Inicialmente, essa pressão era exercida fundamentalmente sobre as grandes empresas com capacidades financeiras e recursos humanos capazes de implementar medidas ambientalistas, estando a maioria dos estudos relacionados com essas empresas. A investigação relativa às PME's era, desta forma, praticamente inexistente (Brío e Junquera, 2003). Segundo Walker *et al.* (2008: 4), a falta de investigação direcionada para as PME's é um problema, na medida em que “*small businesses are not simply scaled down versions of big businesses*”, sendo imperativo a realização de estudos que tenham em conta as características das PME's em termos de práticas ambientais.

As primeiras abordagens relativas à gestão ambiental das PME's eram bastantes limitadas, sendo as estratégias ambientais baseadas em modelos que não consideravam

o fator ambiental como preponderante na estratégia futura das empresas (Brío e Junquera, 2003). No entanto, a representatividade das PMEs no tecido empresarial mundial tornou incontornável a sua responsabilidade sobre o panorama ambiental, obrigando a que se dirigissem estudos para estas empresas e se motivasse o aumento da atenção dada às PMEs nas últimas décadas (Brío e Junquera, 2003).

Walker *et al.* (2008) indicam a existência de duas perspetivas relativamente aos fatores que determinam a introdução de medidas de gestão ambiental nas PMEs. Na perspetiva dos proprietários-gerentes, os determinantes prendem-se com: disponibilidade de recursos financeiros e humanos; disponibilidade de tempo e conhecimento; interesse; e motivação do proprietário-gerente relativamente às questões ambientais. Do ponto de vista governamental, as principais condicionantes são a falta de conhecimento acerca do modo como deve ser realizada a comunicação da mensagem ambiental aos proprietários das empresas e a melhor forma de envolver as PMEs. Neste sentido, são vários os autores (*e.g.*, González-Benito e González-Benito, 2006; Shi *et al.*, 2008; Alperstedt *et al.*, 2010) que fazem uma distinção entre determinantes internos e externos à empresa, dentro dos quais a natureza heterogénea das PMEs, o seu tamanho, a falta de recursos, a capacidade de gestão e as suas competências limitadas, nomeadamente, a pressão exercida pelos *stakeholders*, são considerados fatores preponderantes na adoção de uma conduta ambiental por parte das PMEs. Importa ter presente, no entanto, que a implementação de ações com impacto positivo no ambiente permanece voluntária, relevando, por isso, o interesse em perceber o que determina a implementação de medidas de conduta ambiental por parte das PMEs. A *Tabela 3* sintetiza parte do portfólio de investigação existente no contexto em análise, enfatizando os seus contributos e as suas limitações.

AUTOR	MÉTODO	CONTRIBUIÇÃO	LIMITAÇÕES
Brío e Junquera (2003)	Revisão Sistemática da Literatura	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Apresenta uma perspectiva estratégica da eco-inovação.</li> <li>▪ Determinantes da estratégia ambiental nas PMEs: (1) recursos financeiros; (2) estrutura organizacional; (3) estilo de gestão; (4) recursos humanos; (5) <i>status</i> da gestão ambiental; (6) atividade industrial; (7) abordagem tecnológica; (8) capacidade tecnológica; e (9) cooperação externa.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Não fornece evidências e apoio empírico.</li> <li>▪ Não foi considerada a relação de influência mútua entre os critérios.</li> </ul>
González-Benito e González-Benito (2006)	Revisão Sistemática da Literatura	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Identificação dos fatores determinantes da proatividade ambiental de uma empresa: (1) tamanho da empresa; (2) grau de internacionalização; (3) posição na cadeia de valor; (4) atitude da gestão; (5) motivações e atitude estratégica da empresa; (6) setor industrial; e (7) localização geográfica das instalações de produção.</li> <li>▪ Pressão dos <i>stakeholders</i> visto como fator determinante central e essencial.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Não fornece validação empírica dos determinantes identificados através de análise teórica.</li> <li>▪ Não foi considerada a relação de influência mútua entre os critérios.</li> </ul>
Shi <i>et al.</i> (2008)	<i>Analytic Hierarchy Process</i> (AHP)	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Modelo pretende examinar e priorizar as barreiras subjacentes à adoção de uma produção mais limpa pelas PMEs na China, sob as perspectivas do governo, indústria e grupos de especialistas.</li> <li>▪ As três principais barreiras à adoção de uma produção limpa pelas PMEs chinesas são: (1) falta de políticas de incentivo económico; (2) fiscalização ambiental negligente; e (3) elevado custo de capital inicial.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Fraca consistência dos questionários respondidos.</li> </ul>
Walker <i>et al.</i> (2008)	Revisão Sistemática da Literatura (113 publicações)	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Fatores impulsionadores da implementação de medidas ambientais: (1) envolvimento voluntário; (2) <i>stakeholders</i>; (3) legislação; (4) recursos; (5) motivação; e (5) conhecimento.</li> <li>▪ Principais barreiras da perspectiva das PME: (1) características das PME; (2) disponibilidade de recursos; (3) motivação pessoal do proprietário-gestor; (4) e conhecimento sobre eco-inovação.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Não fornece evidências nem apoio empíricos.</li> <li>▪ Não foi considerada a relação de influência mútua entre os critérios.</li> </ul>

Alperstedt <i>et al.</i> (2010)	Análise Estatística de Questionários	<ul style="list-style-type: none"> <li>Análise dos fatores determinantes das estratégias de gestão ambiental das PMEs industriais de Santa Catarina, Brasil.</li> <li>Os fatores internos determinantes das estratégias de gestão ambiental são o compromisso dos colaboradores e o apoio dos gestores e, os externos, as exigências da sociedade, as regulamentações governamentais, a adequação aos padrões normativos e a concorrência.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Questionários respondidos <i>on-line</i> autonomamente.</li> <li>Não foi considerada a relação de influência mútua entre os critérios.</li> </ul>
Loucks <i>et al.</i> (2010)	Revisão Sistemática da Literatura	<ul style="list-style-type: none"> <li>Explora e fornece uma análise das oportunidades existentes para a concretização do envolvimento significativo das PMEs em estratégias que melhorem a sustentabilidade social e ambiental de seus negócios enquanto criam valor económico.</li> <li>Evidenciam que as PMEs necessitam de uma atenção especial relativamente ao planeamento de estratégias de desenvolvimento sustentável, uma vez que possuem recursos e perfis divergentes do das grandes empresas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Não fornece evidências nem apoio empíricos.</li> </ul>
Klewitz e Hansen (2014)	Revisão Sistemática e Interdisciplinar de 84 Publicações (1987-2010)	<ul style="list-style-type: none"> <li>O comportamento estratégico varia de resistente, reativo, antecipatório e baseado na inovação a enraizado na sustentabilidade.</li> <li>Identificam práticas de inovação ao nível do produto, processo e organização.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Identificação da literatura baseada em palavras-chave de publicações.</li> <li>Não fornece evidências nem apoio empíricos.</li> </ul>
Hsu <i>et al.</i> (2017)	Abordagem <i>Quality Function Deployment</i> (QFD) combinada com <i>Fuzzy Delphi Method</i> (FDM), <i>modified Fuzzy Extent Analytic Hierarchy Process</i> (FEAHP) e <i>Technique for Order Preference by Similarity to an Ideal Solution</i> (TOPSIS)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Modelo integrado que pretende: (1) avaliar a importância ponderada dos critérios de desenvolvimento sustentável; (2) a correlação entre os indicadores de desempenho do <i>Balanced Scorecard</i> (BSC); e (3) as relações entre os critérios de desenvolvimento sustentável e os indicadores de desempenho.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Direcionado exclusivamente para PMEs da indústria fabril de Taiwan.</li> <li>Não foi considerada a relação de influência mútua entre os critérios.</li> </ul>



---

Pacheco <i>et al.</i> (2017)	<i>Systemic Map Framework Approach</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Desenvolvimento de um mapa sistêmico para analisar e explorar a relação entre os determinantes da eco inovação nas empresas fabris.</li> <li>▪ Classificação dos determinantes da eco inovação em sete perspectivas abrangentes: (1) contexto externo; (2) contexto interno; (3) estratégias; (4) aprendizagem; (5) estrutura; (6) operações; e (7) resultados.</li> <li>▪ Indicação de vinte e três determinantes específicos para a eco inovação nas PMEs fabris.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Estudo limitado a um único tipo de indústria.</li> <li>▪ Análise pouco categorizada.</li> <li>▪ Não fornece validação empírica dos determinantes identificados através de análise teórica.</li> </ul>
<hr/>			
Dey <i>et al.</i> (2018)	Método <i>Analysis of Variance</i> (ANOVA) e <i>Multivariate Analysis of Variance</i> (MANOVA)	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Estudo dos fatores que motivam e pressionam as PMEs a implementar estratégias de gestão ambiental e de responsabilidade social corporativa.</li> <li>▪ Principais incentivos para as PMEs considerarem a vertente ambiental são: (1) satisfazer a legislação; (2) dever moral; (3) promover a imagem; (4) oportunidades de mercado; (5) satisfação dos colaboradores; (6) benefício econômico; (7) estratégia de negócio; e (8) eficiência operacional.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Coleta de dados limitada a duas localizações geográficas.</li> <li>▪ Estudo limitado a um único tipo de indústria.</li> <li>▪ Coleta de dados realizada através de questionários não-presenciais.</li> </ul>

---

**Tabela 3: Métodos de Avaliação, Contributos e Limitações**

A investigação realizada ao longo dos anos por diversos autores proporcionou a aplicação de metodologias de investigação distintas, sendo possível verificar a existência de estudos de natureza quer quantitativa, quer qualitativa, enriquecendo assim o conhecimento relativamente à conduta ambiental das PME's. Nesse sentido, os estudos apresentados na *Tabela 3* revelam não só uma multiplicidade de fatores determinantes de conduta ambiental presentes na literatura, mas também uma significativa especificidade na maioria dos estudos desenvolvidos. A análise fornecida pela bibliografia evidencia a necessidade de diferenciar o planeamento de estratégias de desenvolvimento sustentável para as PME's, relativamente às grandes empresas, uma vez que estas apresentam perfis distintos. Em consonância, estes estudos analisam os fatores que impulsionam o envolvimento das PME's em estratégias que melhorem a sustentabilidade ambiental de seus negócios enquanto criam valor económico. Ainda assim, segundo Nulkar (2013: 132) *“the potential contribution of SMEs to cleaner environment may not be realized yet”*. Como tal, importa perceber quais as principais limitações metodológicas encontradas nos estudos atuais, para que as mesmas possam ser colmatadas.

#### **2.4. Limitações Gerais**

A revisão da literatura permite reconhecer um conjunto de limitações metodológicas inerentes a qualquer abordagem ou modelo. Apesar do aumento crescente da investigação científica na área da sustentabilidade, mais especificamente da conduta ambiental e correspondente aperfeiçoamento dos métodos metodológicos, reunindo parte deles variáveis quantitativas e qualitativas numa só abordagem, nenhum deles parece estar isento de limitações (*cf.* Fernandes *et al.*, 2018; Rita *et al.*, 2018).

As limitações mais significativas na área em estudo, evidenciadas na *Tabela 1*, podem ser classificadas em duas categorias principais: (1) falta de validação empírica dos determinantes identificados através de análises teóricas, uma vez que é escassa a existência de abordagens empíricas que analisem meticolosamente os determinantes de conduta ambiental das PME's, sendo que a maioria dos trabalhos existentes baseiam-se na fixação destes determinantes exclusivamente através de investigação teórica, não sendo os determinantes fixados posteriormente validados; e (2) falta de consideração da relação de influência mútua entre as variáveis, não existindo abordagens que

apresentem uma visão holística dos determinantes de conduta ambiental e, portanto, que tenham em conta que estes atuam como um todo, ignorando assim as possíveis relações de causalidade existentes entre os determinantes. Importa ainda referir que a validação empírica existente foi maioritariamente realizada através de questionários não-presenciais, algo que acarreta alguns riscos relativamente ao possível enviesamento dos resultados, como por exemplo a diferença de entendimento e interpretação do que é questionado, a falta de respostas conscienciosas, entre outros. Neste contexto, importa ter presente que, segundo Walker *et al.* (2008), o fornecimento de conhecimento e informação relativa às práticas de gestão ambiental tem o poder de fornecer uma contribuição muito positiva para a participação das PME's em práticas de conduta ambiental, principalmente se essa mesma informação for extraída diretamente dos intervenientes locais.

Desta forma, parece tornar-se relevante a exploração de métodos integrados que apresentem uma visão holística dos determinantes de conduta ambiental e que tenham a capacidade de os validar empiricamente junto de especialistas da área em estudo. Para o efeito, por forma a colmatar as limitações metodológicas anteriormente descritas, recorrer-se-á, no âmbito da presente dissertação, à combinação de mapas cognitivos *fuzzy* com a abordagem *System Dynamics*, com o objetivo de construir um modelo empiricamente válido, holístico e que tenha em consideração as relações estabelecidas entre os determinantes de conduta ambiental nas PME's.

## ***SINOPSE DO CAPÍTULO 2***

A crescente preocupação ambiental, resultante do impacto negativo do consumo desmedido dos últimos séculos, originou preocupações na sociedade em geral, exigindo uma alteração de comportamentos por parte das organizações que contribuem significativamente para esse impacto. Os principais objetivos do *Capítulo 2* foram: (1) explorar conceitos de base relacionados com a área da sustentabilidade, mais especificamente relacionados com a conduta ambiental das empresas, explorando a representatividade das PME's nesta área; (2) identificar quais os principais fatores determinantes de conduta ambiental nas PME's; e (3) apresentar os estudos existentes na área, explorando os seus contributos e limitações, por forma a justificar a proposta metodológica da presente dissertação. Posto isto, foi possível verificar que as PME's representam a maioria do tecido empresarial mundial, algo que se traduz num significativo impacto sobre o ambiente. No entanto, é possível alcançar a sustentabilidade nas PME's através do equilíbrio entre as dimensões económicas, sociais e ambientais, cabendo às PME's a adoção de medidas ambientais por forma a alcançar paridade entre o crescimento económico, a coesão social e o equilíbrio ambiental, sendo imperativo perceber quais os determinantes de conduta ambiental nas PME's. Os modelos apresentados no presente capítulo expõem uma série de fatores internos e externos às PME's que se revelam determinantes na adoção de ações ambientais, entre os quais: (1) características organizacionais; (2) recursos (financeiros, humanos e tempo); (3) informação e conhecimento técnico; e (4) pressão governamental e de mercado, sendo a pressão exercida pelos diversos *stakeholders* referida como fator decretório para a adoção de medidas ambientais por parte das PME's. Contudo, apesar da crescente investigação, existem limitações associadas aos estudos realizados, sendo elas: (1) falta de validação empírica dos determinantes identificados através de análises teóricas; e (2) falta de consideração das relações de influência entre critérios, não existindo abordagens que apresentem uma visão holística dos determinantes de conduta ambiental. De forma a colmatar as limitações metodológicas anteriormente descritas, recorrer-se-á, no âmbito da presente dissertação, à combinação de mapas cognitivos *fuzzy* com a abordagem *System Dynamics*, com o objetivo de construir um modelo empiricamente válido, holístico e que tenha em consideração as relações estabelecidas entre os determinantes de conduta ambiental nas PME's.

**A** consciência ambiental é uma questão central para a sociedade e para as empresas (Mansilha *et al.*, 2019). O enquadramento realizado no capítulo anterior revelou a importância e a necessidade de construção de um modelo empiricamente válido, holístico e integrado que permita identificar de forma dinâmica os determinantes de conduta ambiental nas PMEs. Este terceiro capítulo visa apresentar a metodologia e as fontes de estruturação do problema em estudo, com vista à apresentação de uma metodologia de apoio à tomada de decisão capaz de dar resposta à complexidade da problemática em estudo e às limitações gerais existentes nos modelos anteriormente identificados. Primeiramente, será exposta a orientação epistemológica adotada. De seguida, serão apresentadas as metodologias adotadas, designadamente os mapas cognitivos *fuzzy* e a *System Dynamics*, como instrumentos de apoio à estruturação de problemas complexos e apoio à tomada de decisão. Será realizada, numa primeira etapa, uma referência ao mapeamento cognitivo como instrumento de base aos mapas cognitivos *fuzzy*, sendo também apresentadas as suas vantagens e limitações e discutido o seu possível contributo para análise da conduta ambiental nas PMEs. Em seguida, será apresentada a *System Dynamics*, sendo explanados os seus princípios teóricos, as suas vantagens e limitações e os seus possíveis contributos no âmbito da presente dissertação.

### 3.1. Orientação Epistemológica

A orientação epistemológica de um indivíduo retrata o seu sistema de crenças sobre a natureza e aquisição de conhecimento, relacionando-se com o modo pelo qual acreditamos que o conhecimento é produzido. McGinnis (2016: 279) refere que “*epistemological orientations and evidence evaluation abilities influence processes related to critical thinking and conclusion justification across various reasoning domains*”. Desta forma, o autor considera que as tentativas de produção de uma conclusão fundamentada envolvem: (1) pensar sobre a natureza do conhecimento; (2)

avaliar as potenciais justificações para esse conhecimento; e (3) autorregular os processos de pensamento.

Segundo diferentes correntes ontológicas existem duas grandes linhas de orientação epistemológicas: (1) o *positivismo*, que presume que há um significado para tudo o que existe independentemente das operações mentais do ser humano, sendo que o conhecimento e a aprendizagem são processos que servem apenas para espelhar a realidade; e (2) o *construtivismo*, que pressupõe que o conhecimento é um processo de interpretação e construção de representações do conhecimento individual, sendo que o ser humano interpreta a realidade com base nas suas percepções (Jonassen, 1991).

A orientação epistemológica deste estudo é de natureza construtivista, sendo esta uma teoria da aprendizagem, ou seja, da construção de significado e conhecimento. Barger *et al.* (2018: 91) referem que “*constructivism generally refers to a philosophical viewpoint that assumes no single objective reality exists, and that truth must be constructed*”, baseando-se na noção de que o conhecimento é contruído ativamente pelo aprendiz, e não passivamente recebido do exterior (Sjøberg, 2010). À luz desta teoria, o conhecimento é construído em função das crenças, experiências passadas e estruturas mentais que o indivíduo utiliza para interpretar eventos e objetos, construindo a sua própria realidade através da interpretação de experiências do mundo exterior. Segundo os construtivistas, o pensamento baseia-se na percepção das experiências físicas e sociais, que só podem ser compreendidas pela mente e que, por sua vez, produz modelos mentais que explicam ao aprendiz o significado da sua percepção (Jonassen, 1991).

Uma das ferramentas que pode auxiliar a percepção do conhecimento produzido pela mente é o mapeamento cognitivo. Desta forma, torna-se relevante perceber de que modo o mapeamento cognitivo poderá representar um instrumento útil para a estruturação e resolução de problemas complexos.

### **3.2. Estruturação de Problemas Complexos e Mapeamento Cognitivo**

De acordo com Montibeller *et al.* (2009), a estruturação de problemas é uma atividade crítica na tomada de decisões organizacionais, tendo como objetivo compreender e analisar um determinado problema. Os problemas não-estruturados são caracterizados pela existência de múltiplos atores, múltiplas perspectivas, interesses incomensuráveis e conflitantes, significados intangíveis e inúmeras incertezas elencadas ao processo de

tomada de decisão (Mingers e Rosenhead, 2004). De acordo com Ribeiro *et al.* (2017), o modo como o indivíduo vê e interage com a realidade é o resultado de bases de cognição humana, tais como ideias, práticas, crenças, relacionamentos, fatos e equívocos reproduzidos pelos seus modelos mentais, devendo com efeito ser considerados no processo de tomada de decisão.

A cognição humana resulta da uma interação entre um sistema de raciocínio analítico, constituído pela memória declarativa de longo prazo, e um sistema intuitivo autônomo, constituído pela memória processual de longo prazo (Patterson *et al.*, 2014). É definida, frequentemente, como um processo complexo que abarca vários tipos de processos, “*from knowledge, attention and memory, to evaluation, computation and decision-making, and even to the production of language*” (Ferreira *et al.*, 2017: 174). A tomada de decisão auxiliada na cognição humana pode assim ser vista como uma oportunidade para a estruturação, clarificação e resolução de problemas complexos (Ferreira *et al.*, 2012; Ribeiro *et al.*, 2017).

Dentro deste contexto, surgem os *Problem Structuring Methods* (PSMs), que se apresentam como abordagens qualitativas utilizadas na representação de problemas (Smith e Shaw, 2018); e que permitem aos participantes de uma tomada de decisão “*clarify their predicament, converge on a potentially actionable mutual problem or issue within it, and agree commitments that will at least partially resolve it*” (Mingers e Rosenhead, 2004: 531). Para que isto seja possível, os PSMs devem possibilitar a combinação de várias perspectivas, ser cognitivamente acessíveis a decisores de diversos *backgrounds*, operar iterativamente e permitir a identificação de melhorias (Mingers e Rosenhead, 2004). Diferentes PSMs, com diferentes características, são utilizados consoante o tipo de tarefa a realizar por um grupo de decisores. Os PSMs mais destacados na literatura são: (1) *Strategic Options Development and Analysis* (SODA); (2) *Strategic Choice*; (3) *System Support Analysis*; e (4) *SWOT Analysis* (*cf.* Mingers e Rosenhead, 2004; Ackermann, 2012).

A presente dissertação faz uso da metodologia *Strategic Options Development and Analysis* (SODA), que utiliza o mapeamento cognitivo como representação gráfica para extrair e registar as visões dos indivíduos de uma situação problemática (Ackermann, 2012). Estes mapas fornecem uma abundante representação de ideias, através da modelação de cadeias complexas de raciocínio, sendo adequadas a vários tipos de análise (Montibeller e Belton, 2016).

Segundo Pereira *et al.* (2017: 5), “*cognitive maps can be used to represent the way individuals perceive a problem*”, sendo que o processo de mapeamento traduz os pensamentos e percepções dos indivíduos relativamente a um problema. Kitchin (2015: 79) refere-se ao mapeamento cognitivo como “*the combined processes by which we learn, store, and use information relating to the geographic world*”. Assim sendo, ao unificar um conjunto de informação em torno de um tópico central de discussão, os mapas cognitivos apresentam-se como uma ferramenta proveitosa na sistematização e estruturação de problemas complexos, demonstrando ser vantajosos nos processos de tomada de decisão (Eden e Ackermann, 2004; Ribeiro *et al.*, 2017).

### **3.2.1. Mapeamento Cognitivo e Mapas Cognitivos Fuzzy**

Tolman (1948) cunhou o termo *mapa cognitivo*, referindo-se a este como um modelo que explica as relações entre os acontecimentos e prevê as consequências das ações, sendo estas ações baseadas nas crenças, valores e condicionantes subjacentes aos indivíduos (Behrens *et al.*, 2018). Eden (2004: 673) refere que “*a cognitive map is the representation of thinking about a problem that follows from the process of mapping*”. Ou seja, o mapeamento cognitivo expõe o pensamento dos indivíduos relativamente a um problema em questão, sendo uma representação dos modelos mentais segundo os quais os indivíduos percebem e dão sentido a problemas de elevada complexidade (Castaño *et al.*, 2017).

Os mapas cognitivos assentam sobre uma perspectiva construtivista e, embora tenham uma natureza subjetiva, são reconhecidos no domínio da tomada de decisão como “*well-established and interactive visual tools, which allow for the structuring and clarification of complex decision situations*” (Ferreira *et al.*, 2016a: 4954). Estes modelos apresentam-se como uma ferramenta eficaz para a estruturação de problemas complexos, uma vez que promovem o diálogo e a discussão de ideias em tempo real e auxiliam a reorganização de linhas de pensamento, permitindo a realização de um debate colaborativo entre os participantes do processo de tomada de decisão (Filipe *et al.*, 2015; Faria *et al.*, 2018). Esta ideia é reforçada por Oliveira *et al.* (2017: 988), que referem que “*cognitive maps thus bring together different points of view, through the sharing of knowledge, values and experiences among experts from a given field*”. O valor agregado desta abordagem advém principalmente da sua interatividade, versatilidade e relativa simplicidade (Ferreira e Jalali, 2015; Azevedo e Ferreira, 2017).



Segundo Ferreira *et al.* (2016b) e Ribeiro *et al.* (2017), os mapas cognitivos têm duas funções principais: (1) função descritiva, proporcionada pela sua representação visual, que ajuda os indivíduos a ter uma percepção mais facilitada do problema em estudo; e (2) função reflexiva, dado que o mapa cognitivo é percebido como uma ferramenta de apoio ao desenvolvimento de novas ideias.

Na visão de Pereira *et al.* (2017), o principal proveito do mapeamento cognitivo é o facto de este proporcionar a sistematização de questões complexas, dado que toda a informação recolhida é agregada em torno de um ou vários tópicos centrais de discussão. O mapeamento cognitivo é, desta forma, caracterizado por permitir: (1) lidar simultaneamente com fatores quantitativos e qualitativos; (2) estruturar problemas de decisão complexos; (3) fornecer suporte ao grupo de trabalho; (4) ser útil no desenvolvimento, definição e implementação de diretrizes estratégicas; e (5) fornecer aos responsáveis pela tomada de decisão uma compreensão mais profunda das relações de causa-efeito entre as variáveis identificadas (Filipe *et al.*, 2015; Oliveira *et al.*, 2017; Carayannis *et al.*, 2018; Faria *et al.*, 2018; Fernandes *et al.*, 2018; Ferreira *et al.*, 2018; Grillo *et al.*, 2018; Xavier *et al.*, 2018).

O processo de desenvolvimento de um mapa cognitivo é baseado na negociação entre o facilitador e os decisores (Eden, 2004) e engloba, normalmente, três etapas: (1) solicitar conceitos, através das diferentes visões e conjuntos de crenças dos decisores; (2) aprimorar conceitos; e (3) identificar relações de causalidade entre conceitos (Castaño *et al.*, 2017; Pereira *et al.*, 2017). Neste contexto, Ferreira *et al.* (2012), Ferreira *et al.* (2015) e Gonçalves (2015) referem que a construção de um mapa cognitivo permite: (1) promover a discussão entre os participantes envolvidos; (2) diminuir a taxa de omissão de critérios relevantes, aumentando a transparência dos processos de decisão; e (3) aumentar a aprendizagem, uma vez que existe uma compreensão aprofundada das relações de causalidade entre os critérios.

Em termos práticos, o mapeamento cognitivo consiste numa rede de ideias, hierarquicamente estruturada, que projeta o pensamento dos decisores sobre um problema em particular, sendo o resultado uma rede visual de nós e setas, onde os nós representam os conceitos derivados das crenças dos indivíduos e as setas a relação de causalidade entre esses conceitos, apresentando estas um sinal positivo (+) quando um aumento na causa leva a um aumento no efeito ligado e um sinal de negativo (-) quando um aumento na causa leva a um aumento no polo oposto ao efeito ligado (*cf.* Eden,

2004; Eden e Ackermann, 2004; Azevedo e Ferreira, 2017; Grillo *et al.*, 2018; Salmeron *et al.*, 2018). A Figura 2 ilustra a lógica funcional de um mapa cognitivo.

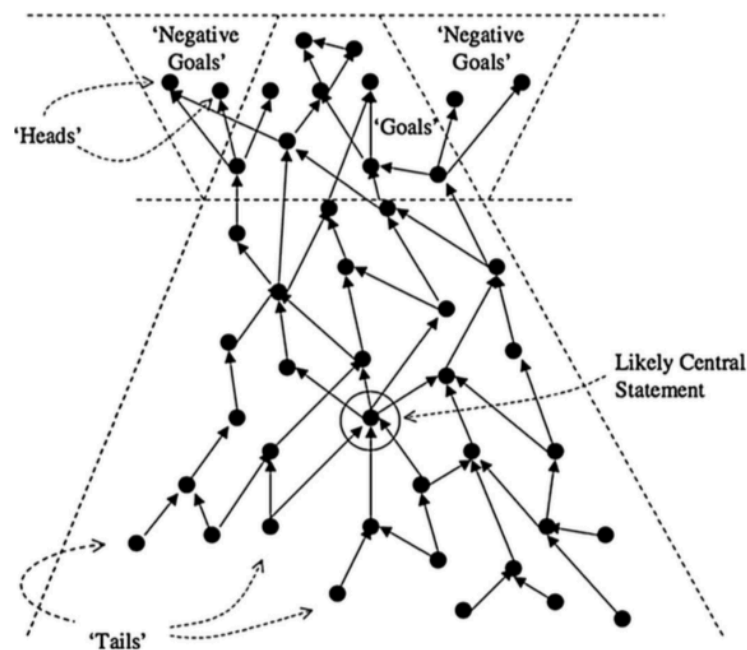


Figura 2: Lógica Funcional de um Mapa Cognitivo

Fonte: Eden (2004: 676).

Os mapas cognitivos têm como propósito auxiliar os decisores a materializar e compartilhar as suas experiências, pensamentos, crenças, valores e ideias (Ferreira *et al.*, 2018), ajudando os indivíduos a organizar estes conceitos em estruturas epistemológicas (Grillo *et al.*, 2018). Assim, ao tornar explícitos os conceitos dos diferentes decisores, o mapeamento cognitivo facilita a tomada de decisão, uma vez que promove a compreensão compartilhada do problema, facilitando a negociação e a percepção da complexidade e consequências de uma decisão (Village *et al.*, 2013). Importa referir que os resultados destes mapas dependem do grau de envolvimento dos decisores (Ferreira *et al.*, 2014; Ferreira e Jalali, 2015), assim como das capacidades do facilitador (*i.e.*, investigador) enquanto ouvinte e intérprete (Eden, 2004).

Segundo Fiol e Huff (1992), os mapas cognitivos podem ser classificados dentro de três grandes grupos: (1) *mapas de identidade*, que procuram entender os tópicos basilares dos problemas, possibilitando aos decisores perceber o que os rodeia e, deste modo, determinar quais os intervenientes, eventos e processos que determinam o processo de tomada de decisão; (2) *mapas de categorização*, que procuram enquadrar,

estruturar e dar sentido aos problemas, através de um processo de averiguação direta e detalhada dos decisores, tendo como base as suas diferenças e semelhanças; e (3) *mapas causais e de argumentação*, que visam gerar um entendimento sobre os vínculos existentes entre eventos que ocorram em diferentes momentos, procurando traçar as relações causais entre dados, meios e fins. O mapeamento cognitivo pode assim assumir diversas formas visuais e interativas, vindo a tornar-se numa ferramenta ainda mais poderosa com o desenvolvimento dos *fuzzy cognitive maps* (FCMs), que constituem uma variante dos mapas causais (Kok, 2009; Ferreira *et al.*, 2017).

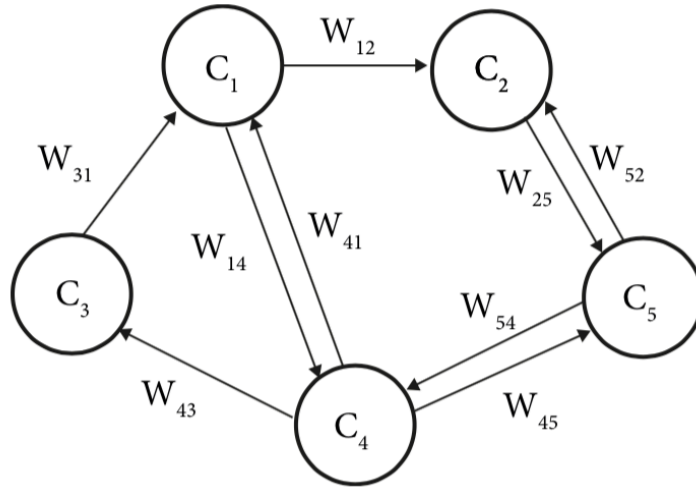
O conceito FCM foi introduzido por Kosho (1986: 65) como “*fuzzy-graph structures for representing causal reasoning*”. Ao seguir uma abordagem de raciocínio idêntica aos processos de raciocínio humano e de tomada de decisão humana, os FCMs complementam os mapas cognitivos com a lógica *fuzzy*, fornecendo os meios necessários à representação de fenómenos complexos de forma intuitiva (Dodurka *et al.*, 2017; Homenda e Jastrzebska, 2017). Segundo Kim e Lee (1998: 304), os FCMs permitem modelar o mundo real “*as a collection of concepts (or factors) and causal relations between concepts*”, sendo estes conceitos representativos das variáveis que descrevem os sistemas de crenças dos indivíduos (*cf.* Lee e Lee, 2015). Desta forma, os FCMs são geralmente aplicados como ferramenta de apoio à tomada de decisões complexas ou como modelo preditivo (Froelich, 2017), sendo fundamentalmente aplicáveis a domínios de conhecimento simples, em que os relacionamentos do sistema e a linguagem do meta-sistema são imprecisos (Kosho, 1986).

Amirkhani *et al.* (2018: 129) mencionam que os FCMs “*are among the latest, most efficient, and strongest artificial intelligence techniques for modeling complex systems*”, apresentando-se como uma estrutura de aquisição de conhecimento extremamente atrativa para modelar problemas reais com sucesso, nomeadamente em domínios abstratos e difusos, demonstrando uma forte capacidade de apreender a dinâmica de ambientes complexos (Christoforou e Andreou, 2017). Com efeito, os FCMs servem vários propósitos, podendo, devido à sua simplicidade e flexibilidade, ser aplicados em diversos domínios e projetarem-se como: (1) *modelos explicativos*, nos quais se procura estudar e explicar o comportamento de determinados conceitos; (2) *modelos de predição*, em que o objetivo é prever decisões e ações futuras e, simultaneamente, compreender as razões que orientaram essas decisões; (3) *modelos reflexivos*, utilizados para auxiliar os responsáveis pela tomada de decisões a avaliar a adequação da representação do modelo e, conseqüentemente, realizar as necessárias

alterações; e (4) *modelos estratégicos*, utilizados para fornecer uma representação mais precisa de um ambiente complexo e permitir o cumprimento de metas estratégicas (Christoforou e Andreou, 2017).

A construção de um FCM é auxiliada por um grupo de especialistas, que identificam os conceitos que são relevantes para o problema sob investigação e definem a intensidade das relações causais entre esses conceitos, com base na sua experiência e conhecimentos (Christoforou e Andreou, 2017). Em consonância, Ribeiro *et al.* (2017: 143) referem que “*the relative importance of the criteria is calculated according to the experts’ own perceptions of that importance and after discussion and negotiation among the panel members, whereby subjectivity is not only made explicit, but it is incorporated and turned into a strength of the process*”. Desta forma, os decisores constroem conhecimento através das suas representações associativas internas, sendo esse conhecimento expresso através dos FCMs (Ahmed *et al.*, 2018).

Segundo Kim e Lee (1998) e Lee e Lee (2015), a construção de um FCM envolve três etapas: (1) definir a finalidade para a qual o FCM está a ser concebido; (2) identificar os conceitos relevantes para a tomada de decisão; e (3) encontrar relações de causa-efeito entre os conceitos anteriormente identificados. Por conseguinte, um FCM irá descrever o comportamento de um sistema em termos de conceitos, sendo que cada conceito representa uma característica do sistema. Tal como exposto na *Figura 3*, estes conceitos são representados por nós e as relações entre nós são representadas por setas direcionadas, sendo a direção da seta indicativa da influência causal da variável de causa na variável de efeito (Kok, 2009; Salmeron, 2012). Na prática, a *Figura 3* apresenta a estrutura conceptual de um FCM, onde  $C_i$  é o conceito  $i$  e  $w_{ij}$  representa o grau de influência que o conceito  $i$  apresenta sobre o conceito  $j$  (Azevedo e Ferreira, 2017). A relação causal entre conceitos pode ser medida como  $w_{ij} \in \{[0, +1] \mid [-1, +1]\}$  (Salmeron, 2012). Ou seja, a intensidade desta influência pode ser de: (1) causalidade positiva ( $w_{ij} > 0$ ), quando um aumento (ou diminuição) do valor de  $C_i$  leva a um aumento (ou diminuição) no valor de  $C_j$ ; (2) causalidade negativa ( $w_{ij} < 0$ ), quando um aumento (ou diminuição) do valor de  $C_i$  leva a uma diminuição (ou aumento) do valor de  $C_j$ ; ou (3) causalidade nula ( $w_{ij} = 0$ ), quando não existe nenhum tipo de relação entre  $C_i$  e  $C_j$  (Mazlack, 2009; Kok, 2009; Lee e Lee, 2015).



**Figura 3: Exemplo de um Mapa Cognitivo Fuzzy**

Fonte: Mazlack (2009: 5).

Os FCMs apresentam, para além da representação gráfica, um modelo matemático que consta na existência de um vetor de estado  $n \times 1$ , que inclui o valor de  $n$  conceitos e uma matriz  $W$  de peso  $n \times n$ , também conhecida como matriz adjacente, que reúne todos os pesos  $w_{ji}$  e as relações entre os  $n$  conceitos do FCM (Mazlack, 2009; Ribeiro *et al.*, 2017). A influência entre os conceitos nos FCMs é descrita pela fórmula (1), onde  $A_i^{(t+1)}$  representa o nível de ativação do conceito  $C_i$  no tempo  $t + 1$ ;  $f$  é uma função de transformação que limita o resultado do produto no intervalo desejado, podendo apresentar-se sob a forma de função tangente bivalente, trivalente, hiperbólica e sigmoide;  $A_i^{(t)}$  representa o nível de ativação do conceito  $C_i$  no tempo  $t$ ;  $A_j^{(t)}$  representa o nível de ativação do conceito  $C_j$  no tempo  $t$ ; e  $w_{ji}$  representa a intensidade de relacionamento entre os conceitos  $C_j$  e  $C_i$ , sendo esta intensidade obtida pela conversão dos valores *fuzzy* determinados pelos decisores em quantidades numéricas (Amirkhani *et al.*, 2018; Azevedo e Ferreira, 2017; Ribeiro *et al.*, 2017).

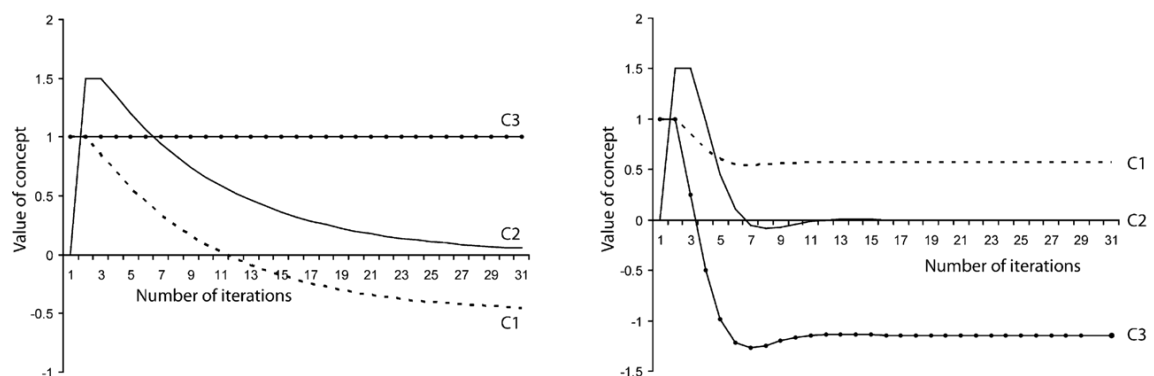
$$A_i^{(t+1)} = f \left( A_i^{(t)} + \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^n A_j^{(t)} \cdot W_{ji} \right)$$

(1)

Desta forma, é obtido um novo vetor de estado  $A_{new}$  multiplicando-se o vetor de estado anterior  $A_{old}$  pela matriz de ponderação  $W$ , tal como representado pela fórmula (2) (Mazlack, 2009; Salmeron, 2012).

$$A_{new} = A_{old} \times W \quad (2)$$

Os FCMs são sistemas dinâmicos que envolvem *feedback*. Desta forma, o novo vetor  $A_{new}$  expõe o efeito que a mudança no valor de um conceito pode ter sobre os restantes conceitos, podendo, inclusivamente, afetar o conceito que inicia a mudança. Por conseguinte, cada conceito é influenciado pelos valores dos conceitos a qual está conectado e pelo seu valor anterior. O cálculo de um novo vetor de estado pode ser repetido infinitamente, podendo surgir durante esta interação quatro tipo de comportamentos: (1) convergência de todos os conceitos para zero, apresentando um comportamento caótico de forma aleatória e não determinística; (2) aumento/diminuição contínua de todos os conceitos, apresentando um comportamento de ciclo limite; (3) estabilização cíclica; e (4) estabilização de todos os conceitos num valor constante, alcançando o equilíbrio num ponto fixo (Mazlack, 2009; Kok, 2009). Habitualmente, o equilíbrio num ponto fixo pode ser determinado após 20 a 30 iterações, embora a estabilização total possa levar mais de 100 iterações (Mazlack, 2009). A *Figura 4* ilustra este exercício com base numa simulação realizada por Kok (2009).



**Figura 4: Pontos de Estabilização e Valor de Convergência de um FCM**

*Fonte: Kok (2009: 125).*

Quanto maior for o número de dados disponíveis para modelar o problema, melhor o sistema se adaptará (Salmeron, 2012), permitindo estruturar o conhecimento qualitativo e as percepções dos indivíduos de modo a alcançar uma solução (Ahmed *et al.*, 2018). Todos os *inputs* e *outputs* do sistema assumem uma natureza semi-quantitativa (Kok, 2009). De facto, conforme referem Mazlack (2009) e Papageorgiou e Salmeron (2013), os FCMs são um mecanismo de inferência eficiente na modelação de relações de causalidade complexas, tanto qualitativa quanto quantitativamente, apresentando a capacidade de mostrar relações lineares ou não-lineares e de permitir a propagação causal.

Em remate, os FCMs “*are a powerful modelling, simulation, and representation technique that can be used for decision support, strategic planning, and prediction*” (Štula *et al.*, 2017), distinguindo-se pela particularidade das seguintes características: (1) as relações de causalidade entre conceitos seguem uma lógica *fuzzy*, o que significa que estas relações são simultaneamente representadas por um sinal de causalidade positiva/negativa e por um grau de intensidade de -1 a 1; e (2) o sistema envolve *links* de *feedback* entre os conceitos, possibilitando que os aspetos temporais sejam considerados de forma dinâmica no processo de tomada de decisão (Ferreira, 2016; Ribeiro *et al.*, 2017). De modo a realizar uma correta implementação desta metodologia, importa ter presente as suas vantagens e limitações.

### **3.2.2. Vantagens e Limitações dos Mapas Cognitivos Fuzzy**

De acordo com Özesmi e Özesmi (2004: 47), os FCMs “*are ideal tools for theory development, hypothesis formation, and data evaluation*”, tendo esta abordagem vindo a ganhar interesse crescente nas mais diversas áreas do conhecimento. Konti e Damigos (2018) referem que esta ampla aplicação é justificada pelo facto de esta ser uma metodologia fácil de entender pelos *stakeholders*, fácil de lecionar pelos facilitadores, com facilidade em incorporar a incerteza e com elevada capacidade de expressar complexidade. Desta forma, os FCMs apresentam diversas vantagens em comparação com as técnicas tradicionais de modelação, em termos de simplicidade, flexibilidade e adaptabilidade, afirmando-se como uma ferramenta eficaz para modelar sistemas complexos e apoiar a tomada de decisão (Wu *et al.*, 2017).

Özesmi and Özesmi (2004) e Kok (2009) enumeram as seguintes vantagens desta abordagem: (1) proporciona análises de *feedbacks*, possibilitando através da

modelação de relacionamentos causais recíprocos descobrir propriedades do sistema anteriormente omitidas; (2) permite a inclusão de variáveis abstratas; (3) modela relações entre variáveis que, por vezes, não são conhecidas; (4) permite obter e combinar diferentes fontes de conhecimento e com diferentes graus de especialização, com maior facilidade e velocidade; (5) não apresenta restrições relativamente ao número de especialistas ou ao número de conceitos; (6) facilita a previsão de padrões ou alterações no comportamento do modelo; (7) apresenta informação de forma clara e direta, simplificando a visão do problema; e (8) proporciona um nível de interação entre os decisores elevado, levando-os a comunicar de forma explícita.

No entanto, tal como todas as metodologias, os FCMs não estão isentos de limitações. Segundo Baker *et al.* (2018), as limitações mais significativas estão relacionadas com o facto desta abordagem solicitar a interferência humana ao longo de todo o seu processo, podendo a tendenciosidade dos decisores, a falta de conhecimentos ou a falta de capacidade de perceção e interpretação do problema em estudo, gerar equívocos. Outros autores, como Kok (2009) e Ribeiro *et al.* (2017), referem ainda que: (1) as relações estabelecidas são apenas parcialmente quantificadas, dificultando a interpretação dos resultados em termos absolutos; (2) a quantificação dos conceitos é parcialmente arbitrária; (3) o tempo não é representado de forma clara; (4) a modelação do problema num FCM não garante sua resolução; (5) o mapa pode não ter capacidade para modelar a ocorrência de causas múltiplas; e (6) não fornecem estimativas de parâmetros de valor real.

Apesar das limitações apresentadas, é importante enfatizar o significativo papel dos FCMs como técnica de modelação e simulação, fornecendo aos decisores um suporte para a tomada de decisão e resolução de problemas complexos, assim como para auxílio ao planeamento estratégico. Desta feita, iremos em seguida discutir a aplicabilidade desta metodologia relativamente à análise de conduta ambiental nas PMEs.

### ***3.2.3. Possíveis Contributos para a Análise da Conduta Ambiental de PMEs***

Os FCMs apresentam-se como uma metodologia de inferência eficiente na modelação de relações de causalidade complexas, tanto qualitativa quanto quantitativamente, demonstrando capacidade para representar relações lineares ou não lineares e para permitir a propagação causal. A facilidade de aplicação, parametrização e uso, a



necessidade de exigências reduzidas a nível de recursos, a resposta instantânea e a fácil compreensão por parte dos decisores fazem dos FCMs uma ferramenta metodológica utilizada em diversas disciplinas, apresentando-se como ferramentas úteis para o desenvolvimento de teorias, formação de hipóteses e avaliação de dados.

O domínio da conduta ambiental nas PME's é ainda um campo com numerosas lacunas, não existindo um consenso relativamente aos fatores que influenciam a implementação de medidas de proteção ambiental. Para além disto, não se encontra explicitado na literatura existente de que modo se relacionam as variáveis que determinam a implementação de medidas representativas de uma conduta ambiental por parte das PME's. Dada as suas características, os FCMs podem oferecer múltiplas vantagens para a modelação dos determinantes de conduta ambiental, uma vez que possibilitam a inclusão de variáveis abstratas e o envolvimento de *links* de *feedback*, permitindo compreender as relações causais recíprocas entre as variáveis identificadas existentes no sistema. Para além disso, possibilitam que os aspetos temporais sejam considerados de forma dinâmica no processo de tomada de decisão.

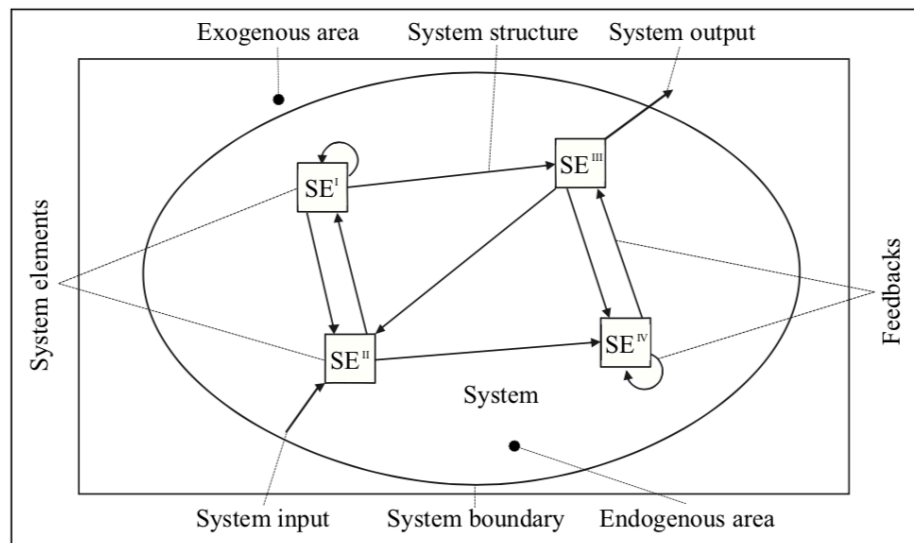
A construção de um FCM é auxiliada por um grupo de especialistas que identificam os conceitos que são relevantes para o problema sob investigação. Este método, ao solicitar a interferência humana ao longo de todo o seu processo, faz com o que o mesmo apresente uma validação empírica determinada pela constante participação dos decisores no processo, podendo o modelo a qualquer momento ser ajustado, caso necessário. De acordo com Papageorgiou e Salmeron (2013: 71), "*FCM can be considered as a system dynamics method, especially because of its focus on feedback loops*", sendo que as conclusões retiradas dos FCMs poderão aplicar-se a outras ferramentas de modelação desenvolvidas para captar a dinâmica do sistema (Salmeron, 2012). O uso integrado de FCMs com a abordagem *System Dynamics* permitirá a construção de cenários, o que proporciona acrescentar valor à definição de critérios e ao modo como as relações de *feedback* entre esses critérios são estabelecidas. Nesta sequência, o próximo ponto dedicar-se-á ao estudo da abordagem *System Dynamics*.

### **3.3. Dinâmica de Sistemas**

O campo da dinâmica de sistemas – ou *System Dynamics* (SD) – foi desenvolvido no final dos anos 1950 no Massachusetts Institute of Technology (MIT), sob a liderança de

Jay Forrester (1961), como método de modelação e simulação para o campo da gestão industrial. Segundo Kok (2009: 123), “*system dynamics is an umbrella term for all approaches aiming to understand the behaviour of complex systems over time*”, tendo sido desenvolvida para apoiar e melhorar o processo de tomada de decisão (Sterman, 2002; Koul *et al.*, 2016; Fontoura *et al.*, 2019).

De acordo com a teoria sistémica, um sistema é constituído por pelo menos dois elementos inter-relacionados, sendo a relação de causa e efeito unilateral a forma mais básica de relacionamento entre dois elementos. Para entender os problemas e o comportamento de um sistema, é necessário examinar essas relações de causalidade existentes entre os elementos, sendo que os efeitos gerados num qualquer elemento podem ser causados simultaneamente por diferentes elementos (Sederati *et al.*, 2019). Nestas relações de *feedback* que se estabelecem entre os elementos de um sistema, a influência de um elemento sobre outro gera um *feedback loop*, que poderá ter efeito não só sobre si próprio, como sobre os restantes elementos do sistema (Drews *et al.*, 2016). A *Figura 5* apresenta os componentes básicos de um sistema.



**Figura 5: Componentes Básicos de um Sistema**

*Fonte: Drews et al. (2016: 479).*

A complexidade de um sistema pode ser avaliada segundo o seu grau de complexidade, podendo esta ser: (1) *complexidade estrutural*, se o problema for caracterizado por um elevado grau de complexidade estrutural, tornando difícil perceber o número de elementos que constituem o problema, bem como as relações

de interdependência que se estabelecem entre os elementos do sistema; ou (2) *complexidade dinâmica*, se o problema for caracterizado por um baixo grau de complexidade estrutural, sendo a complexidade o resultado da frequência e intensidade das mudanças da estrutura do sistema ao longo do tempo (Drews *et al.*, 2016). As técnicas convencionais de modelação de problemas são, geralmente, baseadas no pensamento causal linear e, conseqüentemente, não fornecem a estrutura mental e estrutural necessária para lidar com problemas de elevado nível de complexidade (Zomorodian *et al.*, 2018).

A abordagem SD decompõe toda a estrutura do sistema em segmentos menores, o que permite, através de diversos tipos de diagramas, a expressão gráfica de um sistema que possibilita ver, com maior clareza, a complexidade dinâmica das relações existentes entre os elementos que o constituem. Ou seja, possibilita uma abordagem holística ao analisar o sistema como um todo (Sederati *et al.*, 2019). Esta abordagem distingue-se das restantes precisamente pela sua capacidade para captar o comportamento dinâmico de um sistema complexo ao longo do tempo (Sederati *et al.*, 2019), convertendo todo o sistema numa sequência relacionada de *stocks* e *flows* que se afetam mutuamente através de *feedback loops* (Kok, 2009) e possibilitando aos decisores experimentar e identificar as conseqüências futuras das suas decisões (Torres *et al.*, 2017).

Segundo Sterman (2002), a SD surge porque os sistemas: (1) mudam constantemente; (2) encontram-se profundamente conectados, existindo uma forte interação entre os elementos do sistema e o mundo natural; (3) são regidos pelo *feedback*, devido à forte conexão existente entre os diversos elementos que integram o sistema; (4) são não-lineares, sendo que o efeito raramente é proporcional à causa; (5) dependem de ações passadas; (6) são auto-organizados, permitindo que a dinâmica dos sistemas surja de forma espontânea da sua estrutura interna; (7) são adaptativos, uma vez que a aprendizagem, capacidades e regras de decisão dos decisores mudam ao longo do tempo; (8) são caracterizados por *trade-offs*; (9) são contraintuitivos, uma vez que, nos sistemas complexos, a causa e o efeito se encontram distantes no tempo e no espaço; e (10) são resistentes à política, sendo que soluções aparentemente óbvias demonstram muitas vezes estar erradas.

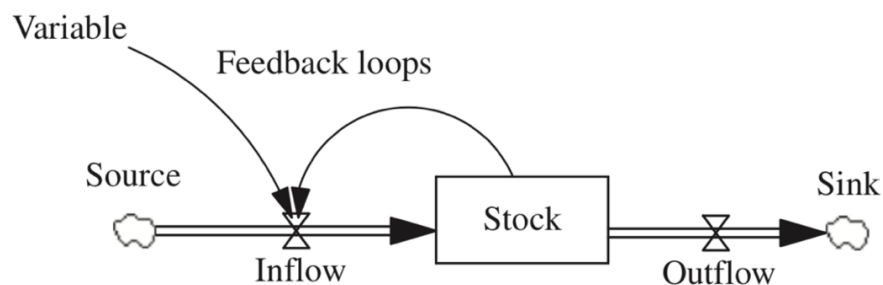
Esta metodologia apresenta a capacidade de lidar com problemas sistémicos complexos, não-lineares, de alta alavancagem, instáveis e com múltiplos *feedbacks* (Zomorodian *et al.* 2018), podendo fornecer aos decisores uma poderosa ferramenta

contextual de apoio à tomada de decisão (Kok, 2009). Para além disso, a SD pode ainda ser empregue na análise de políticas, exploração de cenários hipotéticos, otimização de decisões preponderantes e no estudo de um eventual redesenho organizacional (Sederati *et al.*, 2019). Esta multiplicidade de funcionalidades permite, naturalmente, que esta metodologia seja aplicada nas mais diversas áreas e contextos (Sederati *et al.*, 2019).

### 3.3.1. *Princípios Teóricos*

Segundo Drews *et al.* (2016: 479), “*the main aim of system dynamics is to show the system behavior on the basis of the interaction of the system components*”, tendo esta metodologia a capacidade de repartir o sistema e examinar cada elemento que o constitui, de modo a perceber os impactos e resultados que as alterações nesses elementos provocam no sistema como um todo (Sederati *et al.*, 2019). Assim sendo, o comportamento exibido pelo sistema surge da interação da estrutura física e institucional do sistema com os processos de tomada de decisão dos decisores que atuam dentro do mesmo (Sterman *et al.*, 2015).

Seguindo diversos autores (*e.g.*, Sterman, 2002; Sterman *et al.*, 2015; Castellacci, 2018; Papachristos, 2018), a SD encontra-se edificada em quatro componentes: (1) os limites do sistema; (2) os *feedback loops* como elementos básicos do sistema estrutural; (3) as variáveis de *stock* representativas dos processos de acumulação decorrentes dos *feedback loops* e as variáveis de *flow* representativas da atividade decorrente dos *feedback loops*; e (4) os *time delays* que causam uma discrepância entre o objetivo do sistema, o seu estado real, e as ações a serem tomadas com base nessa discrepância. A *Figura 6* apresenta uma representação básica da relação estabelecidas entre os elementos que constituem o modelo.

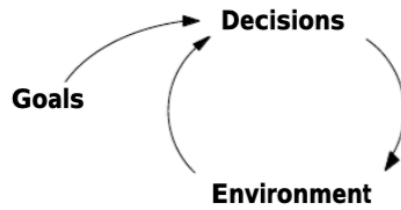


**Figura 6: Modelo de Dinâmica de Sistemas Simples**

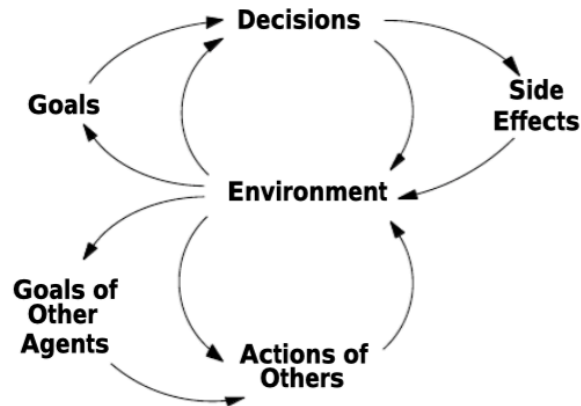
*Fonte: Lättilä et al. (2010: 7971).*

De acordo com Sterman *et al.* (2015: 1), os “*system dynamics models are structural, behavioral representations of systems*”, sendo que o comportamento do sistema resulta principalmente das interações endógenas dos seus elementos. Ao demarcar os limites do sistema numa perspectiva endógena, a dinâmica de sistemas assume que as influências causais geradas são atribuídas exclusivamente a forças internas do sistema, sendo o comportamento do sistema explicado com base nos *feedback loops* (Papachristos, 2018). Estes limites são essenciais para a identificação das dinâmicas interna e externa de um sistema e para determinar se os seus subsistemas se encontram abertos (*i.e.*, não existe uma consciência das ações passadas), ou fechados (*i.e.*, onde as ações recentes controlam os resultados futuros) (Richardson, 2011). A SD tende a desafiar os limites tanto mentais quanto formais dos modelos, ao considerar que os impactos das decisões dos agentes poderão causar consequências num espaço e tempo distantes daquele onde a mudança de comportamento foi introduzida, podendo os *feedbacks* ter um grande alcance espacial e temporal (Sterman *et al.*, 2015).

O *feedback* é o resultado das reações do sistema às nossas ações. Ou seja, as ações que praticamos no presente provocam uma reação no sistema, sendo que o resultado dessa reação define as situações que enfrentamos no futuro (Sterman, 2002). Assim sendo, o resultado na nossa ação, tal como demonstrado pela *Figura 7*, pode não só desencadear efeitos colaterais futuros que não antecipamos como, também, alterar a nossa avaliação do problema e das decisões futuras relativamente à nova situação que desencadeamos (Sterman, 2002). Desta forma, os *feedback loops* permitem simular o comportamento de sistemas complexos, nomeadamente quando o propósito é modelar e prever resultados a longo prazo e alcançar a sustentabilidade (Richardson, 2011), sendo a dinâmica do sistema determinada ao longo do tempo, por todo o conjunto de *loops* causais (Castellacci, 2018).



Our decisions alter our environment, leading to new decisions,



but also triggering side effects, delayed reactions, changes in goals and interventions by others. These feedbacks may lead to unanticipated results and ineffective policies.

Figura 7: Representação do Processo de *Feedback*

Fonte: Sterman (2002: 9).

Os *stocks* e *flows* permitem simular quantitativamente as relações causais de um sistema. Os *stocks* representam o estado atual do sistema, cujo valor depende de acontecimentos passados, sendo a base para decisões, movimentos e atrasos nos sistemas e podendo o seu estado ser alterado por aumentos ou diminuições das taxas de *flows*. A exposição matemática da relação *stock-flow* é representada na equação (3), onde os  $Inflow_s$  e  $Outflow_s$  são o valor de entrada e de saída em qualquer momento  $s$  entre a hora inicial  $t_s$  e a hora atual  $t$  (Drews *et al.*, 2016).

$$Stock_t = Stock_{t_s} + \int_{t_s}^t (Inflow_s - Outflow_s) ds \quad (3)$$

O processo de tomada de decisão é influenciado pelas regras de decisão dos decisores que participam no sistema, sendo estas regras influenciadas pelo seu

comportamento não-linear (Sterman *et al.*, 2015). Neste sentido, os SD apresentam ainda a capacidade de captar desequilíbrios. Os *time delays* existentes no modelo, representam o atraso que se gera no sistema decorrente do tempo entre a tomada de uma decisão e os efeitos dessa decisão sobre o sistema (Sterman, 2002). Estes *time delays* são recorrentes e peculiarmente problemáticos, dado que, ao causar um atraso nos *feedback loops*, os decisores, não visualizando de imediato os resultados das suas ações, continuam a intervir para corrigir as aparentes discrepâncias entre o estado desejado e real do sistema, criando-se uma contante instabilidade que impossibilita o restauro do equilíbrio do sistema (Drews *et al.*, 2016), sendo o desequilíbrio do sistema a regra e não a exceção (Papachristos, 2018).

O comportamento do sistema, resultante das reações dos decisores a estes desequilíbrios podem gerar *feedbacks loops* positivos, negativos ou uma combinação destas duas formas básicas (Drews *et al.*, 2016). Os *feedbacks* positivos fazem com que o sistema se torne localmente instável. Os *feedbacks* negativos, no caso de serem fortes e rápidos, permitem que o sistema restabeleça rapidamente o equilíbrio. Pelo contrário, no caso de provocarem longos atrasos, poderão fazer oscilar o sistema. Importa ainda referir que os modelos baseados na dinâmica de sistemas são desenvolvidos e testados através de métodos fundamentados, procurando reconhecer, identificar e representar as interações entre os elementos constituintes do sistema de forma realística (Sterman *et al.*, 2015).

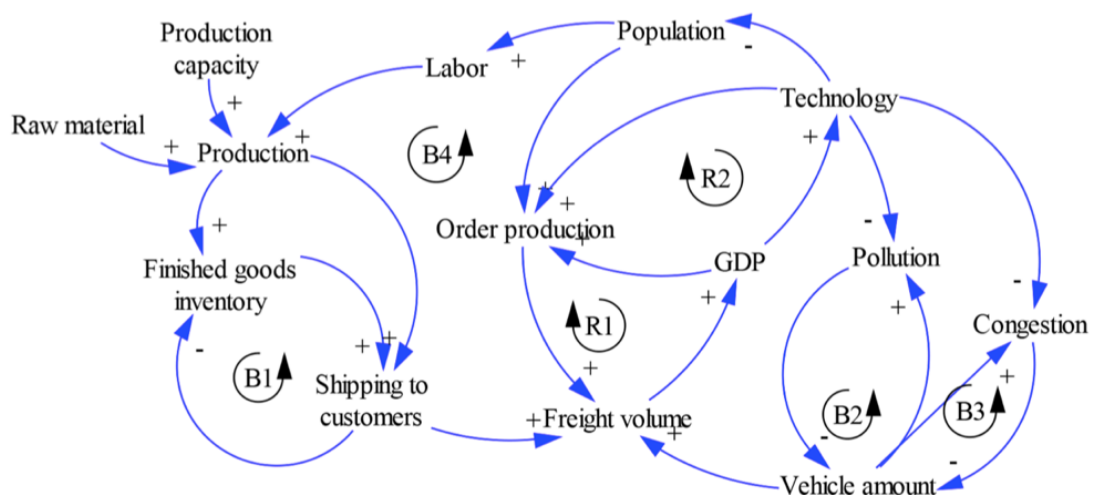
Geralmente, os modelos que fazem uso da SD, são estruturados em duas etapas principais (Zomorodian *et al.*, 2018). A *Tabela 4* apresenta um resumo do desenvolvimento de um modelo SD, sendo, numa primeira etapa, desenvolvido um *causal loop diagram* (CLD), no qual se procura delimitar e estruturar as relações de causa e efeito que existem entre os elementos de um sistema, que são, numa segunda etapa, convertidos num *stock and flow diagram* (SFD). Este segundo elemento permite expressar as relações anteriormente delimitadas através de fórmulas lógico-matemáticas (Zomorodian *et al.*, 2018).

ETAPA	SUBCLASSE	OBJETIVO
DESENVOLVIMENTO DO CLD	▪ Análise do sistema.	▪ Explicitação do objetivo da modelação e identificação dos limites do sistema.
	▪ Reconhecimento da variável-chave.	▪ Reconhecimento dos principais fatores que formam o problema.
	▪ Reconhecimento do relacionamento.	▪ Reconhecimento das relações entre os principais fatores.
	▪ Desenvolvimento do CLD.	▪ Desenvolvimento de uma rede de variáveis que demonstram as relações existentes.
DESENVOLVIMENTO DO SFD	▪ Identificação do <i>stock</i> .	▪ Detecção dos recursos do sistema ligados aos principais fatores.
	▪ Desenvolvimento do módulo <i>flow</i> .	▪ Identificação das taxas de <i>flow</i> e gestão de processos de <i>stock</i> .
	▪ Mapeamento de estruturas.	▪ Conversão do CLD em SFD através de relações matemáticas.
	▪ Análise qualitativa.	▪ Reconhecimento de fatores-chave adicionais ou relações de causalidade que necessitem de análise específica, identificação de variáveis que podem ser controladas ou monitorizadas e avaliação da vulnerabilidade do sistema relacionada com fatores incontroláveis.

**Tabela 4: Fases de Desenvolvimento de um Modelo através da Dinâmica de Sistemas**

*Fonte: Zomorodian et al. (2018, adap.).*

O CLD é frequentemente utilizado no estudo de problemas dinâmicos e visa dar uma visão do problema (Ding *et al.*, 2018) (ver *Figura 8*).

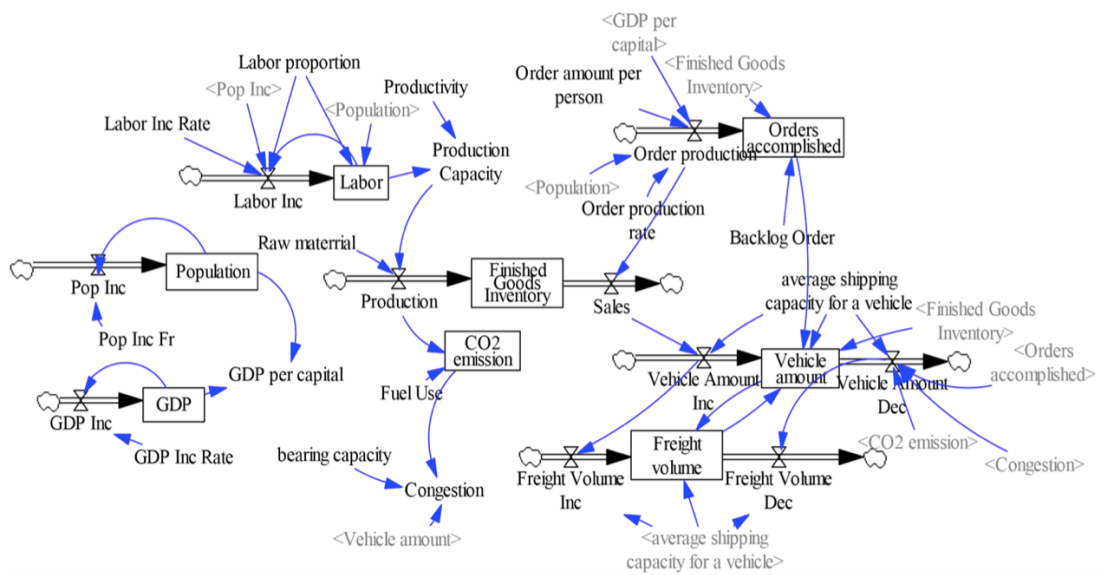


**Figura 8: Exemplo de um Causal Loop Diagram (CLD)**

*Fonte: Qiu et al. (2015: 792).*

Já o SFD pretende analisar o sistema através do desenvolvimento de modelos de simulação quantitativos (Ding *et al.*, 2018) (ver *Figura 9*).





**Figura 9: Exemplo de um *Stock and Flow Diagram* (SFD)**

Fonte: Qiu et al. (2015: 795).

Após o desenvolvimento destes diagramas para representar os principais componentes do sistema, realiza-se uma simulação computacional para validar a natureza das relações existentes entre os diferentes componentes, sendo o resultado desta simulação posteriormente comparado com o comportamento real do sistema para determinar se o modelo é válido ou não (Sederati *et al.*, 2019).

A capacidade da SD produzir com sucesso um modelo eficiente e preciso do sistema em estudo depende do reconhecimento dos principais componentes existentes e das relações de *feedback* estabelecidas (Zomorodian *et al.*, 2018), devendo o modelo final refletir o pensamento operacional do sistema. Ou seja, deve reconhecer a estrutura física do sistema, a estrutura institucional que dirige os fluxos de informação e as regras de decisão comportamental dos decisores (Sterman *et al.*, 2015). Desta forma, a SD permite, através dos seus conceitos e ferramentas, colocar hipóteses, testar e refinar as explicações endógenas das mudanças ocorrentes no sistema relativamente ao fenómeno problemático, podendo esse resultado ser utilizado para avaliar e classificar opções políticas, realizar testes de sensibilidade paramétrica e estrutural abrangentes e otimizar o desempenho através do apoio à tomada de decisão (Sterman *et al.*, 2015; Papachristos, 2018).

### 3.3.2. *Vantagens e Limitações da Análise de Dinâmica de Sistemas*

Tal com qualquer outra metodologia, a SD apresenta um conjunto de vantagens e limitações. Os *insights* visuais proporcionados são considerados, por Zeigler *et al.* (2019), como uma forma eficaz para induzir modelos mentais e comunicar conceitos dinâmicos complexos entre decisores oriundos de disciplinas díspares. Lättilä *et al.* (2010) e Zomorodian *et al.* (2018) acrescentam ainda as seguintes vantagens associadas a este método: (1) permite que os decisores compreendam quais os componentes que podem afetar um sistema ou os seus subsistemas; (2) apresenta um tempo de execução relativamente rápido; (3) possibilita uma abordagem holística ao analisar o sistema como um todo; (4) é facilmente expansível; (5) permitem capturar interações entre componentes do modelo que envolvem variáveis e parâmetros individuais; (6) é flexível e transparente, permitindo identificar os efeitos dos elementos básicos sobre a dinâmica geral do sistema; (7) permite a modelação de diferentes sistemas numa grande variedade de escalas; e (8) é relativamente fácil de usar. Tan *et al.* (2018) enfatizam ainda que a SD permite melhorar a precisão dos resultados avaliados, considerando as relações complexas e interdependentes entre as variáveis do sistema.

O uso da SD apresenta, tal como referido, vantagens significativas. No entanto, está sujeita a algumas limitações. De acordo com Sterman (2002), a principal dificuldade deste método prende-se com o facto de as variáveis do sistema se encontrarem espacial e temporalmente distribuídas. Ou seja, a causa e o efeito estão frequentemente distantes no tempo e no espaço, dificultando a tarefa de atribuir uma causa a um efeito, uma vez que as heurísticas que habitualmente empregamos para avaliar relações de causa e efeito são insensíveis aos elementos da complexidade dinâmica. Lättilä *et al.* (2010) e Zomorodian *et al.* (2018) acrescentam ainda que a dinâmica de sistema: (1) tem dificuldades em lidar com eventos discretos, devido à sua natureza contínua; (2) é difícil de aplicar em ambientes heterogêneos; e (3) apresenta uma estrutura relativamente rígida.

Apesar das suas limitações, a sua capacidade para captar o comportamento dinâmico de um sistema complexo ao longo do tempo faz da SD um método de modelação e simulação distinto e com aplicabilidade em diversas áreas. Em seguida, será analisada a aplicabilidade desta metodologia relativamente à análise de conduta ambiental nas PMESs.

### 3.2.3. *Possíveis Contributos para a Análise da Conduta Ambiental de PMEs*

A SD, devido às suas características, tem sido aplicada numa ampla gama de disciplinas, servindo como ferramenta para explorar o modo como a estrutura de um sistema gera comportamentos e resolve problemas complexos do mundo real (Papachristos, 2018; Sederati *et al.*, 2019). Segundo Zomorodian *et al.* (2018), esta metodologia mostra-se adequada não apenas quando aplicada às áreas estratégicas de negócio, mas também na simulação de problemas ambientais complexos.

A adoção de uma abordagem holística e de um pensamento sistémico para fomentar a compreensão dos determinantes de conduta ambiental nas PMEs poderá ser justificada pelo facto de os fatores implicados nesta decisão se encontrarem intrinsecamente ligados entre si e almejarem o mesmo objetivo final (*i.e.*, a melhoria dos níveis de impacto ambiental causados pelas PMEs, de modo a garantir a sua sustentabilidade no longo prazo).

A abordagem SD é uma ferramenta eficaz para analisar as relações e interações entre as variáveis de um sistema, ajudando a perceber a dinâmica existente entre os diversos componentes que constituem o problema de decisão. Os benefícios do seu uso como ferramenta de apoio à tomada de decisão nas organizações deriva tanto do processo quanto do resultado da análise fornecida. Desta forma, esta é uma metodologia não só capaz de construir um modelo de apoio de tomada de decisão empiricamente válido, holístico e integrado, como também competente para gerar conhecimentos e aprendizagens, beneficiando a análise da conduta ambiental das PMEs.

Apresentando-se como uma técnica típica de simulação para avaliar o desempenho da tomada de decisão (Tan *et al.*, 2018), o recurso a esta metodologia permitirá estudar as condições sob as quais o sistema poderá evoluir, demonstrando as potenciais consequências da alteração do peso atribuído a um determinado critério para o sistema como um todo, melhorando a precisão dos resultados da avaliação. Desta forma, este modelo permitirá representar a realidade enfrentada pelas PMEs quando se debatem com a aplicação de medidas representativas de conduta ambiental, uma vez que considera as relações estabelecidas entre os diversos critérios que constituem o problema da tomada de decisão, em vez de olhar para cada componente de forma isolada, o que permite aos tomadores de decisão ter um clara noção dos efeitos provocados no sistema quando um dos componentes é alterado, facilitando assim o processo de tomada de decisão.

### SINOPSE DO CAPÍTULO 3

No *Capítulo 2* da presente dissertação procurou-se enquadrar a temática em estudo, expondo a necessidade de construção de um modelo empiricamente válido, holístico e integrado de apoio à tomada de decisão. No seguimento das limitações metodológicas identificadas, os principais objetivos do *Capítulo 3* foram: (1) expor a natureza construtivista contemplada na presente dissertação; (2) explorar instrumentos de apoio à estruturação de problemas complexos e apoio à tomada de decisão, designadamente, os FCMs e a SD; e (3) perceber em que sentido o uso integrado destas metodologias poderá contribuir para a análise dos determinantes de conduta ambiental nas PME. Nesta lógica, o capítulo começou por explicitar a sua orientação construtivista, assumindo que o conhecimento é construído pelos indivíduos em função das suas crenças, experiências passadas e estruturas mentais. Partindo deste pressuposto, procurou-se compreender de que modo deveria ser estruturado o problema em análise, recorrendo-se aos PSMs, que se apresentam como abordagens qualitativas utilizadas na representação de problemas. É neste prisma que surge o mapeamento cognitivo como ferramenta de auxílio à perceção do conhecimento produzido pela mente, revelando-se, dada a sua interatividade, versatilidade e simplicidade, um instrumento proveitoso na sistematização e estruturação de problemas complexos. O mapeamento cognitivo pode assumir diversas formas visuais e interativas, sendo os FCMs uma das suas ramificações. Os FCMs são uma poderosa ferramenta de modelação, simulação e representação, distinguindo-se pela particularidade das seguintes características: (1) as relações de causalidade entre conceitos seguem uma lógica *fuzzy*; e (2) o sistema envolve *links* de *feedback* entre os conceitos, possibilitando que os aspetos temporais sejam considerados de forma dinâmica no processo de tomada de decisão. Por acrescentar valor à definição de critérios e ao modo como as relações de *feedback* entre esses critérios são estabelecidas, foi integrado nesta análise a abordagem SD. A SD diferencia-se pela sua capacidade para captar o comportamento dinâmico de um sistema complexo ao longo do tempo, convertendo todo o sistema numa sequência relacionada de *stocks* e *flows* que se afetam mutuamente através de *feedback loops*, possibilitando aos decisores experimentar e identificar as consequências futuras das suas decisões. Uma vez concretizado o enquadramento teórico e metodológico, o quarto capítulo materializa a componente empírica, procedendo-se à estruturação de um modelo de análise dinâmica dos determinantes de conduta ambiental nas PME.

O enquadramento teórico e metodológico realizado nos capítulos anteriores revelou as ferramentas de estruturação que servem de base à análise dinâmica dos determinantes de conduta ambiental nas PMEs. O presente capítulo visa apresentar a componente empírica do estudo, estando o mesmo estruturado em três fases principais. A primeira fase, denominada *fase de estruturação*, focou-se no desenvolvimento de um mapa cognitivo de grupo, como forma de identificar os determinantes de conduta ambiental nas PMEs e medir a intensidade das relações causais existentes entre esses mesmos determinantes. Numa segunda fase, foi realizada uma análise dinâmica dos determinantes identificados anteriormente, assim como realizadas diversas simulações de modo a compreender a importância relativa de cada determinante perante a problemática em estudo. Numa terceira fase, denominada *fase de recomendações*, explorou-se o uso da metodologia FCM e da abordagem SD como ferramentas que agregam valor à compreensão dos determinantes de conduta ambiental nas PMEs.

#### 4.1. Mapa Cognitivo de Grupo e Avaliação de Relações Causais

A implementação de medidas representativas de conduta ambiental nas PMEs apresenta elevada complexidade, não sendo fácil caracterizar todo o sistema que envolve a aplicação deste tipo de medidas. Com efeito, torna-se necessário ter em conta, neste processo, os diversos *stakeholders* envolvidos e o contexto de negócio em que a PME se insere. Dada a complexidade do sistema, parece tornar indispensável o recurso a técnicas de estruturação de problemas para apoiar o processo de tomada de decisão.

O recurso a *Problem Structuring Methods* (PSMs) possibilita uma representação holística do problema, tendo em conta múltiplas perspetivas e a conjugação de elementos objetivos e subjetivos, auxiliando assim o processo de tomada de decisão. Neste sentido, pretende-se, nesta primeira fase, identificar e estruturar os determinantes de conduta ambientais nas PME, fazendo uso de técnicas de mapeamento cognitivo

difuso, nomeadamente através do desenvolvimento de um mapa cognitivo de grupo e da composição da lógica *fuzzy*.

A utilização deste tipo de ferramenta implica a constituição de um painel de decisores. De acordo com Ferreira *et al.* (2015: 477), “*given their constructivist stance, and the typically deep involvement of participants in their development, FCMs should ideally rely on an informed and knowledgeable panel*”. Nesse sentido, os fatores de seleção dos decisores são essenciais no processo de construção do mapa cognitivo, estando a qualidade do modelo dependente da composição do painel. Assim, de modo a enriquecer o painel de decisores, procurou-se que o mesmo incluísse: (1) decisores com conhecimento e experiência em PMEs que aplicassem medidas representativas de conduta ambiental; (2) decisores com poder de decisão e cargos de responsabilidade; (3) especialistas ao nível técnico, relativamente às medidas representativas de conduta ambiental que poderão ser implementadas na realidade das PMEs; e (4) intervenientes heterogêneos em termos de idade, género e experiência profissional. A constituição do painel de decisores teve ainda em conta a predisposição e disponibilidade dos decisores para se reunirem, presencialmente, num horário comum durante oito horas (*i.e.*, quatro horas por sessão). De acordo com a recomendação de Eden e Ackermann (2001), é geralmente aceite no domínio de apoio à tomada de decisão que o painel de decisores seja constituído por um número entre três e dez especialistas.

Seguindo os fatores de seleção, este estudo contou com a participação voluntária de sete decisores com conhecimento e experiência em PMEs que aplicam medidas representativas de conduta ambiental. O painel integrou membros de ambos os géneros e com idades compreendidas entre os 30 e 60 anos, com cargos de responsabilidade quer ao nível da tomada de decisão quer ao nível técnico (*i.e.*, 1 sócio/gerente, 1 fundador, 1 diretor, 2 integrantes de equipa de gestão do sistema integrado de gestão da qualidade, ambiente e segurança (SIG-QAS), 1 responsável por departamento de inovação e sustentabilidade e 1 engenheiro de projetos de gestão de desperdícios), existindo ainda uma grande heterogeneidade de áreas de negócio (*i.e.*, florestal, mecânica, tecnológica, indústria farmacêutica, hotelaria e recursos humanos). Importa mencionar que, sendo este um estudo orientado para o processo, não deve ser visto como como um fim em si mesmo, algo que, metodologicamente, significa que, com ajustes, o procedimento adotado pode funcionar de igual forma com um grupo diferente de decisores (*cf.* Ferreira, 2016).

A identificação e estruturação dos determinantes de conduta ambiental nas PMEs decorreu em duas sessões de grupo, com duração média de quatro horas cada, tendo numa primeira sessão decorrido a elaboração da estrutura cognitiva de base e, numa segunda sessão, sido definidas as relações causais difusas. As sessões contaram com a participação de um facilitador (*i.e.*, investigador), responsável por conduzir o painel de decisores, apoiar o processo de negociação e orientar o procedimento de construção do modelo (Ferreira, 2016).

A primeira sessão com o painel de decisores teve como objetivo a construção de um mapa cognitivo de grupo, tendo o processo sido desenvolvido em três fases: (1) identificação dos determinantes de conduta ambiental nas PMEs; (2) organização dos determinantes em *clusters*; e (3) hierarquização dos determinantes dentro de cada *cluster*. A sessão iniciou-se com a apresentação do facilitador e dos elementos constituintes do painel de decisores. Seguiu-se uma apresentação geral das metodologias e dos objetivos da sessão, à qual se procederam explicitações de natureza metodológica sobre a forma como a sessão iria decorrer. Deste modo, foi possível esclarecer as dúvidas existentes e evitar possíveis interpretações erróneas por parte dos participantes. Após esta intervenção inicial, deu-se início ao desenvolvimento da sessão, procurando concentrar a atenção dos participantes na problemática em estudo (*i.e.*, determinantes de conduta ambiental nas PMEs). Com este propósito, foi colocada, aos decisores, a seguinte questão de base (*i.e.*, *trigger question*): “Com base nos seus valores e experiência profissional, que fatores e circunstâncias afetam (ou podem afetar) a conduta ambiental de uma PME?”. De modo a terem sempre presente a questão em estudo, foi colocada, em frente a cada membro do painel de decisores, uma folha com a referida questão de base. Para efeitos de clarificação, foi esclarecido o conceito de conduta ambiental como qualquer ação realizada pelas PMEs com impacto positivo no ambiente.

O procedimento seguinte consistiu na aplicação da “técnica dos *post-its*”, que consiste em escrever em *post-its* o que o painel de especialistas considera como critérios relevantes, dispondo esses mesmos *post-its* num quadro ou folha de papel com fácil visualização para todos (Eden e Ackermann, 2001; Ferreira *et al.*, 2015; Filipe *et al.*, 2015). Nesta fase do processo, os membros do painel foram solicitados a projetar experiências, opiniões e valores, de modo a identificarem os determinantes relevantes para o problema apresentado na questão colocada e, em seguida, a escreverem esses determinantes em *post-its* (*i.e.*, um critério por *post-it*). Foi ainda solicitado ao grupo de

decisores que assinalassem os *post-its* com um sinal negativo (–), sempre que existisse uma relação de causalidade negativa entre variáveis (*i.e.*, quando o determinante em apreciação influenciasse negativamente a conduta ambiental de uma PME) (*cf.* Eden e Ackermann, 2001).

A comunicação e interação entre o painel de decisores é fulcral nesta fase do processo, uma vez que a partilha e o diálogo acerca do problema em grupo leva à identificação de um maior número de variáveis, cabendo ao facilitador a tarefa de estimular a reflexão e conduzir o procedimento de modo a que sejam detalhados os conceitos expressos pelos decisores. Este procedimento decorreu durante um período de tempo controlado de aproximadamente uma hora, com base no debate permanente por parte dos membros do painel, tendo o processo sido repetido até o grupo ter demonstrado satisfação coletiva relativamente ao número e profundidade dos critérios identificados (Ferreira, 2016), algo que deu origem a cerca de 150 diferentes critérios.

Na segunda fase do processo, os decisores foram convidados a agrupar o alargado número de determinantes de conduta ambiental em PMEs obtidos por *clusters* (*i.e.*, áreas de preocupação). O processo de organização por áreas de preocupação inicia-se com a identificação de um potencial *cluster* por parte dos decisores. Após isto, o facilitador lê os determinantes, um por um, questionando os decisores se o mesmo se insere no *cluster* identificado. Este procedimento repete-se até que todos os determinantes sejam enquadrados nos *clusters* identificados. Esta etapa possibilita um debate adicional sobre o significado de cada determinante e pretende criar um elevado grau de representatividade em cada *cluster*, devendo os mesmos representar conceitos abrangentes e significativos para o painel de decisores. Durante este processo de compilação, foram eliminados diversos determinantes redundantes (*i.e.*, sinónimos e plurais), existindo ainda a possibilidade de os determinantes serem renomeados ou reajustados. Importa ainda referir que foi possível alocar determinantes a mais do que um *cluster*. Do debate entre os decisores, surgiram, nesta segunda fase do processo, 5 *clusters* onde foram alocados os diferentes determinantes: (1) *Fatores Político-Legais*; (2) *Gestão Estratégica*; (3) *Gestão Financeira*; (4) *Gestão Operacional*; e (5) *Componente Social*.

Na terceira e última etapa deste processo, foi solicitado ao painel de decisores que analisassem cada *cluster* separadamente e que reagrupassem, por ordem de importância (sempre na ótica do decisor), os determinantes constituintes de cada *cluster*. Desta forma, os determinantes mais relevantes foram colocados no topo do respetivo



*cluster* e os determinantes menos relevantes na base. Este procedimento promoveu a reflexão e o compromisso com o processo de estruturação do problema de decisão. A *Figura 10* apresenta alguns instantâneos da primeira sessão, evidenciando as diferentes fases do processo de estruturação.



**Figura 10: Aplicação da “Técnica dos *Post-its*”**

No final da primeira sessão de trabalho, foi concedido aos membros do painel a possibilidade de, caso se justificasse, realizarem alterações, podendo: (1) alterar os critérios em termos de significado e de ligações; (2) reestruturar os *clusters*; (3) modificar o formato da estrutura cognitiva de base; ou (4) recomeçar tudo de novo (*cf.* Eden e Ackermann, 2001). Posteriormente, foi construído um mapa cognitivo de grupo com recurso ao *software Decision Explorer* (<http://www.banxia.com>), baseado nos resultados obtidos na primeira sessão. Considera-se a aplicação desta técnica concluída quando o grupo ratifica a forma e o conteúdo do mapa (Ferreira, 2016). A *Figura 11* ilustra a versão final do mapa cognitivo de grupo, também denominado por “mapa estratégico”, que foi discutido e validado pelo painel de especialistas no início da segunda sessão de trabalho.

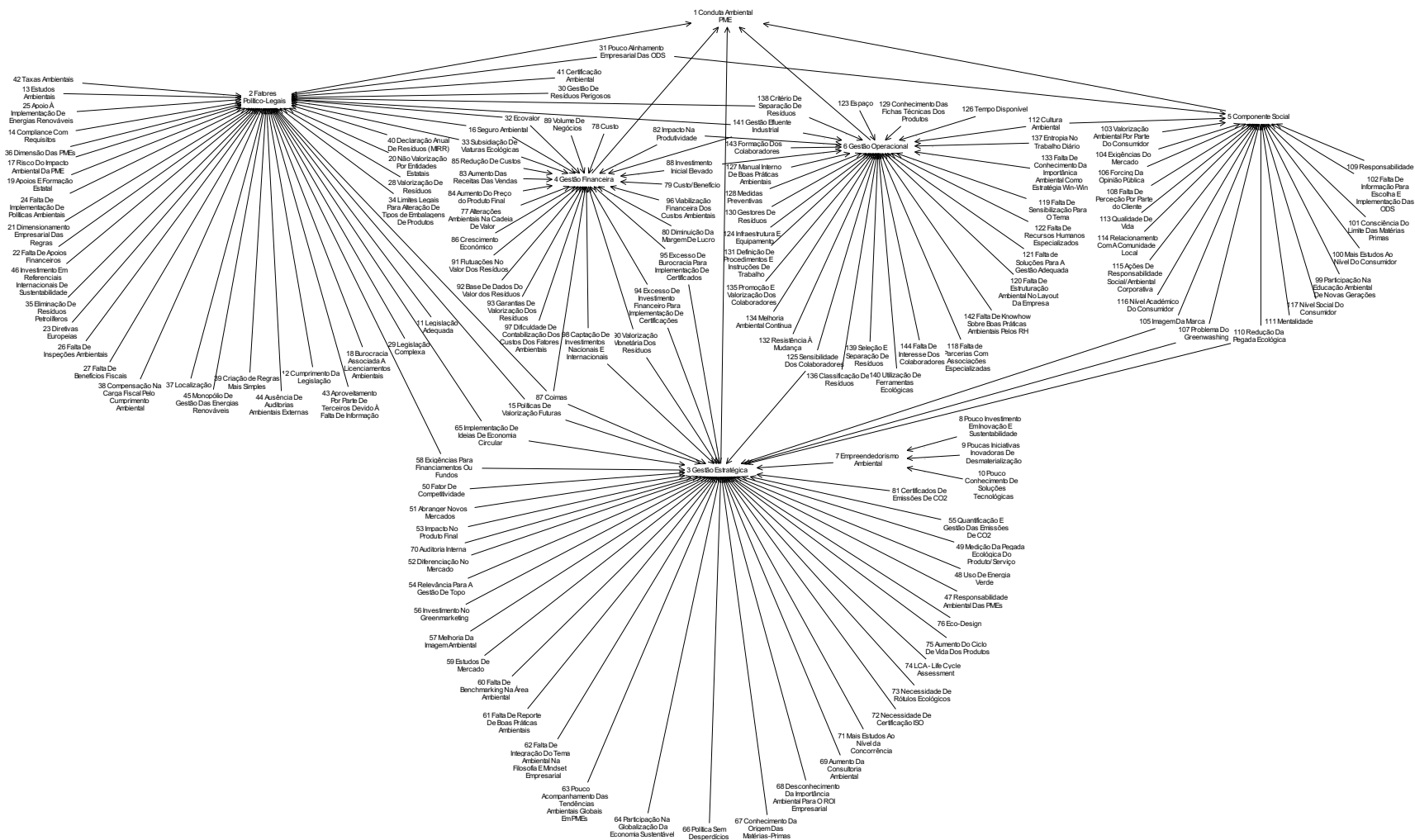


Figura 11: Mapa Cognitivo de Grupo (ou Mapa Estratégico)

O mapa cognitivo de grupo apresentado na *Figura 11* reflete, de forma esquemática, os determinantes definidos como resposta à *trigger question*, reflexo do contributo trazido ao processo pelos membros do painel, advindo da partilha de ideias, valores, experiências e da sua visão partilhada. De acordo com Eden e Ackermann (2004), um mapa cognitivo deve agrupar um mínimo de 90 a 120 nós, sendo que o modelo exibido incorpora 139 determinantes de conduta ambiental nas PME's.

Embora seja um processo intrinsecamente subjetivo, uma vez que a conceção do mapa cognitivo de grupo depende de fatores como a habilidade do facilitador, as pessoas envolvidas e as circunstâncias do momento, este é, também, um processo flexível e, por isso, capaz de acomodar novas informações, sendo que a discussão gerada em torno do mesmo permite uma maior transparência no modo como a informação é integrada e estruturada, possibilitando uma tomada de decisão mais informada e abrangente (Ferreira, 2016). O uso do mapeamento cognitivo provou ser bastante valioso para estruturar o entendimento sobre os determinantes de conduta ambiental nas PME's, bem como as relações causais estabelecidas entre esses mesmos determinantes. No entanto, é necessário ter em consideração que os mapas cognitivos não possibilitam a representação da dinâmica de um sistema real.

Tendo em conta o objetivo desta dissertação em realizar uma análise dinâmica dos determinantes de conduta ambiental nas PME's, surge, numa ótica de complementaridade ao mapeamento cognitivo, a lógica *fuzzy*. Os FCMs permitem perceber o modo como um sistema opera com base nos seus conceitos e nas relações de causalidade que se estabelecem entre os mesmos, podendo apresentar um aspeto tangível ou abstrato (Vasslides e Jensen, 2016) e permitindo, ao considerar as relações de causalidade difusas quantificadas num intervalo entre  $[-1;1]$ , representar o sistema de uma forma real e dinâmica (Ferreira *et al.*, 2016b).

Uma segunda sessão de trabalho em grupo foi realizada por forma a dar continuidade ao processo de estruturação, na qual se procedeu à transformação da estrutura cognitiva de base, introduzindo a lógica *fuzzy* ao quantificar a intensidade das relações de causalidade identificadas na primeira sessão. Estiveram presentes, nesta sessão, cinco dos sete decisores iniciais, sem prejuízo para o avanço do estudo (*cf.* Ferreira, 2011). Com efeito, foi solicitado aos decisores que revisassem o mapa apresentado e que concentrassem a sua atenção nas relações de causalidade previamente identificadas, no sentido de se medir o seu grau de intensidade, num intervalo entre  $[-1;$

1]. Na prática, o intervalo  $[-1; 0[$  deve ser utilizado nas relações de causalidade identificadas como negativas, no momento da construção da estrutura cognitiva de base, enquanto o intervalo  $]0; 1]$  deve ser aplicado nas relações de causalidade identificadas como positivas. O valor zero foi excluído na definição dos graus de intensidade, uma vez que este valor representa a não-existência de uma relação entre os conceitos.

A atribuição dos graus de intensidade baseou-se num processo de diálogo e de negociação entre os membros do painel, sendo esta uma componente fulcral do processo, uma vez que a intensidade das relações tem de ser acordada por todos os membros do painel. O facto de o painel ser constituído por elementos heterogéneos, advindos de diferentes áreas de negócio, fez com que o processo de negociação se tornasse ainda mais relevante, uma vez que um determinante poderia ser mais impactante para determinadas áreas de negócio do que para outras. A *Figura 12* apresenta alguns instantâneos desta segunda sessão de trabalho.



**Figura 12: Instantâneos da Segunda Sessão**

A sessão foi concluída quando, por consenso, o grupo validou os graus de intensidade definidos, considerando que os mesmos retratavam o seu entendimento do sistema.

A definição do grau de intensidade das relações de causalidade dos determinantes de conduta ambiental nas PMEs, possibilitaria, por si só, uma análise estática e dinâmica do sistema, através da construção de um FCM. No entanto, o propósito desta dissertação é efetivar o uso integrado da lógica *fuzzy* com a abordagem SD, possibilitando a construção de cenários, de modo a acrescentar valor à definição de critérios e ao modo como as relações de causalidade entre esses critérios são estabelecidas. Nesta sequência, o próximo ponto dedicar-se-á ao estudo da abordagem da análise dinâmica dos determinantes de conduta ambiental, fazendo uso da abordagem SD.

#### **4.2. Análise Dinâmica dos Determinantes de Conduta Ambiental nas PMEs**

Tal como referido anteriormente, os modelos que fazem uso da SD são geralmente estruturados em duas etapas principais (Zomorodian *et al.*, 2018). A primeira etapa procura conceptualizar o problema e identificar as variáveis-chave do modelo, procurando estruturar as relações causais existentes entre os elementos do sistema. No presente estudo, esta primeira etapa foi assegurada pela concretização de um mapa cognitivo de grupo. A segunda etapa procura definir as variáveis dinâmicas do sistema, de forma a identificar e a operacionalizar as relações existentes entre as variáveis, tendo este propósito sido alcançado com recurso à lógica *fuzzy*.

Tendo por base o mapa cognitivo de grupo apresentado na *Figura 11*, recorreu-se ao *software Vensim PLE 7.3.5* (<https://vensim.com>), de modo a incorporar os graus de intensidade das relações causais identificadas pelos membros do painel. A *Figura 13* revela o novo *layout* da estrutura cognitiva.

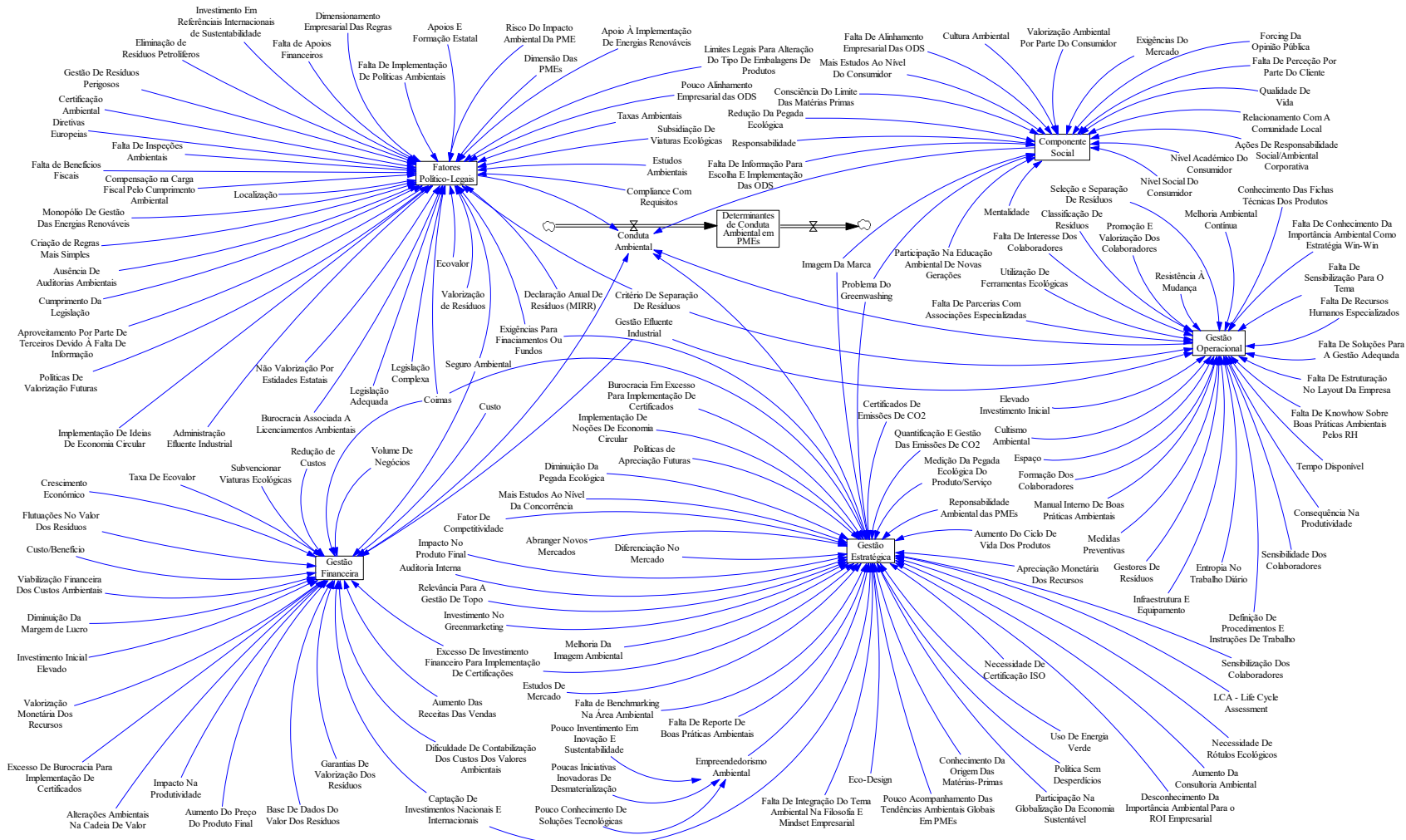


Figura 13: Modelo de Dinâmica de Sistemas



Com base nos 139 determinantes identificados, e através da análise das variáveis do diagrama *stock and flow*, foi estabelecido, no âmbito da presente dissertação, um modelo de dinâmica de sistemas dos determinantes de conduta ambiental nas PMEs, tal como demonstrado na *Figura 13*.

Após a construção de um modelo SD, é importante testar a sua precisão e viabilidade (Tan *et al.*, 2018). Para que tal fosse possível, foram desenvolvidas e testadas diversas equações de base de modo a ser possível estabelecer um modelo estável, lógico e exequível. As construções das funções de agregação do presente modelo tiveram como base as seguintes regras: (1) agregação similar para todos os *clusters*; e (2) evitar o sobredimensionamento de escalas. Tendo em consideração estas regras, procedeu-se, primeiramente, à construção da função de agregação dos determinantes de conduta ambiental em PMEs em cada um dos *clusters*. Esta função deve traduzir a ideia de que os *clusters Fatores Político-Legais, Gestão Estratégica, Gestão Financeira, Gestão Operacional e Componente Social* representam a soma dos determinantes que nele se encontram presentes, podendo o seu valor ser calculado através da fórmula (4). Posteriormente, procedeu-se à construção da função de agregação dos *clusters* na variável de fluxo de entrada *Conduta Ambiental*, representada pela fórmula (5), sendo imperativo ter em conta, neste caso, não só o valor gerado no *cluster* pela fórmula (4), mas também o valor do próprio *cluster* para a conduta ambiental. Finalmente, os determinantes de conduta ambiental nas PMEs são calculados fazendo uso da função de agregação (6).

$$Cluster = \int \frac{\Sigma \text{determinantes}}{100} \quad (4)$$

$$Conduta Ambiental = \ln [(\Sigma Clusters) + (\Sigma \text{valor dos clusters})] \quad (5)$$

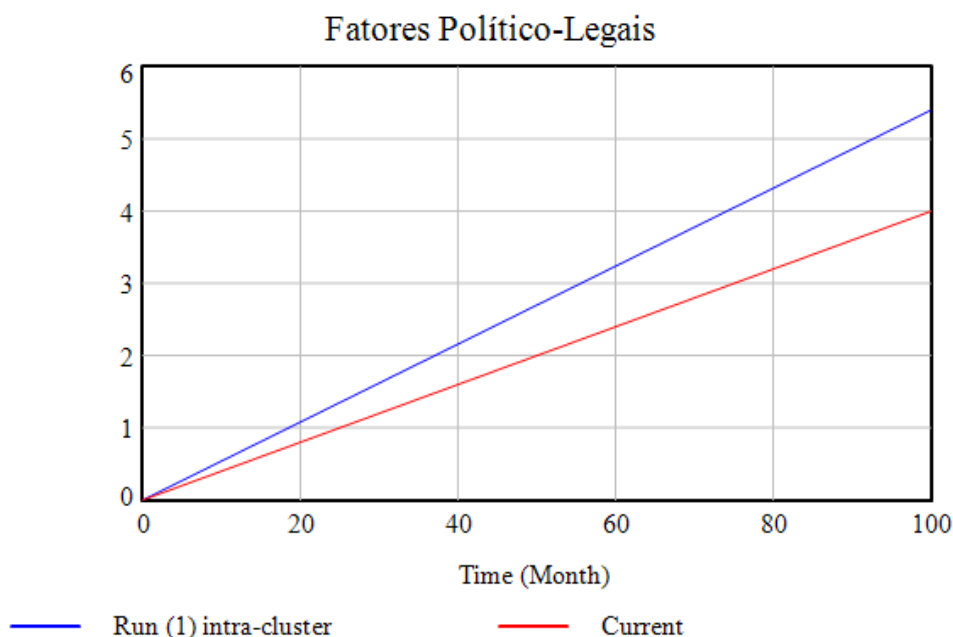
$$Determinantes de Conduta Ambiental em PMEs = \int \frac{Conduta Ambiental}{100} \quad (6)$$

As funções de agregação formuladas foram testadas no modelo, verificando-se a estabilidade e a viabilidade do mesmo para representar as relações de *feedback* causal entre as variáveis e simular o desempenho dos determinantes de conduta ambiental nas PMEs. Com efeito, a reprodução do modelo atual de análise dos determinantes de conduta ambiental nas PMEs encontra-se representando nas figuras que se seguem como “*Current*”, sendo a mesma representativa dos valores causais entre as variáveis, atribuídos pelo painel de decisores num intervalo entre [-1;1]. O horizonte temporal do modelo SD para os cenários de simulação é de 100 meses, encontrando-se os gráficos representados com intervalos de tempo de 20 meses.

O impacto das variações no modelo pode ser observado nos diversos níveis que constituem o sistema. Neste caso, foram realizadas, numa primeira fase, simulações em três níveis: (1) ao nível *intra-cluster*, onde um conjunto de determinantes pertencentes a um mesmo *cluster* foram sujeitos a variações; (2) ao nível *multi-cluster*, observando-se o efeito da variação dos determinantes que pertencem a mais do que um *cluster*; e (3) ao nível *inter-cluster*, sendo analisados os efeitos da variação do valor de diversos *clusters* na variável de fluxo de entrada *Conduta Ambiental* e no conceito *head* (i.e., *Determinantes de Conduta Ambiental em PMEs*).

A primeira análise realizada ao nível *intra-cluster*, pretende perceber o impacto provocado pela variação de um qualquer determinante no respetivo *cluster* em que se encontra inserido. Desta forma, a simulação baseou-se num aumento de 0.5 valores, até o máximo de 1, nos pesos dos determinantes *estudos ambientais*, *risco do impacto ambiental da PME* e *legislação complexa*, pertencentes ao *cluster Fatores Político-Legais*. A *Figura 14* exhibe as alterações provocadas no *cluster Fatores Político-Legais*, sendo a linha “*Run (1) intra-cluster*” representativa da variação provocada no modelo inicial “*Current*”. Neste caso, sendo a variação de igual valor em todos os determinantes selecionados, parece evidente que, quanto maior for o peso da variação da relação de causalidade, maior será o impacto no *cluster*.





**Figura 14: Impacto do "Run (1) Intra-Cluster" no Cluster Fatores Político-Legais**

A análise a este nível possibilitou ainda testar cada determinante de forma isolada dentro do *cluster* em que se insere, permitindo perceber a representatividade do peso que um qualquer determinante ocupa no modelo final. Ou seja, na variável fluxo *Conduta Ambiental* e no conceito *head Determinantes de Conduta Ambiental em PMEs*.

Numa segunda análise ao nível *intra-cluster*, procedeu-se à comparação de duas simulações realizadas dentro do *cluster Fatores Político-Legais*. Na primeira simulação, denominada por "*Run (2) intra-cluster*", foi aumentado em 0.5 o valor do determinante *legislação complexa*. Já na segunda simulação, denominada "*Run (3) intra-cluster*", foi aumentado, no mesmo valor, o determinante *coimas*. As *Figuras 15 e 16* demonstram os impactos provocados na variável fluxo *Conduta Ambiental* e no conceito *head Determinantes de Conduta Ambiental em PMEs*, respetivamente. É possível perceber que, apesar do valor de variação ter sido igual em ambas as simulações (*i.e.*, 0.5), o "*Run (3) intra-cluster*" causa um maior impacto no modelo final. Ora este fenómeno poderá ser explicado pelo facto do determinante *coimas* se encontrar alocado a mais do que um *cluster*, algo que faz com que a modificação do seu valor se reproduza no modelo mais do que uma vez.

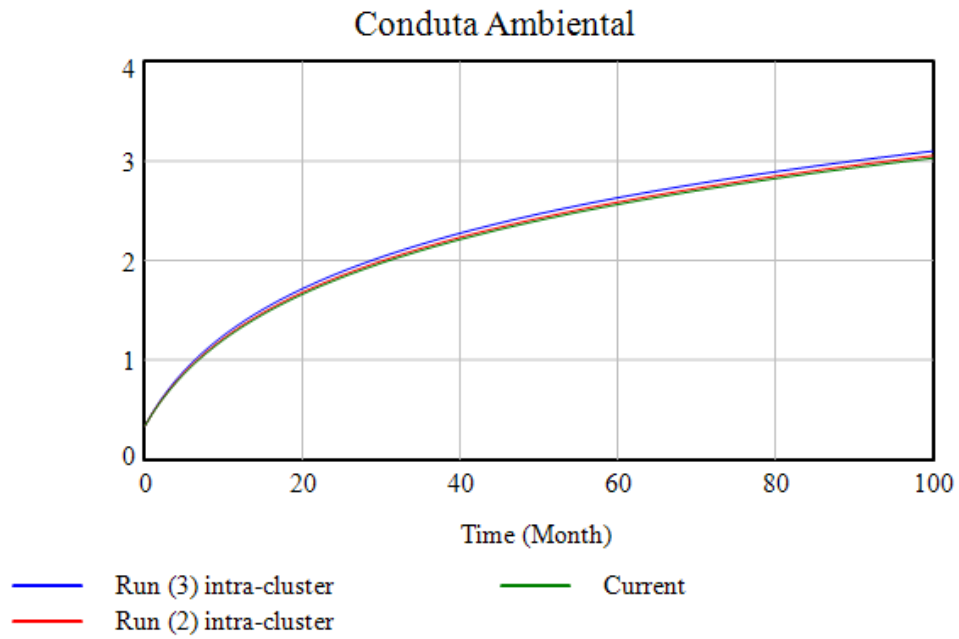


Figura 15: Impacto das Variações do “Run (1) Intra-Cluster” e “Run (2) Intra-Cluster” na Variável Fluxo Conduta Ambiental

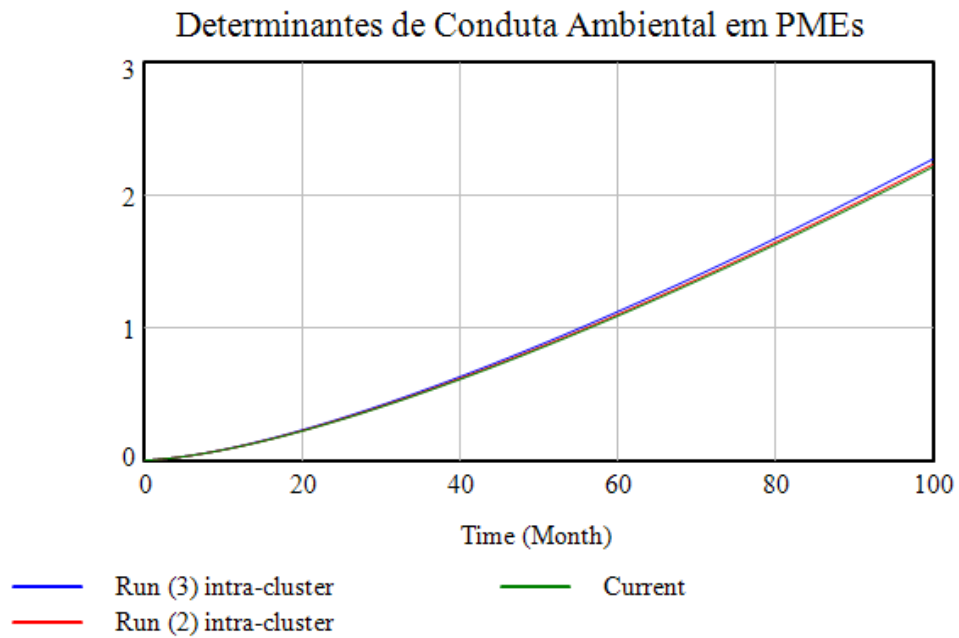


Figura 16: Impacto das Variações do “Run (1) Intra-Cluster” e “Run (2) Intra-Cluster” no Conceito Head Determinantes de Conduta Ambiental em PMEs

É ainda de salientar que as alterações percecionadas nas *Figuras 15 e 16* decorrem da modificação de um único determinante, o que demonstra a utilidade deste tipo de modelo ao permitir realizar uma análise marcada de cada um dos determinantes que o constituem, fornecendo ao tomador de decisão dados específicos que lhe permitirão efetuar uma tomada de decisão mais informada e consciente.

A análise ao nível *multi-cluster* foi realizada com base na alteração do valor de alguns determinantes que impactam em mais do que um *cluster*. A variação deste tipo de determinantes irá provocar uma alteração múltipla na variável fluxo *Conduta Ambiental*, algo que, por sua vez, irá impactar o conceito *head Determinantes de Conduta Ambiental em PMEs*. Assim sendo, foi realizada uma variação de 0.5 valores nos determinantes *seguro ambiental, captação de investimentos nacionais e internacionais, e problema do green-washing*. As *Figuras 17 e 18* revelam, através do “*Run (4) multi-cluster*”, que apesar de terem sido alterados num número reduzido de determinantes, o impacto no conceito *head* foi bastante significativo.

Foi ainda realizada uma comparação entre a “*Run (4) multi-cluster*” e a “*Run (1) intra-cluster*”, sendo que, em ambos os cenários, foram efetuados aumentos de 0.5 valores no peso de 3 determinantes. No entanto, podemos verificar que a “*Run (4) multi-cluster*” tem um maior impacto sobre o modelo, sendo o mesmo justificado pelo facto dos determinantes selecionados impactarem em mais do que um *cluster*, provocando assim uma alteração múltipla na variável fluxo *Conduta Ambiental* e nos *Determinantes de Conduta Ambiental em PMEs* (ver *Figuras 17 e 18*).

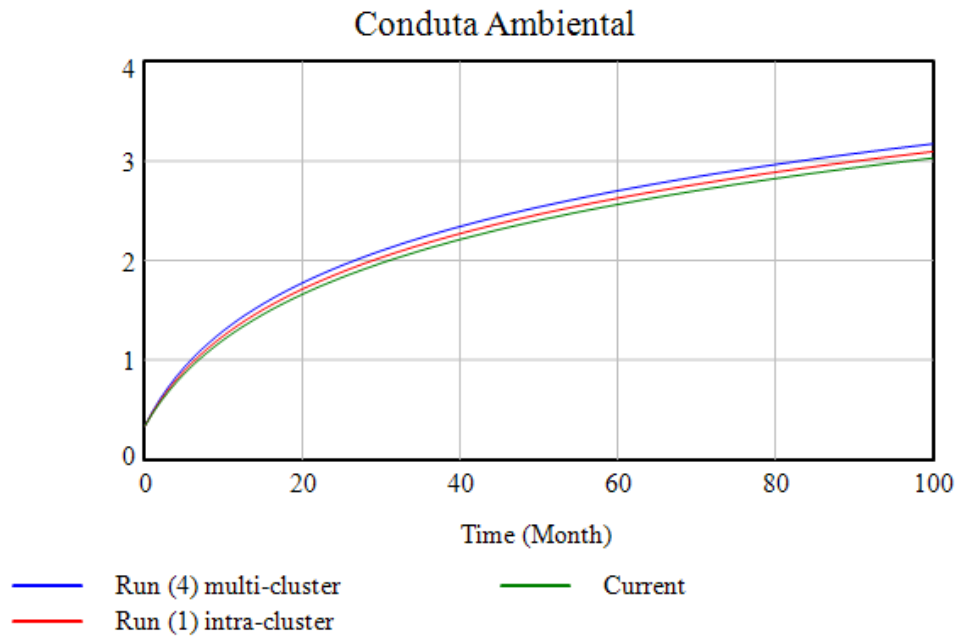


Figura 17: Impacto das Variações do “Run (4) Multi-Cluster” e “Run (1) Intra-Cluster” na Variável Fluxo Conduta Ambiental

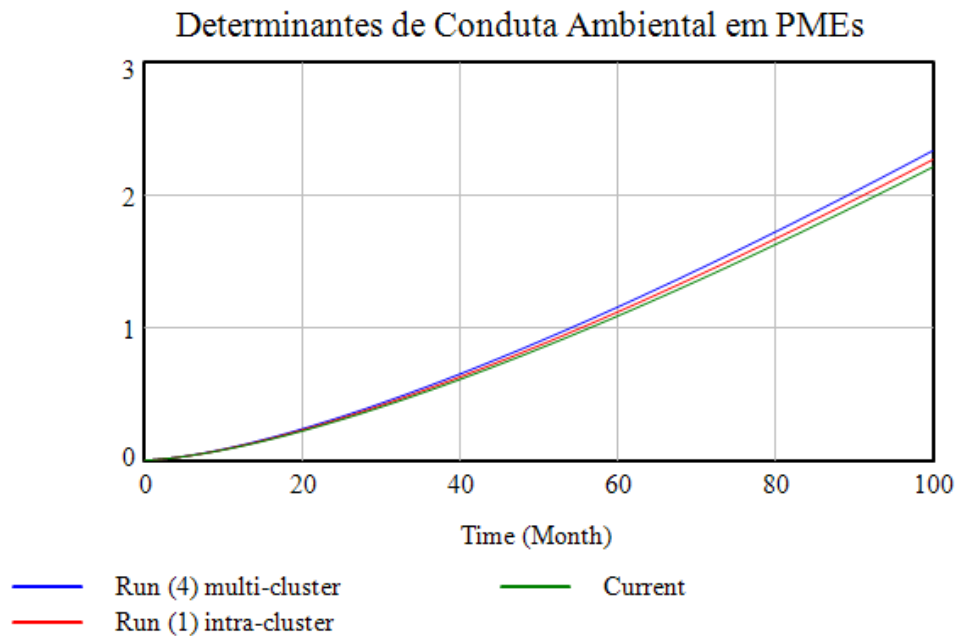
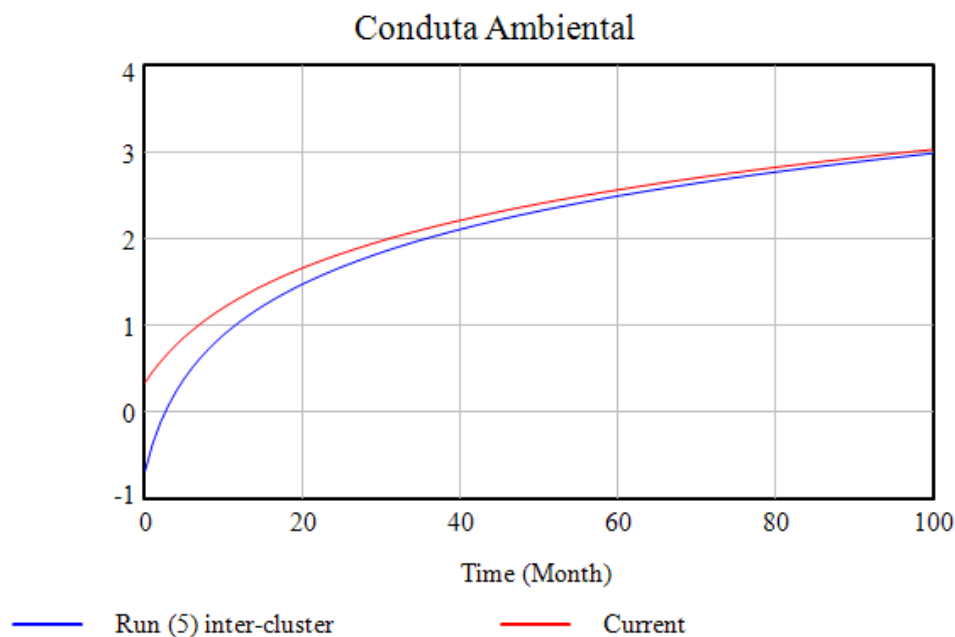
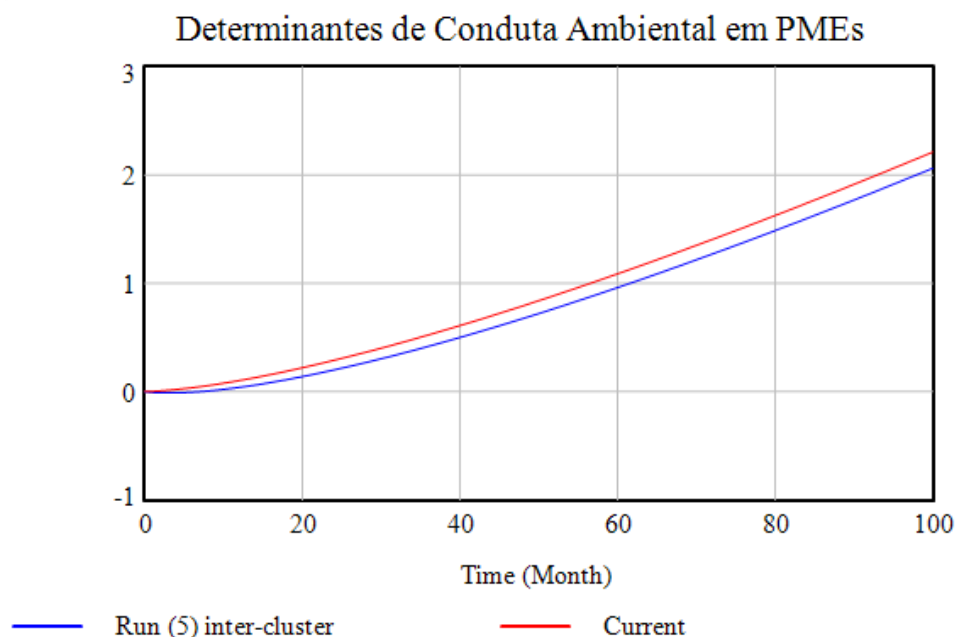


Figura 18: Impacto das Variações do “Run (4) Multi-Cluster” e “Run (1) Intra-Cluster” no Conceito Head Determinantes de Conduta Ambiental em PMEs

Realizou-se ainda uma terceira análise ao nível *inter-cluster*, onde foi analisado o impacto da diminuição em 0.5 valores, até um máximo de -1, dos *clusters Fatores Político-Legais* e *Gestão Financeira*, na variável *Conduta Ambiental*. Esta variável é extremamente relevante no modelo, uma vez que é o ponto de ligação entre todos os *clusters*, fazendo também a ponte com o conceito *head*. Conforme se pode observar na *Figura 19*, através do “*Run (5) inter-cluster*”, a diminuição de valor provocado nos *clusters* altera por completo o desenvolvimento inicial da variável fluxo *Conduta Ambiental*, provocando uma intensa diminuição no valor da variável, ao ponto de a mesma se iniciar no modelo com valores negativos, algo que vai, inevitavelmente, influenciar o desenvolvimento da conduta ambiental das PME. É ainda possível verificar, através da análise da *Figura 20*, que esta diminuição afeta negativamente o conceito *head Determinantes de Conduta Ambiental em PMEs*.



**Figura 19: Impacto das Variações do “Run (5) Inter-Cluster” na Variável Fluxo Conduta Ambiental**



**Figura 20: Impacto das Variações do “Run (5) Inter-Cluster” no Conceito *Head Determinantes de Conduta Ambiental em PMEs***

A concretização deste tipo de análise dá ao decisor a capacidade de perceber quais as áreas de maior relevância dentro da organização, permitindo tomar decisões de forma mais consciente e criteriosa. Com efeito, a análise dinâmica permite evidenciar o comportamento do sistema quando existem alterações nas relações causais ou nos determinantes que o constituem, dando a possibilidade de avaliar diferentes cenários. O desenvolvimento de cenários, por sua vez, possibilita que se simulem diferentes situações futuras, através do ajuste dos valores das variáveis e/ou dos parâmetros no modelo SD, que permitirão, com base nos seus resultados, desenvolver e aplicar estratégias relevantes que impulsionem a conduta ambiental nas PMEs (Shen *et al.*, 2009; Guan *et al.*, 2011). Neste seguimento, serão projetados cinco possíveis cenários, realizando-se variações dos graus de intensidade entre os diversos critérios, com o objetivo de comparar os efeitos da ocorrência desses mesmos cenários em todo o sistema e, em última análise, nos determinantes de conduta ambiental das PMEs.

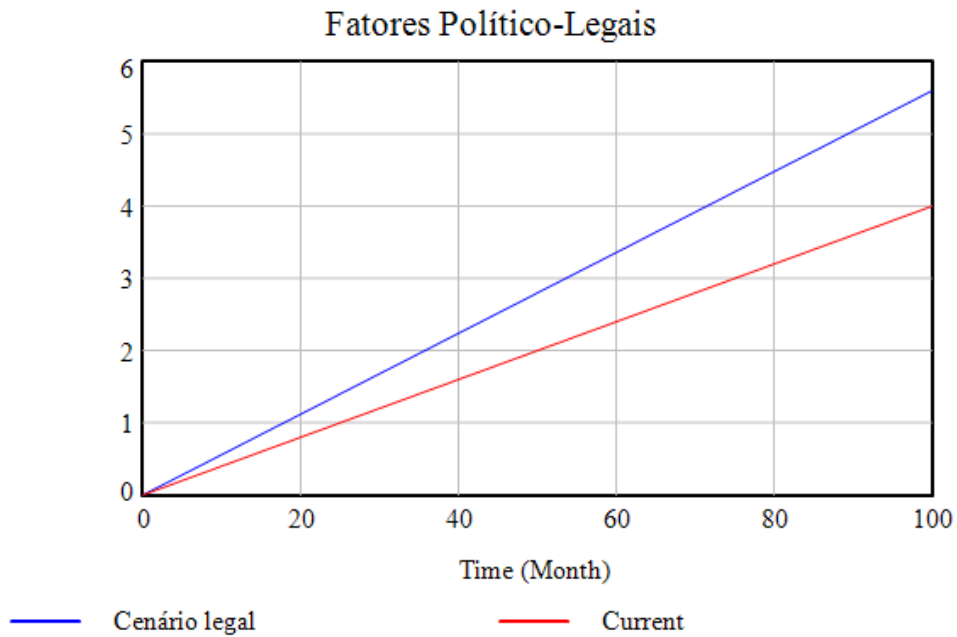
O primeiro cenário idealizado incide sobre o *cluster Fatores Político-Legais*, sendo este, de acordo com o painel de decisores, o *cluster* com maior impacto na conduta ambiental das PMEs. As presentes políticas levam a que exista, por parte das empresas, a obrigatoriedade de corresponder às exigências legais em vigor, podendo essas exigências ser percebidas por parte das PMEs como positivas ou negativas.

Assim sendo, foi projetado um cenário em que algumas das condições políticas e legais percebidas como positivas por parte do painel de decisores (e, conseqüentemente, impulsores da conduta ambiental das PMEs), sofreram um aumento de 0.2 pontos. A *Tabela 5* apresenta os determinantes sujeitos a alterações, bem como o seu valor inicial e final.

DETERMINANTE	VALOR INICIAL	VALOR FINAL
<b>Fatores Político-Legais</b>	<b>0.80</b>	<b>1.00</b>
Apoios e Formação Estatal	0.70	0.90
Apoio à Implementação de Energias Renováveis	0.80	1.00
Subsídio de Viaturas Ecológicas	0.60	0.80
Legislação Adequada	0.80	1.00
Políticas de Valorização Futuras	0.60	0.80
Criação de Regras Mais Simples	0.20	0.40
Compensação na Carga Fiscal pelo Cumprimento Ambiental	0.50	0.70
Exigências para Financiamentos ou Fundos	0.70	0.90

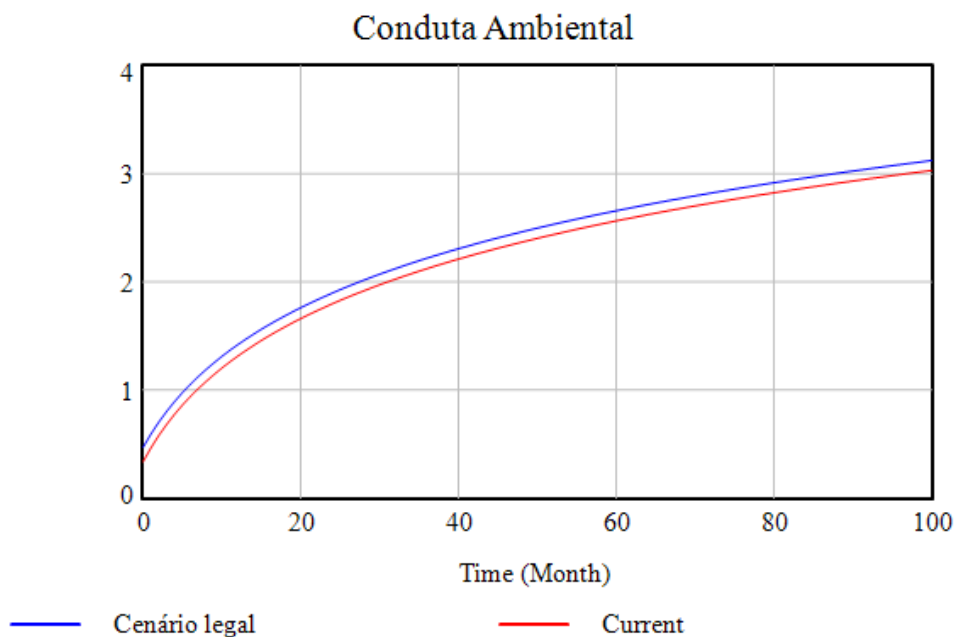
**Tabela 5: Variação dos Determinantes no “Cenário Legal”**

A *Figura 21* apresenta o impacto que as alterações realizadas nos determinantes provocam no *cluster Fatores Político-Legais*, sendo facilmente perceptível que as modificações introduzidas apresentam um efeito exponencial imediato. A ampliação destes valores tornou também evidente o aumento da relevância do *cluster Fatores Político-Legais* no modelo, tendo de igual modo sido introduzido no mesmo um acréscimo de 0.2 valores.



**Figura 21: Impacto das Variações do “Cenário Legal” no Cluster Fatores Político-Legais**

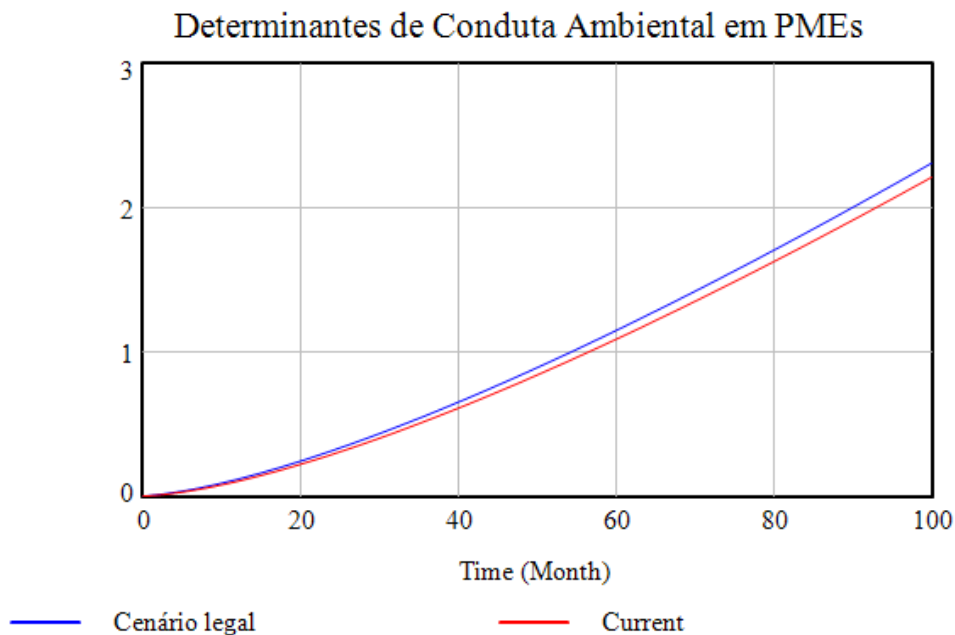
Este aumento instigou, tal como podemos observar na *Figura 22*, uma alteração na variável fluxo *Conduta Ambiental*, provocando na mesma um incremento visível desde o momento inicial, que se repercute, posteriormente, no conceito *head Determinantes de Conduta Ambiental em PMEs*.



**Figura 22: Impacto das Variações do “Cenário Legal” na Variável Fluxo Conduta Ambiental**



A *Figura 23* representa o impacto das variações provocadas pelo “*Cenário legal*” no conceito *head Determinantes de Conduta Ambiental em PMEs*. A análise do mesmo evidencia que as variações realizadas provocam um efeito positivo no modelo, significando isso que, ao serem efetivadas as alterações propostas, os determinantes selecionados contribuiriam para o aumento da conduta ambiental nas PMEs.



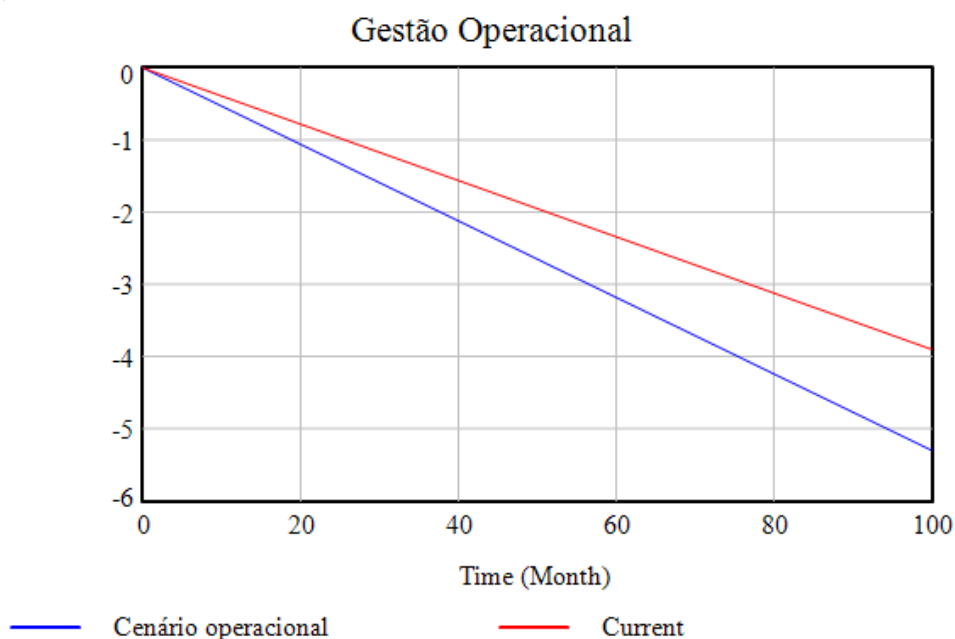
**Figura 23:** Impacto das Variações do “*Cenário Legal*” no Conceito *Head Determinantes de Conduta Ambiental em PMEs*

As análises realizadas podem, de igual forma, fazer sentido no caso de um cenário negativo. Assim sendo, foi projetado um segundo cenário no qual foi provocada uma diminuição de 0.2 valores de alguns determinantes pertencentes ao *cluster Gestão Operacional*. Uma vez que a operacionalidade das PMEs vai determinar a sua capacidade para responder às atuais exigências ambientais, é importante perceber em que medida os recursos humanos e a cultura presente dentro da própria organização poderão determinar a aplicação de medidas representativas de conduta ambiental por parte das PMEs. Na *Tabela 6* são exibidos os determinantes modificados, bem como o seu valor inicial e final.

DETERMINANTE	VALOR INICIAL	VALOR FINAL
<b>Gestão Operacional</b>	<b>0.50</b>	<b>0.30</b>
Falta de Conhecimento da Importância Ambiental como Estratégia <i>Win-Win</i>	-0.30	-0.50
Falta de Sensibilização para o Tema	-0.60	-0.80
Falta de Recursos Humanos Especializados	-0.80	-1.00
Falta de Know-how sobre Boas Práticas Ambientais pelos RH	-0.60	-0.80
Consequência na Produtividade	-0.80	-1.00
Sensibilidade dos Colaboradores	0.60	0.40
Formação dos Colaboradores	0.70	0.50
Cultismo Ambiental	0.50	0.30
Falta de Interesse dos Colaboradores	-0.60	-0.40

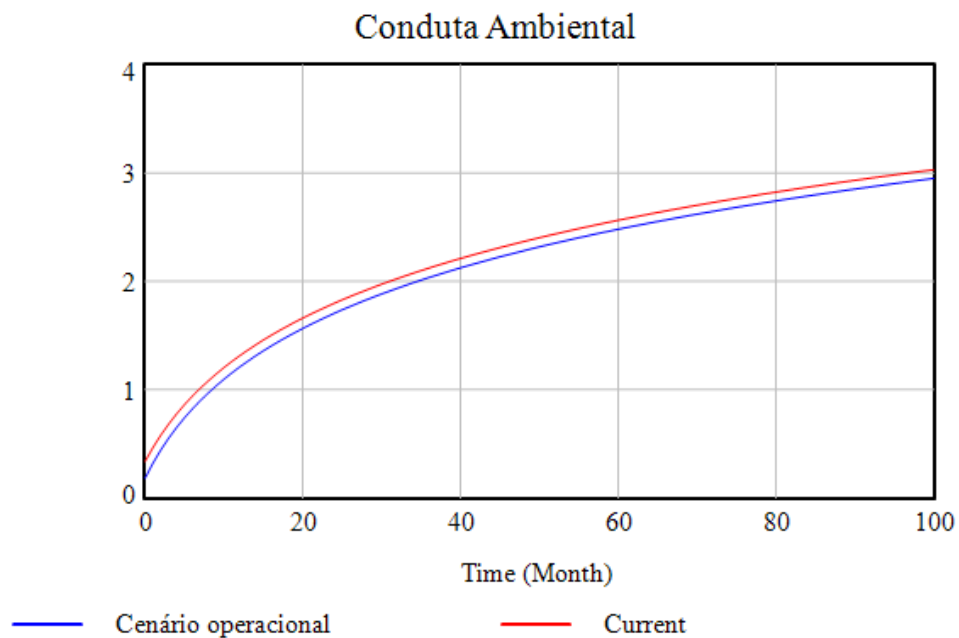
**Tabela 6: Variação dos Determinantes no “Cenário Operacional”**

A diminuição da valorização dos referidos determinantes irá provocar, tal como percecionado através da *Figura 24*, uma diminuição do declive da reta representativa do *cluster Gestão Operacional*, sendo de notar que os determinantes modificados abarcam variáveis negativas e positivas.



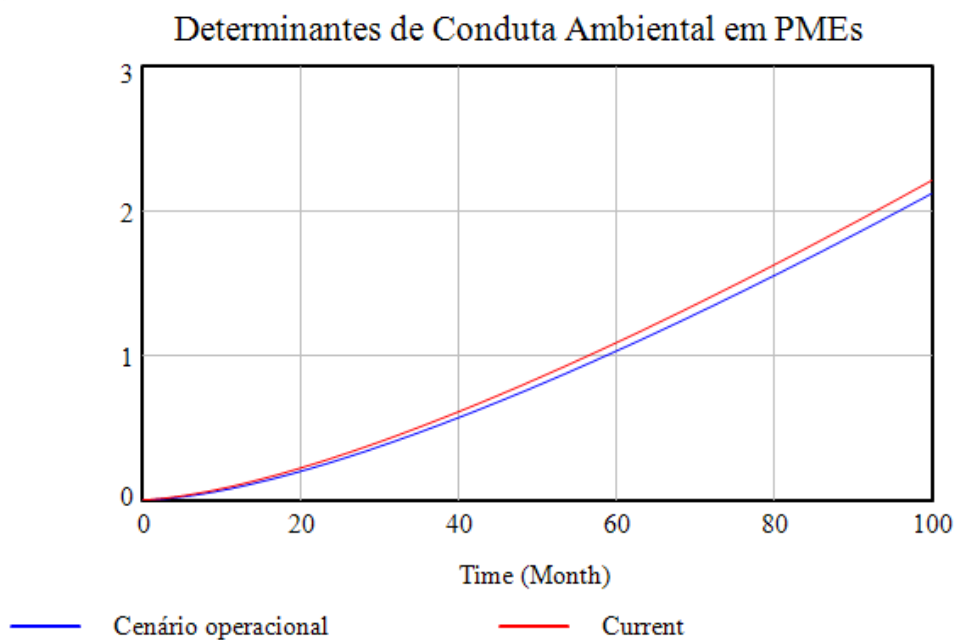
**Figura 24: Impacto das Variações do “Cenário operacional” no Cluster Gestão Operacional**

De igual forma, a diminuição em 0.2 valores do *cluster Gestão Operacional*, aliada à diminuição do peso dos restantes determinantes, provoca na variável fluxo *Conduta Ambiental* uma diminuição do seu impacto no modelo (ver *Figura 25*).



**Figura 25: Impacto das Variações do “Cenário Operacional” na Variável Fluxo Conduta Ambiental**

O incremento da negatividade de certos determinantes, já por si negativos para a gestão operacional das organizações, como é o caso da *falta de recursos humanos especializados* e consequente *falta de entendimento da importância do investimento na área ambiental*, irão refletir-se de modo igualmente negativo na capacidade dos colaboradores perceberem a importância deste tema, reproduzindo-se numa falta de formação, de sensibilização e de interesse por parte dos trabalhadores, algo que, muito provavelmente, irá provocar, tal como é possível visualizar através da *Figura 26*, uma diminuição da representatividade dos determinantes de conduta ambiental das PMEs.



**Figura 26: Impacto das Variações do “Cenário Operacional” no Conceito *Head Determinantes de Conduta Ambiental em PMEs***

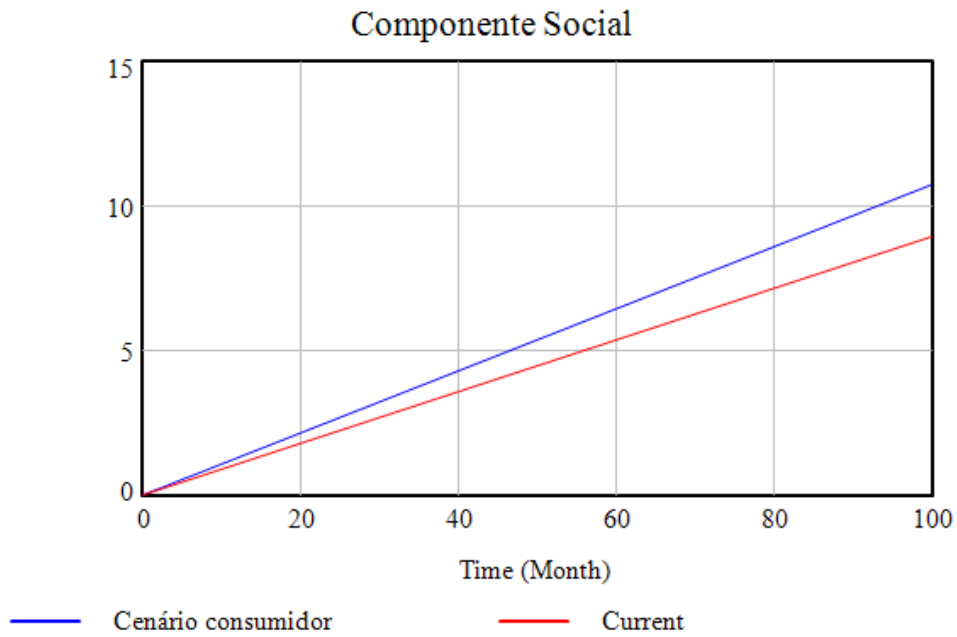
Um terceiro cenário foi arquitetado, no sentido de perceber o impacto no modelo da alteração de determinantes pertencentes a mais do que um *cluster*. Com este intuito, foi construído um cenário em que existe um incremento da preocupação por parte dos consumidores relativamente à conduta ambiental das PMEs. Este cenário irá provocar nas organizações a necessidade de dar resposta às exigências dos consumidores. Assim sendo, por forma a contrapor a pressão exercida por parte dos consumidores, foi realizado um acréscimo de 0.2 valores em determinantes pertencentes aos *clusters Componente Social e Gestão Estratégica*. A *Tabela 7* ilustra os determinantes modificados, bem como o seu valor inicial e final.

DETERMINANTE	VALOR INICIAL	VALOR FINAL
<b>Componente Social</b>	<b>0.30</b>	<b>0.50</b>
Responsabilidade	0.80	1.00
Mais Estudos ao Nível do Consumidor	0.40	0.60
Cultura Ambiental	0.70	0.90
Valorização Ambiental por Parte do Consumidor	0.60	0.80
Exigências do Mercado	0.60	0.80
Forcing da Opinião Pública	0.60	0.80
Relacionamento com a Comunidade Local	0.50	0.70
Ações de Responsabilidade Social/Ambiental Corporativa	0.60	0.80
Mentalidade	0.70	0.90
<b>Gestão Estratégica</b>	<b>0.40</b>	<b>0.60</b>
Responsabilidade Ambiental das PMEs	0.60	0.80
Participação na Globalização da Economia Sustentável	0.40	0.60
Estudos de Mercado	0.60	0.80
Melhoria da Imagem Ambiental	0.70	0.90
Investimento no <i>Green-marketing</i>	0.60	0.80
Diminuição da Pegada Ecológica	0.50	0.70

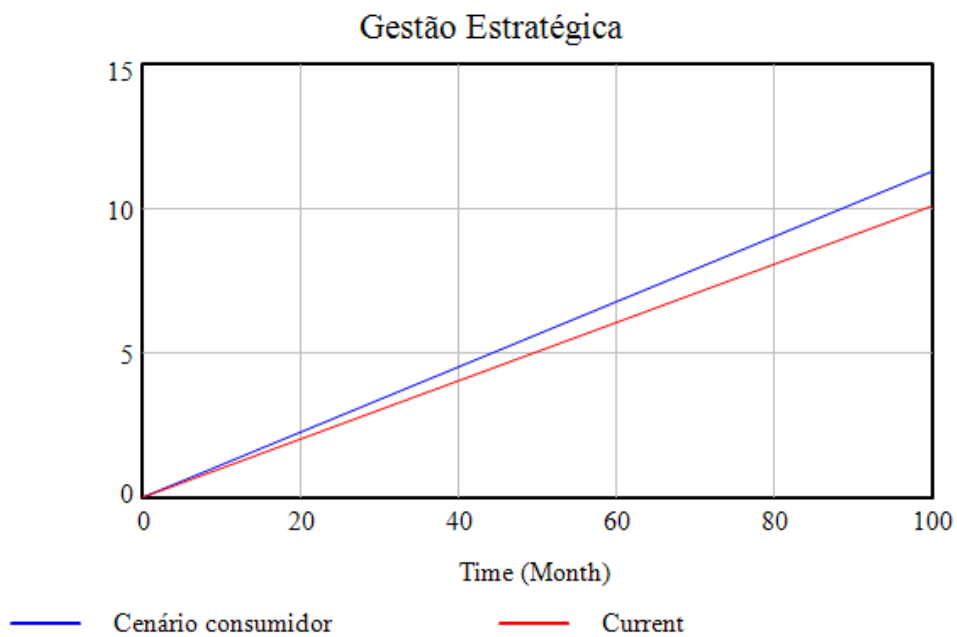
**Tabela 7: Variação dos Determinantes no “Cenário Consumidor”**

Na componente social, foram exacerbados determinantes referentes ao consumidor e à sua crescente preocupação relativamente ao tema ambiental, algo que obriga as PMEs a alterarem a sua estratégia de modo a irem ao encontro das exigências do mercado. Relativamente à gestão estratégica, as alterações foram provocadas em determinantes que introduzem à organização uma maior responsabilização perante a questão ambiental e conseqüente melhoria da sua conduta.

As variações provocadas nos referidos *clusters* são exibidas nas *Figuras 27 e 28*. Tal como é possível verificar, a variação exercida provoca, em ambos os *clusters*, um aumento do declive das retas que os representam, sendo neste caso mais exacerbada, relativamente ao cenário “*Current*”, a alteração da reta correspondente ao *cluster Componente Social*. Isto poderá ser explicado pelo facto de terem sido efetuadas variações num maior número de determinantes pertencentes a este *cluster*.



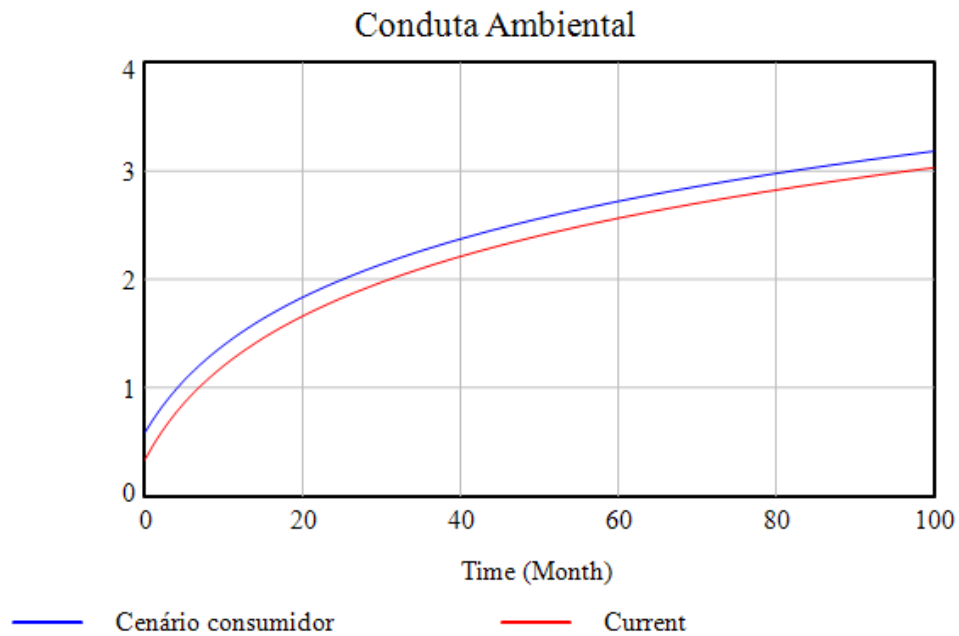
**Figura 27: Impacto das Variações do “Cenário Consumidor” no Cluster Componente Social**



**Figura 28: Impacto das Variações do “Cenário Consumidor” no Cluster Gestão Estratégica**

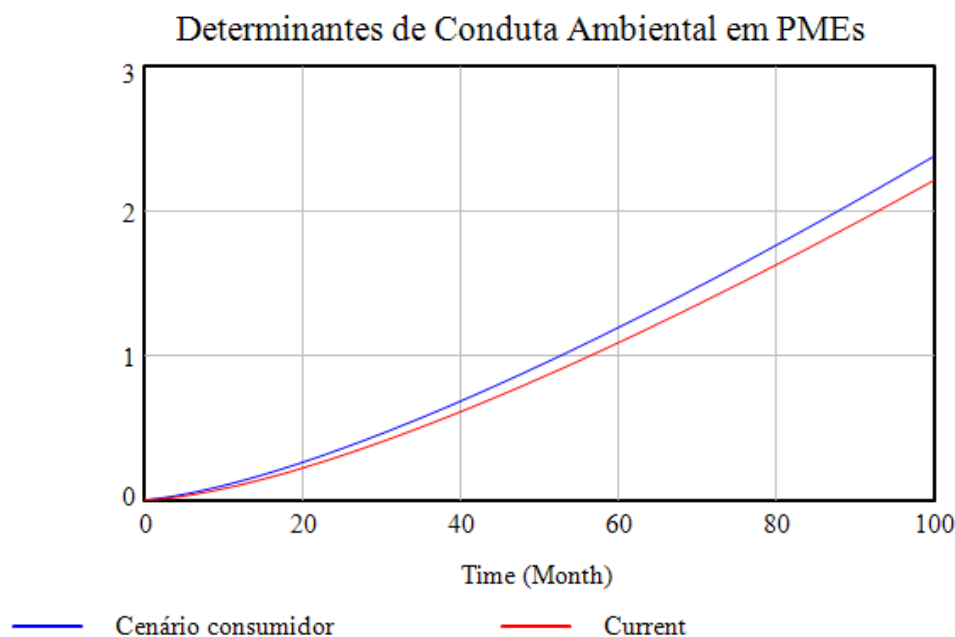
A variação positiva dos determinantes e dos próprios *clusters* provocam, tal como expectável, um aumento da representatividade da conduta ambiental (ver *Figura 29*). É ainda possível verificar que a amplificação da variável fluxo *Conduta Ambiental*

é superior, comparativamente aos cenários simulados anteriormente, uma vez que na atual análise foi realizada uma variação de um maior número de determinantes e *clusters*.



**Figura 29: Impacto das Variações do “Cenário Consumidor” na Variável Fluxo Conduta Ambiental**

Tal como percecionado através da *Figura 30*, estas variações irão repercutir-se no conceito *head Determinantes de Conduta Ambiental em PMEs*, provocando uma melhoria global no modelo.



**Figura 30: Impacto das Variações do “Cenário Consumidor” no Conceito *Head Determinantes de Conduta Ambiental em PME***

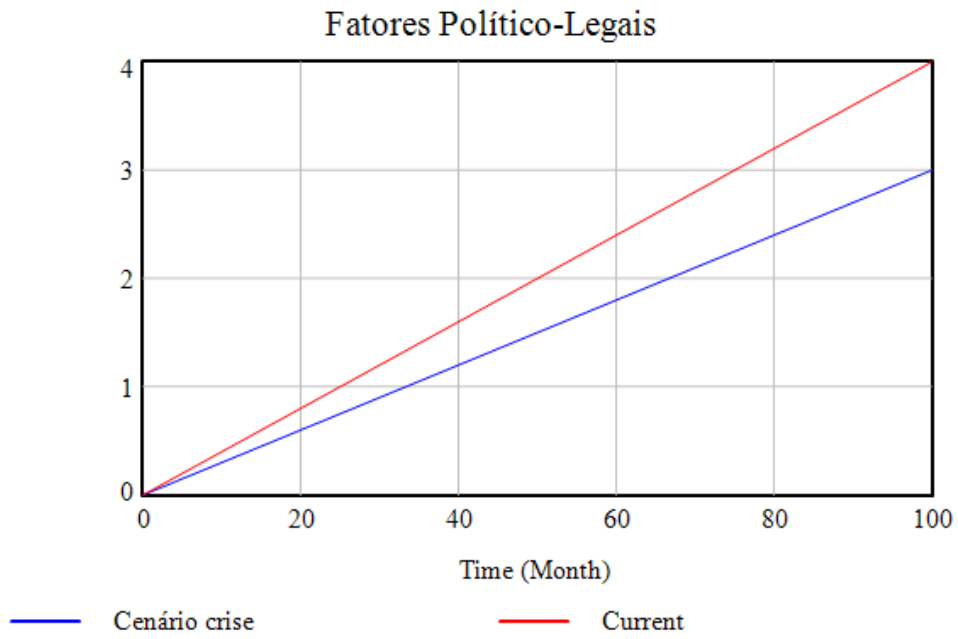
O quarto cenário idealizado pretende representar um panorama de crise económica, em que os fatores político-legais sofrem um agravamento de 0.2 pontos, diminuindo os incentivos e os apoios às PMEs. Este quadro político terá consequências ao nível da gestão financeira das PMEs, existindo um aumento dos custos e, conseqüentemente, um aumento do preço dos produtos ou serviços prestados. Este cenário levará, muito provavelmente, a uma diminuição da margem de lucro das organizações, algo que poderá levar a que as mesmas necessitem de concentrar os seus esforços em áreas que consideram prioritárias. As alterações efetuadas nos determinantes pertencentes aos *clusters Fatores Político-Legais e Gestão Financeira* encontram-se apresentados na *Tabela 8*.



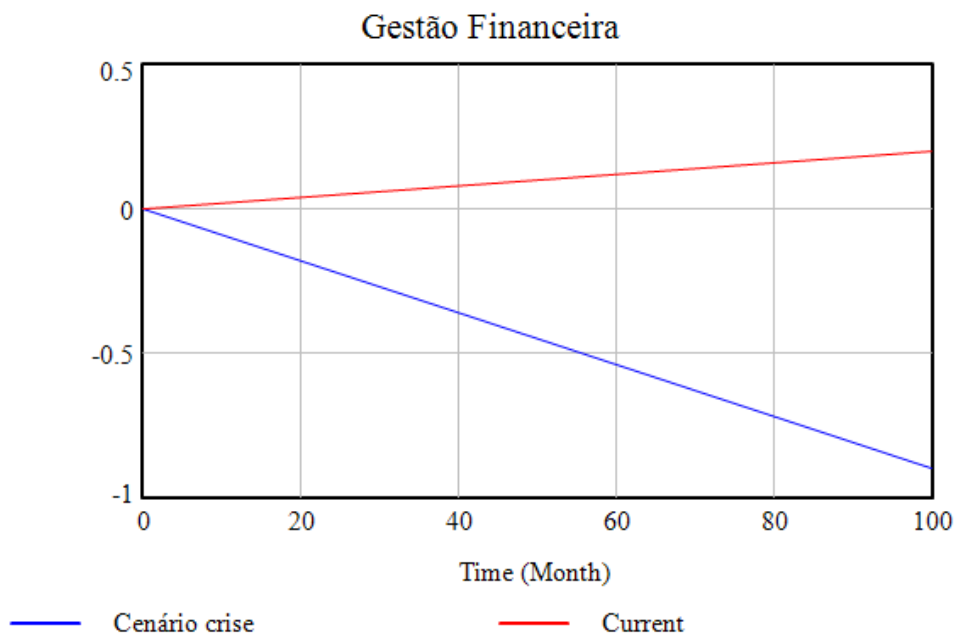
DETERMINANTE	VALOR INICIAL	VALOR FINAL
<b>Fatores Político-Legais</b>	<b>0.80</b>	<b>0.60</b>
Apoio e Formação Estatal	0.70	0.50
Exigências para Financiamentos ou Fundos	0.70	0.50
Falta de Benefícios Fiscais	-0.50	-0.70
Investimento em Referências Internacionais de Sustentabilidade	0.50	0.30
Falta de Apoios Financeiros	-0.40	-0.60
<b>Gestão Financeira</b>	<b>-0.60</b>	<b>-0.80</b>
Custo	-0.50	-0.70
Aumento do Preço do Produto Final	-0.30	-0.50
Captação de Investimentos Nacionais e Internacionais	0.50	0.30
Impacto na Produtividade	-0.90	-1.00
Diminuição da Margem de Lucro	-0.80	-1.00
Crescimento Económico	-0.20	-0.40

**Tabela 8: Variação dos Determinantes no “Cenário Crise”**

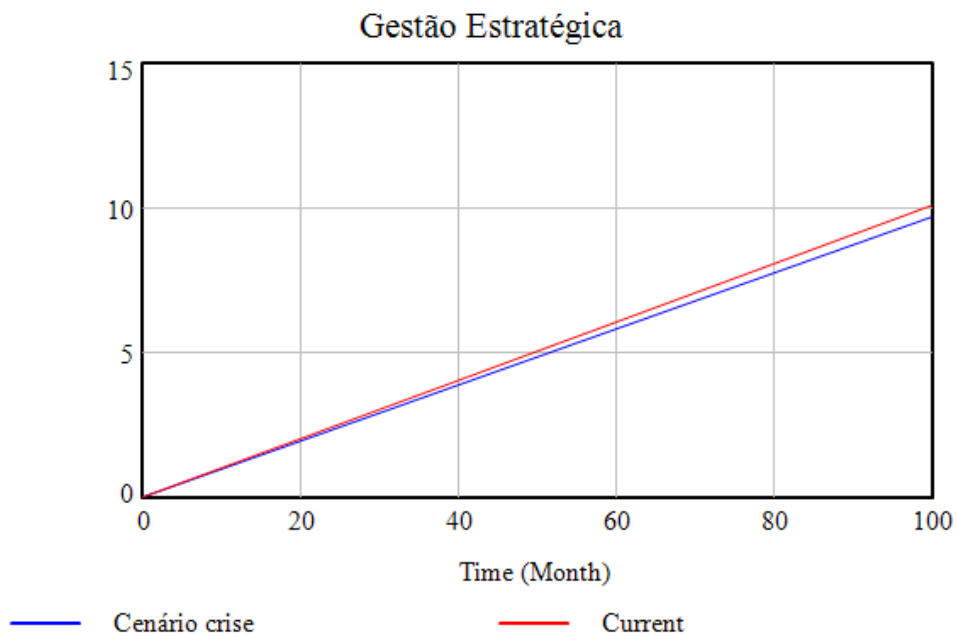
As Figuras 31 a 33 demonstram as alterações provocadas nos *clusters Fatores Político-Legais*, *Gestão Financeira* e *Gestão Estratégica*, respetivamente. Neste caso, para além das expectáveis alterações nos *clusters* onde foram introduzidas variações (*i.e.*, *Fatores Político-Legais* e *Gestão Financeira*), é possível perceber uma alteração do declive da reta do *cluster Gestão Estratégica*, que ocorre pelo facto dos determinantes *exigências para financiamentos ou fundos* e *captação de investimentos nacionais e internacionais* se apresentarem como determinantes *multi-cluster*. Ou seja, pertencentes a mais do que um *cluster*, sendo que a sua alteração irá impactar em todos os *clusters* aos quais estiver relacionado.



**Figura 31: Impacto das Variações do “Cenário Crise” no Cluster Fatores Político-Legais**

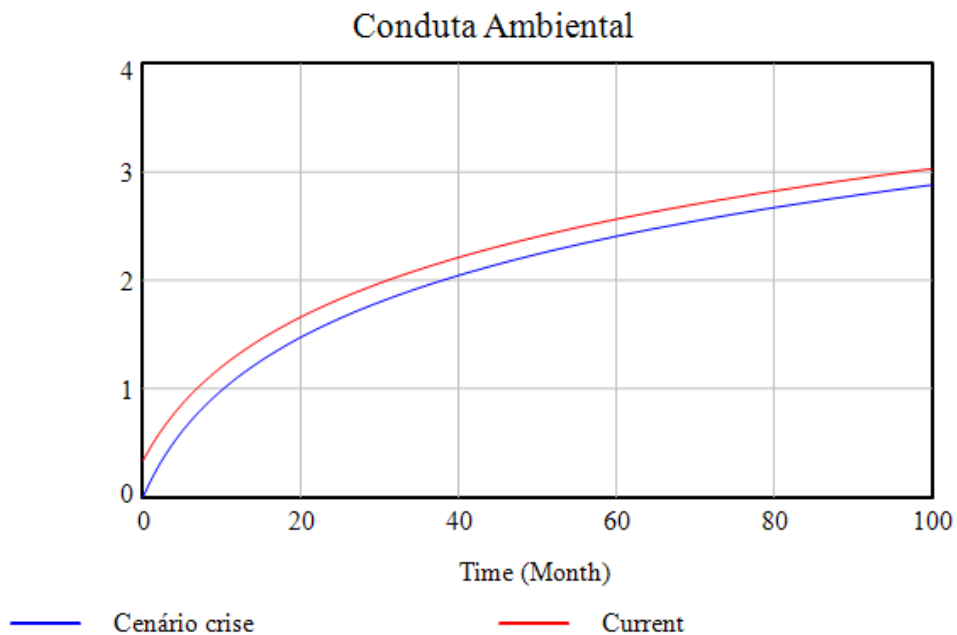


**Figura 32: Impacto das Variações do “Cenário Crise” no Cluster Gestão Financeira**

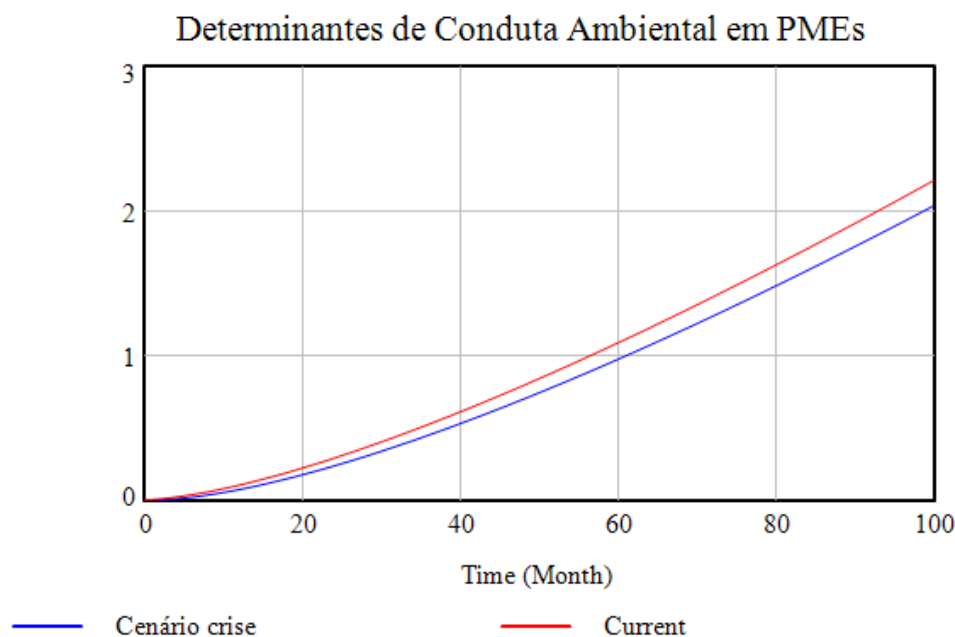


**Figura 33: Impacto das Variações do “Cenário Crise” no Cluster Gestão Estratégica**

Tal como expectável, as variações introduzidas provocam uma melhoria quer da variável fluxo *Conduta Ambiental*, quer do conceito *head Determinantes de Conduta Ambiental em PME*s (ver Figuras 34 e 35).



**Figura 34: Impacto das Variações do “Cenário Crise” na Variável Fluxo Conduta Ambiental**



**Figura 35: Impacto das Variações do “Cenário Crise” no Conceito *Head Determinantes de Conduta Ambiental em PMEs***

Por fim, foi construído um cenário em que, através da variação de um maior número de determinantes pertencentes a diversos *clusters*, foi simulado um panorama em que as PMEs procuram, de forma proactiva, desenvolver e melhorar a sua conduta ambiental. Para tal, foi necessário variar diversos determinantes relacionados com o ambiente interno das organizações. Ou seja, com o modo como a sua estratégia se encontra definida, com o modo como as operações são delineadas e com o modo como a organização interage com a sua envolvente. Com vista a cumprir este objetivo, foram incrementados 0.2 pontos na valorização dos *clusters Gestão Estratégica, Gestão Operacional e Componente Social*. A par disso, diversos determinantes pertencentes a estes mesmos *clusters* foram igualmente alavancados em 0.2 valores, com o propósito que representar a importância atribuída pela PMEs à concretização de medidas representativas de conduta ambiental (ver *Tabela 9*).

DETERMINANTE	VALOR INICIAL	VALOR FINAL
<b>Gestão Estratégica</b>	<b>0.40</b>	<b>0.60</b>
Implementação de Noções de Economia Circular	0.50	0.70
Diminuição da Pegada Ecológica	0.50	0.70
Relevância para a Gestão de Topo	0.70	0.90
Empreendedorismo Ambiental	0.40	0.60
Uso de Energia Verde	0.30	0.50
Política sem Desperdícios	0.20	0.40
Participação na Globalização da Economia Sustentável	0.40	0.60
Sensibilização dos Colaboradores	0.50	0.70
Responsabilidade Ambiental das PMEs	0.60	0.80
<b>Gestão Operacional</b>	<b>0.50</b>	<b>0.70</b>
Cultismo Ambiental	0.50	0.70
Manual Interno de Boas Práticas Ambientais	0.60	0.80
Utilização de Ferramentas Ecológicas	0.50	0.70
Melhoria Ambiental Contínua	0.70	0.90
<b>Componente Social</b>	<b>0.30</b>	<b>0.50</b>
Responsabilidade	0.80	1.00
Redução da Pegada Ecológica	0.60	0.80
Consciência do Limite das Matérias-Primas	0.75	0.95

**Tabela 9: Variação dos Determinantes no “Cenário Ambiental”**

As alterações provocadas pelas variações ao nível dos *clusters Gestão Estratégica, Gestão Operacional e Componente Social*, bem como dos respetivos determinantes que os incorporam, encontram-se espelhadas nas *Figuras 36 a 38*, respetivamente.

Ao nível do *cluster Gestão Estratégica*, foram realizadas alterações em determinantes que revelam a firmeza da gestão de topo em perseguir uma conduta ambiental positiva, fazendo uso de diversas estratégias reveladoras da sua responsabilidade ambiental, existindo sempre a necessidade de envolver os colaboradores nesta mudança. Assim sendo, também no *cluster Gestão Operacional* foram promovidas alterações nos determinantes relativos à cultura ambiental da PME e à entrega de ferramentas que permitam uma melhoria ambiental contínua. Por fim, e por considerar que o ambiente exterior é também um grande ator motivacional na persecução de uma conduta ambiental ótima, foram exacerbados determinantes relativos

à responsabilidade das PMEs e à sua consciência relativamente ao seu impacto ambiental.

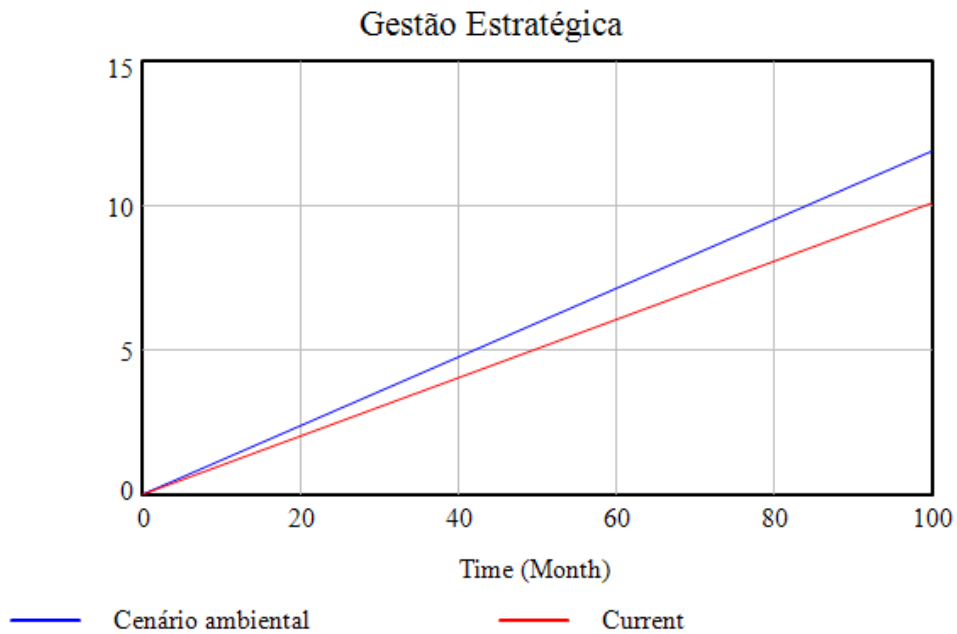


Figura 36: Impacto das Variações do “Cenário Ambiental” no Cluster Gestão Estratégica

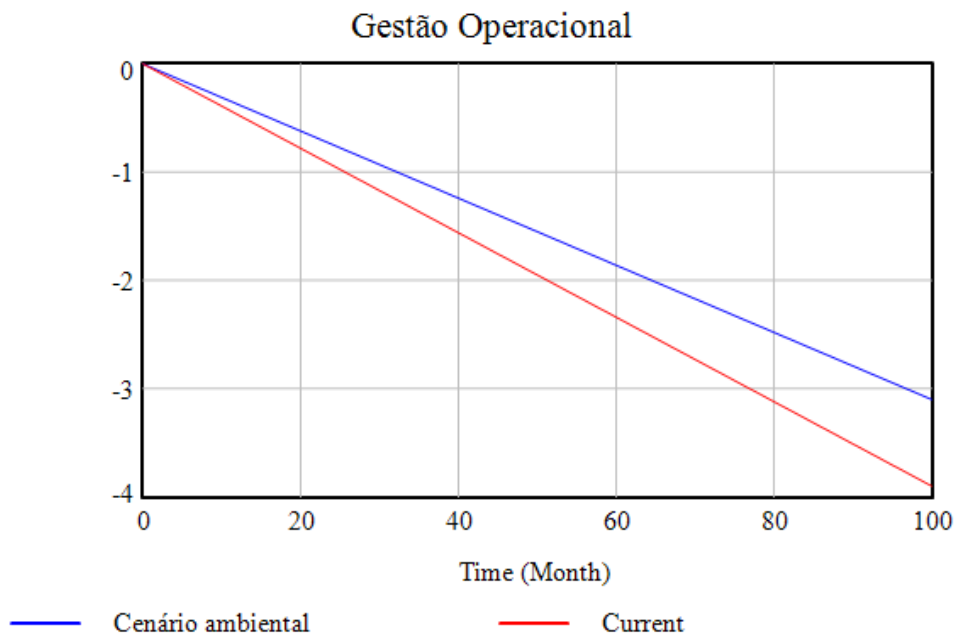
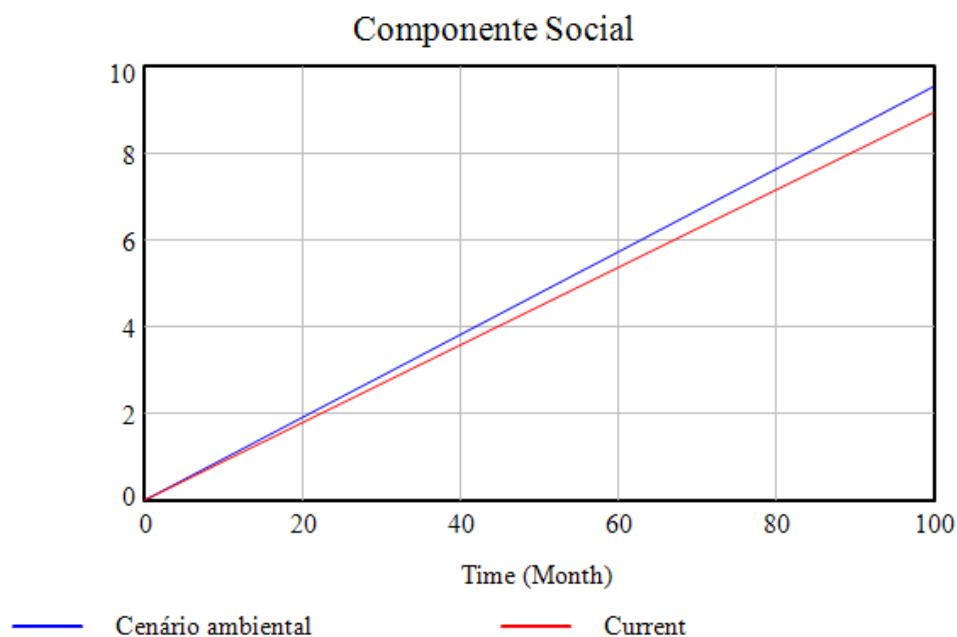
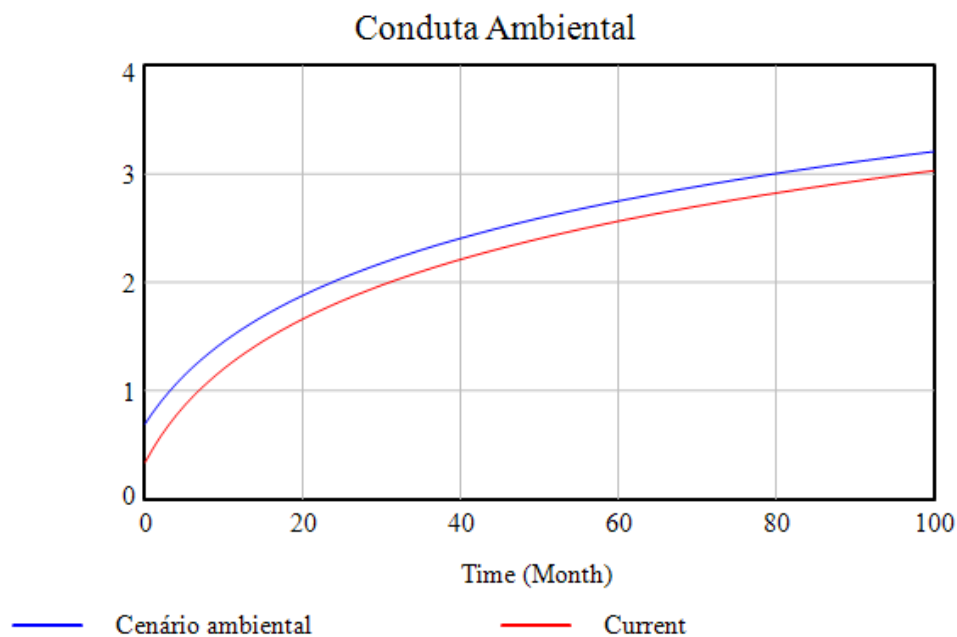


Figura 37: Impacto das Variações do “Cenário Consumidor” no Cluster Gestão Operacional



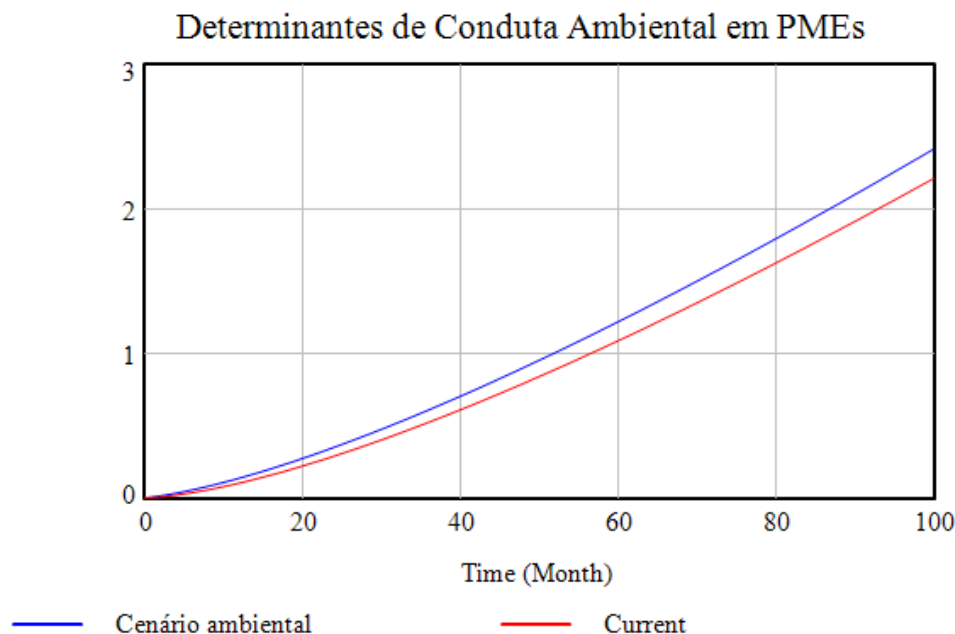
**Figura 38: Impacto das Variações do “Cenário Ambiental” no Cluster Componente Social**

As alterações concretizadas nos diversos *clusters* provocaram a maior alteração até agora percecionada na variável fluxo *Conduta Ambiental*, uma vez que este foi o cenário no qual foram introduzidas mais variações (ver *Figura 39*).



**Figura 39: Impacto das Variações do “Cenário Ambiental” na Variável Fluxo Conduta Ambiental**

Tal como expectável, a variação dos *clusters* e de determinantes seleccionados provocaram uma variação no longo prazo, com melhorias significativas futuras, no conceito *head Determinantes de Conduta Ambiental em PMEs* (ver *Figura 40*).



**Figura 40: Impacto das Variações do “Cenário Ambiental” no Conceito *Head Determinantes de Conduta Ambiental em PMEs***

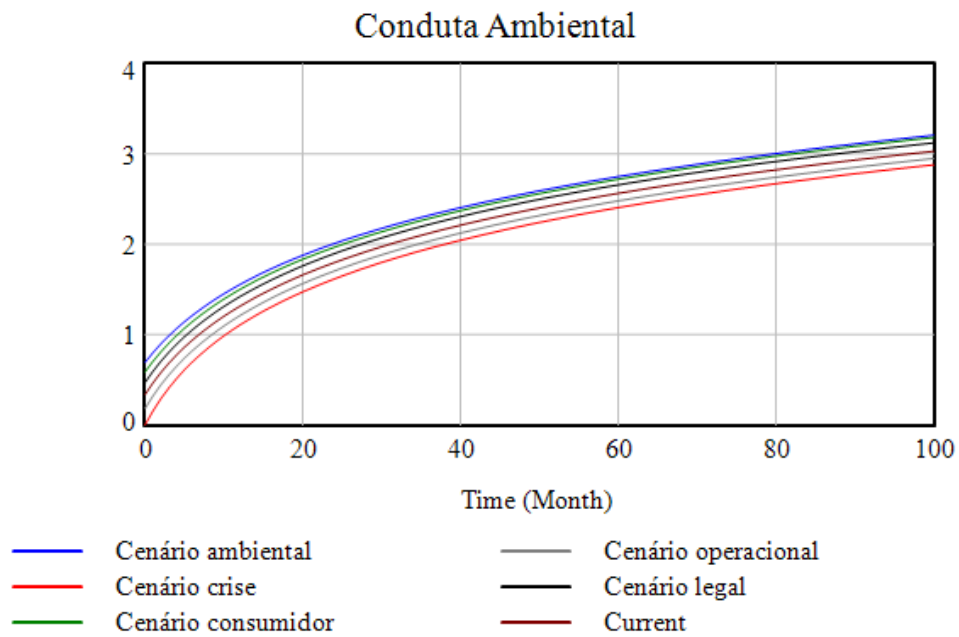
O recurso a este tipo de análise permite ainda realizar comparações entre os diversos cenários idealizados. As *Figuras 41 e 42* ilustram as comparações entre os diversos cenários simulados anteriormente, na variável fluxo *Conduta Ambiental* e no conceito *head Determinantes de Conduta Ambiental em PMEs*, respetivamente.

Primeiramente, é possível visualizar o cenário atual, designado por “*Current*”, que sustenta a execução base do modelo, mantendo todos os parâmetros e variáveis nos seus valores originais. Representado a preto visualiza-se o “*Cenário legal*”, onde foi realizado um aumento dos apoios e incentivos ao cumprimento das exigências legais. A cinzento, encontra-se o “*Cenário operacional*”, representativo da consequência da falta de capacidade de resposta funcional e operativa de uma organização relativamente à temática ambiental. O “*Cenário consumidor*”, representado a verde, exhibe um cenário onde há um aumento da exigência do consumidor ao nível da responsabilidade ambiental das PMEs. Exposto a vermelho está o “*Cenário crise*”, que demonstra um cenário de crise em que os fatores externos à organização vão sofrer um agravamento.

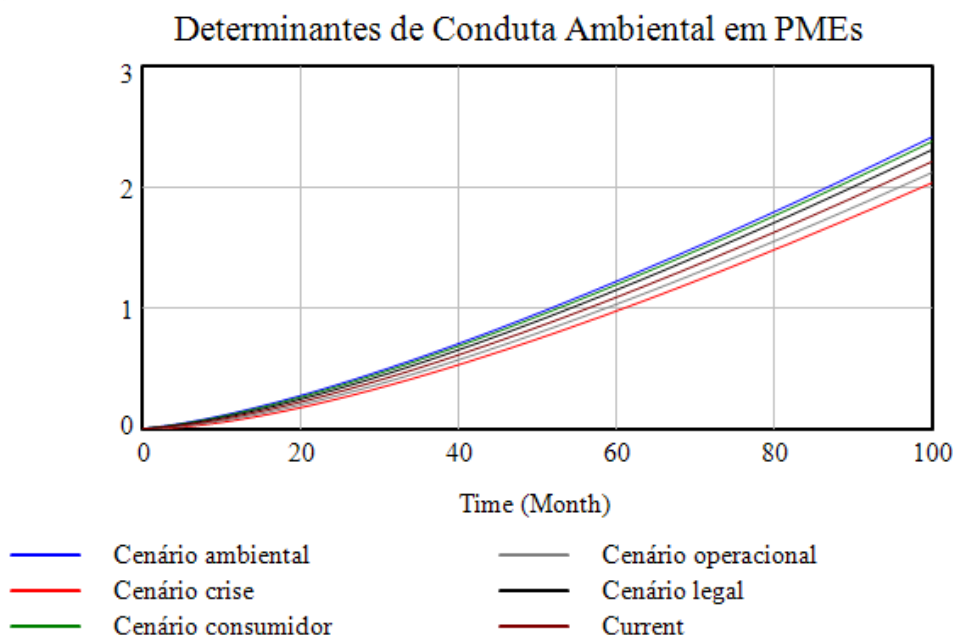


Por último, o “*Cenário ambiental*” representado a azul, onde é realizado um aumento do investimento na proteção ambiental, com vista à melhoria do sistema ambiental.

Este tipo de análise permite ao tomador de decisão observar o efeito que cada simulação terá perante o modelo final (*i.e.*, perante a conduta ambiental da PME), sendo possível reagir antecipadamente perante qualquer tipo de cenário.



**Figura 41: Impacto das Variações do “*Cenário Legal*”, “*Cenário Operacional*”, “*Cenário Consumidor*”, “*Cenário Crise*” e “*Cenário Ambiental*” na Variável Fluxo Conduta Ambiental**



**Figura 42: Impacto das Variações do “Cenário Legal”, “Cenário Operacional”, “Cenário Consumidor”, “Cenário Crise” e “Cenário Ambiental” no Conceito Head Determinantes de Conduta Ambiental em PMEs**

Ao fazer uso desta ferramenta, o tomador de decisão pode perceber as vantagens ou as desvantagens de alterar um conjunto de determinantes, algo que lhe permitirá tomar decisões com base em informações mais realistas e transparentes. Além disso, é possível adotar uma postura reativa antecipada. Ou seja, é possível agir perante possíveis cenários futuros, uma vez que, ao antecipar as consequências da alteração de certos fatores internos e externos à organização, o tomador de decisão pode tomar medidas para mitigar os efeitos da possível ocorrência desses cenários.

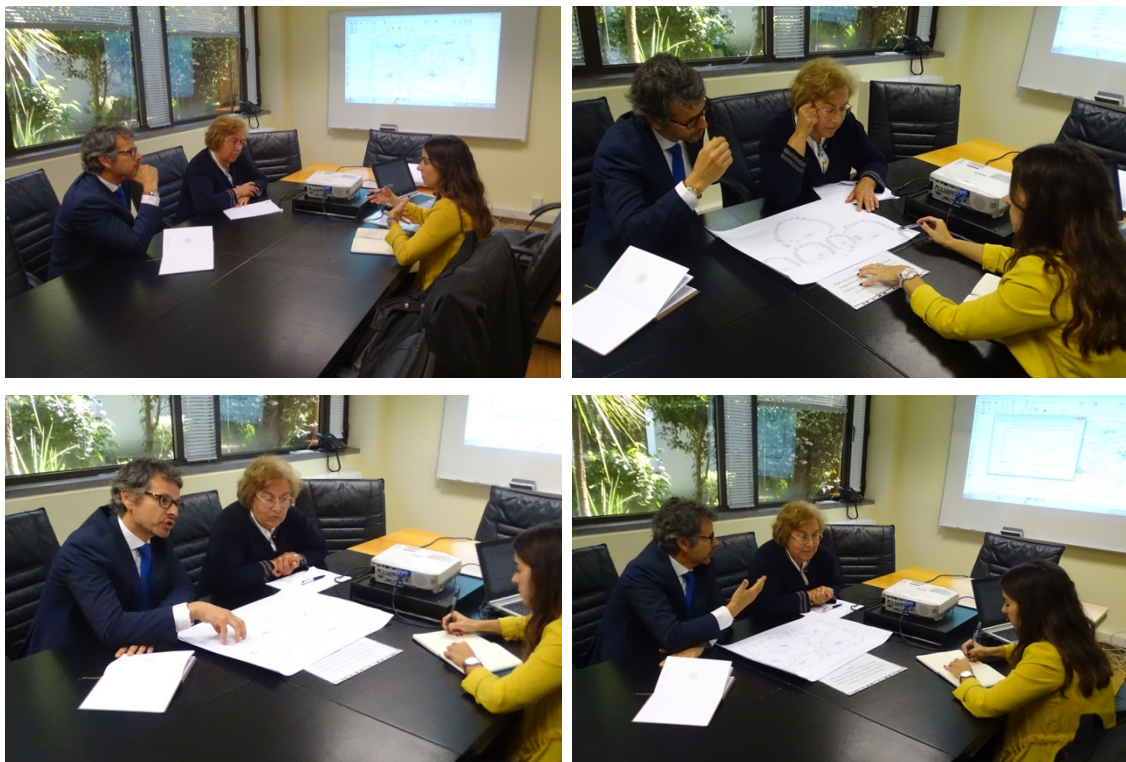
#### **4.3. Consolidação do Modelo, Limitações e Recomendações**

Após a concretização do mapa cognitivo de grupo, da avaliação das relações causais entre os determinantes de conduta ambiental nas PMEs identificados e da análise dinâmica realizada, procurámos proceder à consolidação do modelo construído junto de uma entidade que conhecesse e participasse na realidade das PMEs, tendo capacitação para perceber o trabalho realizado ao nível da conduta ambiental das PMEs. A concretização da sessão de consolidação, recorrendo a uma entidade externa, trouxe ao

presente estudo uma maior legitimidade, solidez e objetividade, uma vez que, ao recolher à opinião de especialistas que não participaram da construção do modelo e, por isso, representam uma opinião neutra, a sua legitimação será isenta.

Foi contactado o Instituto de Apoio às Pequenas e Médias Empresas e à Inovação (IAPMEI), com o intuito de solicitar uma reunião, apresentar o modelo construído e obter *feedback* sobre o mesmo. A pronta resposta por parte do IAPMEI permitiu a concretização de uma reunião com o Diretor da Direção de Proximidade Regional e Licenciamento (DPR) e com a Chefe da DPR. Este departamento trabalha diretamente com as PMEs, diligenciando com as mesmas o uso de regulamentação relativa aos produtos e atividade que desempenham, propondo igualmente adaptações legislativas que se revelem adequadas ao reforço da sua competitividade.

Na primeira fase da sessão de consolidação, foi apresentado aos presentes o tema em estudo, o problema de decisão e as metodologias aplicadas. Foi igualmente exposto e explicado todo o processo metodológico de estruturação decorrente das sessões realizadas, bem como os resultados obtidos. A *Figura 43* apresenta alguns instantâneos do decorrer da sessão de consolidação.



**Figura 43: Instantâneos da Sessão de Consolidação**

Após a apresentação do modelo, o mesmo foi discutido com os presentes, tendo sido colocadas diversas questões relativas aos resultados obtidos, às vantagens e às limitações do modelo, assim como ao seu potencial de aplicação prática.

No que concerne aos métodos utilizados, os entrevistados consideraram que foi utilizada uma “*metodologia adequada, mas muito generalista*” (nas palavras do Diretor da DPR), uma vez que teria sido interessante ter realizado o estudo com uma maior granularidade, dado que a realidade das PME's difere consoante a sua área de negócio e tamanho (*i.e.*, micro, pequena ou média empresa). No entanto, considerou positivo o facto de este ser um modelo aberto a ajustes e, por isso, facilmente adaptável à realidade de cada PME.

Relativamente aos resultados obtidos, ambos consideraram que os determinantes eram realistas e que espelhavam a realidade das PME's, tendo ainda validado os *clusters* construídos como imperativos para o sucesso da conduta ambiental das PME's. Foi ainda referido que a valorização das relações de causa efeito se encontra bem definida, apontando que os fatores que mais influenciam positiva e negativamente a persecução de uma conduta ambiental por parte das PME's se encontram, de facto, representados no modelo.

Comparativamente às vantagens e limitações do presente modelo face às práticas correntes de análise dos determinantes de conduta ambiental nas PME's, foi referido que, atualmente, a maior preocupação das PME's se concerne com o cumprimento dos fatores político-legais, uma vez que este cumprimento é mandatário para a manutenção das PME's no mercado. Neste sentido, dado que o fator que mais influencia o cumprimento dos fatores político-legais é a gestão financeira, foi referido que a globalidade das organizações apenas se preocupa em cumprir os requisitos a este nível, não sendo conhecidas, pelos mesmos, práticas de análise que permitam realizar a avaliação dos determinantes de conduta ambiental a outro nível. O estudo desenvolvido foi assim considerado inovador, na medida em que permite perceber, num só modelo, todos os domínios que influenciam a conduta ambiental.

No que diz respeito à aplicação prática do modelo, foi referido que a possibilidade de o mesmo ser executado depende da área de negócio e do tamanho da PME, sendo que, para uma microempresa (*i.e.*, 1 a 9 trabalhadores), seria difícil alocar tempo e pessoas à concretização deste tipo de análise, algo que seria exequível numa média empresa (*i.e.*, 50 a 249 trabalhadores).

Como nota final, foi mencionado que acreditam que “*o modelo poderá ter utilidade para as PMEs*” (nas suas próprias palavras), uma vez que possibilita a percepção de todos os fatores que determinam a sua conduta ambiental e permite observar o efeito das alterações nesses mesmos determinantes. Concluída a sessão de consolidação, é possível afirmar que os resultados obtidos foram muito satisfatórios.

Do ponto de vista metodológico, o processo de definição do modelo permitiu, através do uso do mapeamento cognitivo difuso, extrair e incorporar o conhecimento e pontos de vista de um grupo de especialistas, beneficiando da versatilidade e da flexibilidade do processo ao permitir que novas informações fossem incluídas no decorrer do mesmo. O uso de uma abordagem sócio-técnica possibilita, ainda, que o processo de comunicação, transparência e entendimento seja facilitado, promovendo uma melhor compreensão do problema. Assim sendo, alude-se para o facto do modelo desenvolvido na presente dissertação assumir uma lógica de aprendizagem assente numa orientação construtivista, sendo o resultado de um processo de negociação entre os tomadores de decisão envolvidos e não visando, obrigatoriamente, soluções ótimas.

Não obstante, importa referir que o modelo construído não se encontra isento de limitações, dado que: (1) os seus resultados são idiossincráticos; e (2) exige uma grande disponibilidade por parte dos membros do painel de decisores para se reunirem em duas sessões de grupo de grande duração. Com efeito, os resultados do modelo apresentado dependem fortemente do contexto e dos participantes envolvidos, significando isso que qualquer alteração ao contexto em análise ou à participação de diferentes tomadores de decisão com diferentes crenças e valores pode levar a resultados diferentes (Ferreira *et al.*, 2011). Desta forma, é fundamental a participação de um grupo de decisores heterogéneo, oriundos de diferentes contextos, de forma a que exista uma partilha de visões distintas que levem a uma maior reflexão sobre o problema. É assim recomendável que a adaptação deste estudo a outros contextos seja prudente, não devendo os resultados apresentados ser extrapolados sem as devidas adaptações.

A constituição do painel de decisores foi uma das maiores dificuldades enfrentada neste estudo, uma vez que seria necessária disponibilidade para se reunirem, num mesmo horário, em duas sessões presenciais de quatro horas. Ainda assim, foi possível reunir um grupo de especialistas dentro do intervalo indicado por Eden e Ackermann (2001). Apesar das dificuldades, o grupo de especialistas demonstrou-se satisfeito com os resultados obtidos e com os processos metodológicos seguidos, considerando que todo o processo de partilha e discussão gerada produziu novos

conhecimentos, sendo a aprendizagem pela participação um dos fatores mais positivos da sua intervenção.

Em suma, podemos afirmar que a identificação e a representação dos determinantes de conduta ambiental nas PMEs, com recurso ao mapeamento cognitivo de grupo e posterior avaliação das suas relações causais, acrescenta um melhor entendimento de todo o sistema neste domínio, sendo que o recurso à abordagem SD possibilita ainda a simulação de cenários, podendo esta ser uma ferramenta muito útil para as organizações.

## SINOPSE DO CAPÍTULO 4

O *Capítulo 4* materializa a componente empírica desta dissertação, tendo como principais objetivos: (1) desenvolver um mapa cognitivo de grupo que permita a identificação dos determinantes de conduta ambiental nas PMEs e a medição das relações causais existentes; (2) realizar uma análise dinâmica dos determinantes através da simulação de cenários; e (3) validar o modelo construído, apresentando as suas limitações e recomendações às mesmas. Primeiramente, foram aplicadas técnicas de mapeamento cognitivo difuso, através do desenvolvimento de um mapa cognitivo de grupo, de modo a identificar e estruturar os determinantes de conduta ambiental nas PMEs. A utilização deste tipo de ferramenta implicou a constituição de um painel de decisores com conhecimento e experiência na aplicação de medidas representativas de conduta ambiental em PMEs, com poder de decisão e cargos de responsabilidade e com disponibilidade para participar em duas sessões de grupo. Na primeira sessão de grupo, o painel de decisores identificou os determinantes de conduta ambiental, através da aplicação da “técnica dos *post-its*”, tendo agrupado e hierarquizado os mesmos por áreas de interesse, resultando daí 5 *clusters*. A informação obtida nesta primeira sessão foi a base para a construção do mapa cognitivo de grupo, que seria aprovado pelos decisores na segunda sessão e na qual se procedeu à transformação da estrutura cognitiva de base, introduzindo a lógica *fuzzy*, ao quantificar a intensidade das relações de causalidade identificadas num intervalo entre  $[-1;1]$ . A comunicação e a interação entre o painel de decisores foi fulcral em todo este processo, uma vez que todos os resultados resultaram da partilha e do diálogo, acerca do problema, entre todos os membros do painel. Na segunda etapa deste processo, procurámos incorporar os graus de intensidade das relações causais identificadas, de modo a que estas fossem analisadas dinamicamente. Para o efeito, foi construído um modelo SD, que foi posteriormente sujeito a diversas simulações ao nível *intra-cluster*, *multi-cluster* e *inter-cluster*, tendo sido igualmente desenvolvidos diversos cenários que possibilitaram a análise de situações futuras. Por fim, o modelo construído foi validado por uma entidade externa, sendo os resultados obtidos considerados satisfatórios. Em suma, podemos afirmar que o modelo construído acrescenta um melhor entendimento de todo o sistema no domínio da conduta ambiental nas PMEs, podendo ser uma ferramenta útil no apoio à tomada de decisão.

### 5.1. Principais Resultados e Limitações da Análise

A implementação de medidas representativas de conduta ambiental nas PMEs apresenta elevada complexidade, sendo possível caracterizar todo o sistema que envolve a aplicação deste tipo de medidas como um sistema complexo, influenciado por diversas variáveis, que englobam fatores internos e externos às organizações e sendo necessário ter em conta os diversos *stakeholders* envolvidos e o contexto de negócio em que a PME se insere. A complexidade do sistema parece tornar relevante a exploração de métodos integrados que apresentem uma visão holística e dinâmica dos determinantes de conduta ambiental nas PMEs. Com efeito, foi concretizado, no âmbito da presente dissertação, o ***desenvolvimento de um modelo concetual de apoio à tomada de decisão, que permite a análise dinâmica dos determinantes de conduta ambiental nas PMEs***, efetivando-se o principal objetivo e resultado da dissertação.

A presente dissertação foi formalmente segmentada em 5 capítulos. O *Capítulo 1* permitiu realizar um enquadramento da temática em estudo, contextualizar a conduta ambiental nas PMEs e apresentar os objetivos do estudo, a metodologia seguida, a estrutura da dissertação e os resultados esperados. O *Capítulo 2*, que correspondente ao enquadramento teórico, permitiu relacionar as noções de sustentabilidade, conduta ambiental e PME, explorando, através de uma revisão da literatura, diversos conceitos relacionados com a área da sustentabilidade, mais especificamente com a conduta ambiental nas empresas. Ficou patente, neste capítulo, a necessidade de as empresas desenvolverem e adotarem políticas e práticas consistentes que permitam melhorar o seu desempenho social e ambiental, ao mesmo tempo que são asseguradas as exigências financeiras necessárias à sobrevivência das organizações (Hall *et al.*, 2010; Shen *et al.*, 2013; Hsu *et al.*, 2017). No âmbito do estudo das PMEs dentro da temática, foram ainda apresentados dados estatísticos relativos à relevância das PMEs na concretização de uma conduta ambiental positiva, sendo que, de acordo com Dey *et al.* (2018), as PMEs representam cerca de 90% das empresas mundiais, sendo responsáveis por 60% a 70%



da poluição ambiental na EU (*cf.* Constantinos *et al.*, 2010). Foram ainda examinados os determinantes de conduta ambiental nas PMEs referenciados na literatura existente e os métodos de estudo já explorados, evidenciando a necessidade da concretização um modelo de análise empiricamente válido, holístico e integrado que permita identificar de forma dinâmica os determinantes de conduta ambiental nas PMEs. O *Capítulo 3* correspondente ao enquadramento metodológico e visa apresentar a metodologia e as fontes de estruturação do problema em estudo. Assim sendo, após ser apresentada a orientação epistemológica seguida, foram analisados os métodos que serviram de base à concretização do modelo construído, nomeadamente o mapeamento cognitivo, a metodologia FCM e a abordagem SD, enfatizando as suas vantagens e limitações e discutido o seu possível contributo para análise da conduta ambiental nas PMEs. No *Capítulo 4* é concretizada a componente empírica do estudo, sendo narrados os procedimentos utilizados que levaram ao desenvolvimento de um mapa cognitivo de grupo, que serviu de base para a construção de um modelo de dinâmica de sistemas dos determinantes de conduta ambiental nas PMEs. Foram ainda realizadas simulações ao nível *intra-cluster*, *multi-cluster* e *inter-cluster*, sendo igualmente idealizados diversos cenários a partir do modelo construído. Este modelo foi validado por especialistas externos à construção do mesmo, tendo-lhe sido reconhecidas vantagens e limitações. Por fim, o presente *Capítulo 5*, permite a explanação dos resultados obtidos, identificando as limitações da aplicação, deixando pistas para uma futura investigação.

Os resultados obtidos nesta dissertação são consistentes com a investigação já existente no domínio da conduta ambiental em PMEs. Todavia, permitem ir mais além e ultrapassar algumas das limitações anteriormente identificadas, nomeadamente ao: (1) identificar um maior número de determinantes; (2) validar empiricamente os determinantes identificados; e (3) considerar as relações de influência mútua entre as variáveis, através de uma abordagem holística. O resultado alcançado permitirá, desta forma, apoiar a toma de decisão, ao fornecer aos decisores uma ferramenta simples, visualmente clara e com uma compreensão holística dos determinantes de conduta ambiental nas PMEs.

Para além disso, a construção de um modelo SD, viabilizou o desenvolvimento de cenários que, por sua vez, possibilita que se simulem diferentes situações futuras, através do ajuste dos valores das variáveis e/ou dos parâmetros no modelo SD, que permitirão, com base nos seus resultados, desenvolver e aplicar estratégias relevantes que impulsionem a conduta ambiental nas PMEs (Shen *et al.*, 2009; Guan *et al.*, 2011).

Importa referir que o modelo construído não se encontra isento de limitações. Os seus resultados são fruto do contexto e das crenças, valores e experiências do grupo de decisores envolvido, o que significa que qualquer alteração ao contexto em análise ou a participação de diferentes tomadores de decisão poderá levar a resultados diferentes. No entanto, tendo em conta a natureza construtivista desta metodologia e sua flexibilidade e capacidade de atualização, os resultados obtidos não devem ser vistos como um fim em si, uma vez que, com as devidas adaptações, o modelo poderá ser adaptado a diferentes contextos.

## **5.2. Implicações Teórico-Práticas**

Tendo em consideração o atual ambiente de negócios e as crescentes preocupações ambientais ao nível mundial, será preponderante que as PME's acompanhem o desenvolvimento desta temática, respondendo positivamente às novas exigências do mundo atual (Shen *et al.*, 2013).

A revisão da literatura realizada evidenciou que as pressões políticas e sociais têm levado ao aumento da preocupação das PME's relativamente a estas questões, estando estas cada vez mais comprometidas na implementação de iniciativas que fomentem a sustentabilidade ambiental (Hsu *et al.*, 2017). No entanto, são ainda significativas as dificuldades mencionadas ao nível da falta de recursos humanos e financeiros, tempo e conhecimento para implementar medidas de proteção ambiental, sendo que a perspectiva de ganhos a curto prazo leva as organizações a considerar os investimentos ambientais como despesas não-prioritárias, impedindo-as de experienciem ganhos potenciais consequentes das iniciativas de sustentabilidade (González-Benito e González-Benito, 2006; Shi *et al.*, 2008; Dey *et al.*, 2018).

Esta dissertação permite identificar os determinantes de conduta ambiental nas PME's e medir as relações causais existentes entre esses determinantes, tendo por base os *inputs* fornecidos por um painel de especialistas com experiência prática na área ambiental em PME's, acrescentando valor à temática através da partilha de experiências, valores, crenças e conhecimentos. O recurso a este painel de especialistas acrescenta também valor à componente teórica, pela experiência prática de um grupo heterogéneo advindo de diversas áreas de negócio e com diferentes experiências e perspetivas relativamente à conduta ambiental das PME's, enriquecendo assim o modelo construído.

Nesta perspectiva, acredita-se que a presente dissertação apresenta um elevado potencial no âmbito da tomada de decisão ao nível da conduta ambiental nas PME's, ao identificar e analisar dinamicamente, através do desenvolvimento de um mapa cognitivo e da aplicação da lógica *fuzzy*, os determinantes que a influenciam, permitindo compreender o sistema como um todo e reduzir a incerteza subjacente a este domínio complexo. Adicionalmente, a aplicação da abordagem SD possibilitará às PME's realizar análises e construir cenários, percecionando as vantagens ou desvantagens de alteração de um conjunto de determinantes, algo que lhes permitirá tomar decisões com base em informações mais realistas e transparentes.

Desta forma, o modelo desenvolvido permite transpor a teoria para prática das organizações, fornecendo às PME's uma ferramenta que lhes permite desenvolver as suas estratégias incorporando preocupações ambientais. Isto, por sua vez, trará vantagens competitivas, aumentando o potencial de sustentabilidade das empresas.

### **5.3. Pistas para Futura Investigação**

A análise dos determinantes de conduta ambiental nas PME's, fazendo uso do mapeamento cognitivo, da lógica *fuzzy* e da abordagem SD, demonstrou ser útil no apoio à tomada de decisão, ao fornecer aos decisores uma ferramenta simples, visualmente clara e com uma compreensão holística dos determinantes de conduta ambiental nas PME's. Contudo, tal como já referido, o modelo construído não se encontra isento de limitações.

Com efeito, o modelo construído caracteriza-se por ser idiossincrático, dependendo os seus resultados do contexto e dos participantes envolvidos. Assim sendo, como sugestão para futuras investigações, a mesma metodologia poderá ser aplicada no contexto da conduta ambiental nas PME's, procedendo-se a alterações no processo metodológico. Mais especificamente, e aproveitando a sugestão dada por um dos participantes da sessão de consolidação, o modelo poderá ser desenvolvido com maior granularidade, incidindo especificamente sobre micro, pequenas ou médias empresas, uma vez que, tendo em conta as discrepâncias entre as mesmas, os resultados poderão ser díspares. De igual modo, o estudo poderá ser efetivado junto de áreas de negócios específicas, ou seja, com recurso um painel de decisores com experiência numa só área

de negócio, o que iria levar à especificação dos resultados obtidos para a área em estudo.

Também ao nível do contexto, tendo em conta que o presente estudo foi realizado tendo em conta a experiência, crenças e valores de um grupo de especialistas pertencentes a PME's portuguesas, seria interessante efetivar uma comparação com a realidade internacional, sendo deste modo possível perceber as diferenças existentes entre diferentes países. Para isso, seria necessário constituir um grupo de decisores do país em análise.

Em termos práticos, seria igualmente interessante efetivar a implementação da ferramenta desenvolvida junto de uma PME, sendo para isso necessário realizar as devidas adaptações ao negócio e ao contexto da empresa. Esta implementação permitiria à PME encenar cenários e perceber o resultado futuro da implementação de medidas representativas de conduta ambiental no presente.

A utilização das metodologias empregues (*i.e.*, FCMs e SD), podem ainda ser complementares a outras ferramentas de apoio à tomada de decisão, como, por exemplo, os modelos de avaliação multicritério.

Em suma, o modelo desenvolvido na presente dissertação amplia a investigação na área da conduta ambiental nas PME's, sendo possível, com as devidas alterações, ser aplicado em diversos contextos, contribuindo para o aumento da análise das práticas de conduta ambiental das PME's e potenciando a sua sustentabilidade.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ackermann, F. (2012), Problem structuring methods ‘in the Dock’: Arguing the case for Soft OR, *European Journal of Operational Research*, Vol. 219(3), 652-658.
- Ahmed, A.; Woulds, C.; Drake, F. & Nawaz, R. (2018), Beyond the tradition: Using fuzzy cognitive maps to elicit expert views on coastal susceptibility to erosion in Bangladesh, *Catena*, Vol. 170, 36-50.
- Alperstedt, G.; Quintella, R. & Souza, L. (2010), Estratégias de gestão ambiental e seus fatores determinantes: Uma análise institucional, *Revista de Administração de Empresas*, Vol. 50(2), 170-186.
- Álvarez, M.; Bárcena, M. & González, F. (2017), On the sustainability of machining processes: Proposal for a unified framework through the triple bottom-line from an understanding review, *Journal of Cleaner Production*, Vol. 142(4), 3890-904.
- Amirkhani, A.; Papageorgiou, E.; Mosavi, M. & Mohammadi, K. (2018), A novel medical decision support system based on fuzzy cognitive maps enhanced by intuitive and learning capabilities for modeling uncertainty, *Applied Mathematics and Computation*, Vol. 337, 562-582.
- Aragón-Correa, J.; Hurtado-Torres, N.; Sharma, S. & García-Morales, V. (2008), Environmental strategy and performance in small firms: A resource-based perspective, *Journal of Environmental Management*, Vol. 86(1), 88-103.
- Azevedo, A. & Ferreira, F. (2017), Analyzing the dynamics behind ethical banking practices using fuzzy cognitive mapping, *Operational Research*, DOI: 10.1007/s12351-017-0333-6.
- Baker, C.; Holden, M.; Plein, M.; McCarthy, M. & Possingham, H. (2018), Informing network management using fuzzy cognitive maps, *Biological Conservation*, Vol. 224, 122-128.
- Barger, M.; Perez, T.; Canelas, D. & Linnenbrink-Garcia, L. (2018), Constructivism and personal epistemology development in undergraduate chemistry students, *Learning and Individual Differences*, Vol. 63, 89-101.
- Behrens, T.; Muller, T.; Whittington, J.; Mark, S.; Baram, A.; Stachenfield, K. & Kurth-Nelson, Z. (2018), What is a cognitive map? Organizing knowledge for flexible behavior, *Neuron*, Vol. 100(2), 490-509.

- Brío, J. & Junquera, B. (2003), A review of the literature on environmental innovation management in SMEs: Implications for public policies, *Technovation*, Vol. 23(12), 939-948.
- Caiado, R.; Filho, W.; Quelhas, O.; Nascimento, D. & Avila, L. (2018), A literature-based review on potentials and constraints in the implementation of the sustainable development goals, *Journal of Cleaner Production*, Vol. 198, 1276-1288.
- Campbell, S. (1996), Green cities, growing cities, just cities? Urban planning and the contradictions of sustainable development, *Journal of the American Planning Association*, Vol. 62(3), 296–312.
- Carayannis, E.; Ferreira, F.; Bento, P.; Ferreira, J.; Jalali, M. & Fernandes, B. (2018), Developing a socio-technical evaluation index for tourist destination competitiveness using cognitive mapping and MCDA, *Technological Forecasting & Social Change*, Vol. 131, 147-158.
- Castaño, J.; Amstel, F.; Hartmann, T. & Dewulf, G. (2017), Making dilemmas explicit through the use of a cognitive mapping collaboration tool, *Futures*, Vol. 87, 37-49.
- Castellacci, F. (2018), Co-evolutionary growth: A system dynamics model, *Economic Modelling*, Vol. 70(C), 272-287.
- Christoforou, A. & Andreou, A. (2017), A framework for static and dynamic analysis of multi-layer fuzzy cognitive maps, *Neurocomputing*, Vol. 232, 133-145.
- Constantinos C.; Sørensen, S.; Kristiansen, K.; Alexopoulou, S.; Papageorgiou, M.; Pedersen, K.; Larsen, P. & Mogensen, J. (2010), *SMEs and the Environment in the European Union*, disponível online em: [https://ec.europa.eu/growth/content/smes-and-environment-eu-new-study-0\\_en](https://ec.europa.eu/growth/content/smes-and-environment-eu-new-study-0_en) [Setembro 2018].
- De, D.; Chowdhury, S.; Dey, P. & Ghosh, S. (2018), Impact of lean and sustainability oriented innovation on sustainability performance of small and medium sized enterprises: A data envelopment analysis-based framework, *International Journal of Production Economics*, DOI: 10.1016/j.ijpe.2018.07.003.
- 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*, Vol. 195, 687-702.

- Ding, Z.; Gong, W.; Li, S. & Wu, Z. (2018), System dynamics versus agent-based modeling: A review of complexity simulation in construction waste management, *Sustainability*, Vol. 10(7), 1-13.
- Dodurka, M.; Yesil, E. & Urbas, L. (2017), Causal effect analysis for fuzzy cognitive maps designed with non-singleton fuzzy numbers, *Neurocomputing*, Vol. 232, 122-132.
- Drews, T.; Molenda, P.; Oechsle, O. & Steinhilper, R. (2016), Value-focused design of lean production systems based on a system dynamics approach, *Procedia CIRP*, Vol. 50, 478-483.
- Eden, C. (2004), Analyzing cognitive maps to help structure issues or problems, *European Journal of Operational Research*, Vol. 159(3), 673-686.
- Eden, C. & Ackermann, F. (2001), SODA – The principles, in Rosenhead, J. & Mingers, J. (Eds.), *Rational Analysis for a Problematic World Revisited: Problem Structuring Methods for Complexity, Uncertainty and Conflict*, Chichester, John Wiley & Sons, 21-41.
- Eden, C. & Ackermann, F. (2004), Cognitive mapping expert views for policy analysis in the public sector, *European Journal of Operational Research*, Vol. 152(3), 615-630.
- EPA – Environmental Protection Agency (2011), *Sustainability and the U.S.*, disponível online em: <https://archive.epa.gov/region9/science/web/pdf/green-book.pdf> [Setembro 2018].
- EU – European Union (2017a), *Annual Report on European SMEs 2016/2017*, disponível online em <https://publications.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/0b7b64b6-ca80-11e7-8e69-01aa75ed71a1/language-en/format-PDF> [Setembro 2018].
- EU – European Union (2017b), *SMEs, Resource Efficiency and Green Markets*, disponível online em <https://publications.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/3e0eeaf-0259-11e8-b8f5-01aa75ed71a1> [Setembro 2018].
- Faria, P.; Ferreira, F.; Jalali, M.; Bento, P. & António, N. (2018), Combining cognitive mapping and MCDA for improving quality of life in urban áreas, *Cities*, Vol. 78, 116-127.

- 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*, Vol. 25(3), 216-226.
- Ferreira, F. (2011), *Avaliação Multicritério de Agências Bancárias: Modelos e Aplicações de Análise de Decisão*, 1ª Edição, Faro, Faculdade de Economia da Universidade do Algarve e FCT – Fundação para a Ciência e a Tecnologia.
- Ferreira, F. (2016), Are you pleased with your neighborhood? A fuzzy cognitive mapping-based approach for measuring residential neighborhood satisfaction in urban communities, *International Journal of Strategic Property Management*, Vol. 20(2), 130-141.
- Ferreira, F. & Jalali, M. (2015), Identifying key determinants of housing sales and time-on-the-market (TOM) using fuzzy cognitive mapping, *International Journal of Strategic Property Management*, Vol. 19(3), 235-244.
- Ferreira, F.; Jalali, M. & Ferreira, J. (2016a), Experience-focused thinking and cognitive mapping in ethical banking practices: From practical intuition to theory, *Journal of Business Research*, Vol. 69(11), 4953-4958.
- Ferreira, F.; Jalali, M.; Ferreira, J.; Stankevicienė, J. & Marques, C. (2016b), Understanding the dynamics behind bank branch service quality in Portugal: Pursuing a holistic view using fuzzy cognitive mapping, *Service Business*, Vol. 10(3), 469-487.
- Ferreira, F.; Jalali, M.; Meidutė-Kavaliauskienė, I. & Viana, B. (2015), A metacognitive decision making based-framework for bank customer loyalty measurement and management, *Technological and Economic Development of Economy*, Vol. 21(2), 280-300.
- Ferreira, F.; Jalali, M.; Zavadskas, E. & Meidute-Kavaliauskiene, I. (2017), Assessing payment instrument alternatives using cognitive mapping and the choquet integral, *Transformations in Business & Economics*, Vol. 16(2|41), 170-187.
- Ferreira, F.; Santos, S. & Rodrigues, P. (2011), Adding value to bank branch performance evaluation using cognitive maps and MCDA: A case study, *Journal of the Operational Research Society*, Vol. 62(7), 320-333.
- 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*, Vol. 15(1), 1-21.



- Ferreira, F.; Spahr, R.; Santos, S. & Rodrigues, P. (2012), A multiple criteria framework to evaluate bank branch potential attractiveness, *International Journal of Strategic Property Management*, Vol. 16(3), 254-276.
- Ferreira, F.; Spahr, R.; Sunderman, M. & Jalali, M. (2018), A prioritisation index for blight intervention strategies in residential real estate, *Journal of the Operational Research Society*, Vol. 69(8), 1269-1285.
- Filipe, M.; Ferreira, F. & Santos, S. (2015), A multiple criteria information system for pedagogical evaluation and professional development of teachers, *Journal of the Operational Research Society*, Vol. 66(11), 1769-1782.
- Fiol, C. & Huff, A. (1992), Maps for managers: Where are we? Where do we go from here? *Journal of Management Studies*, Vol. 29(3), 267-285.
- Fontoura, W.; Chaves, G. & Ribeiro, G. (2019), The Brazilian urban mobility policy: The impact in São Paulo transport system using system dynamics, *Transport Policy*, Vol. 73(C), 51-61.
- Forrester, J. (1961), *Industrial Dynamics*, Massachusetts: The M.I.T Press.
- Froelich, W. & Pedrycz, W. (2017), Fuzzy cognitive maps in the modeling of granular time series, *Knowledge-Based Systems*, Vol. 115, 110-122.
- Frondel, M.; Krätschell, K. & Zwick, L. (2018), Environmental management systems: Does certification pay?, *Economic Analysis and Policy*, Vol.59 (C), 14-24.
- Gimenez, C.; Sierra, V. & Rodon, J. (2012), Sustainable operations: Their impact on the triple bottom line, *International Journal of Production Economics*, Vol. 140(1), 149-159.
- Gonçalves, T.; Ferreira, F.; Jalali, M. & Meidutė-Kavaliauskienė, I. (2015), An idiosyncratic decision support system for credit risk analysis of small and medium-sized enterprises, *Technological and Economic Development of Economy*, Vol. 22(4), 598-616.
- González-Benito, J. & González-Benito, Ó. (2006), A review of determinant factors of environmental proactivity, *Business Strategy and the Environment*, Vol. 15(2), 87-102.
- Grillo, C.; Ferreira, F.; Marques, C. & Ferreira, J. (2018), A knowledge-based innovation assessment system for small- and medium-sized enterprises: adding value with cognitive mapping and MCDA, *Journal of Knowledge Management*, Vol. 22(3), 696-718.

- Guan, D.; Weijun Gao, W.; Su, W.; Li, H. & Hokao, K. (2011), Modeling and dynamic assessment of urban economy-resource-environment system with a coupled system dynamics: Geographic information system model, *Ecological Indicators*, Vol. 11 (5), 1333-1344.
- Hall, J.; Daneke, G. & Lenox, M. (2010), Sustainable development and entrepreneurship: Past contributions and future directions, *Journal of Business Venturing*, Vol. 25(5), 439-448.
- Henriques, I. & Sadorsky, P. (1996), The determinants of an environmentally responsive firm: an empirical approach, *Journal of Environmental Economics and Management*, Vol. 30(3) 381-395.
- Homenda, W. & Jastrzebska, A. (2017), Clustering techniques for fuzzy cognitive map design for time series modeling, *Neurocomputing*, Vol. 232, 3-15.
- Hsu, C.; Chang, A. & Luo, W. (2017), Identifying key performance factors for sustainability development of SMEs e integrating QFD and fuzzy MADM methods, *Journal of Cleaner Production*, Vol. 161, 629-645.
- INE – Instituto Nacional de Estatística (2018), *O que se Considera uma PME (Pequena e Média Empresa)?*, disponível online em: [https://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine\\_faqs&FAQSfaq\\_boui=64092016&FAQSmodo=1&xlang=pt](https://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine_faqs&FAQSfaq_boui=64092016&FAQSmodo=1&xlang=pt) [Setembro 2018].
- Jonassen, D. (1991), Objectivism versus constructivism: Do we need a new philosophical paradigm?, *Educational Technology Research and Development*, Vol. 39 (3), 5-14.
- Kim, H. & Lee, K. (1998), Fuzzy implications of fuzzy cognitive map with emphasis on fuzzy causal relationship and fuzzy partially causal relationship, *Fuzzy Sets and Systems*, Vol. 97(3), 303-313.
- Kitchin, R. (2015), Cognitive Maps, *International Encyclopedia of the Social & Behavioral Sciences*, Vol, 4(2), 79-83.
- Klewitz, J. & Hansen, E. (2014), Sustainability-oriented innovation of SMEs: A systematic review, *Journal of Cleaner Production*, Vol. 65, 57-75.
- Klovienė, L. & Speziale, M. (2015), Is performance measurement system going towards sustainability in SMEs?, *Procedia – Social and Behavioral Sciences*, Vol. 213, 328-333.

- Kok, K. (2009), The potential of fuzzy cognitive maps for semi-quantitative scenario development, *with an example from Brazil, Global Environmental Change, Vol. 19(1), 122-133.*
- Konti, A. & Damigos, D. (2018), Exploring strengths and weaknesses of bioethanol production from bio- waste in Greece using fuzzy cognitive maps, *Energy Policy, Vol. 112, 4-11.*
- Kosho, B. (1986), Fuzzy cognitive maps, *International Journal of Man-Machine Studies, Vol. 24 (1), 65-75.*
- Koul, S.; Falebita, O.; Akinbami, J. & Akarakiri, J. (2016), System dynamics, uncertainty and hydrocarbon resources modelling: A systematic review, *Renewable and Sustainable Energy Reviews, Vol. 59(C), 199-205.*
- Lättilä, L.; Hilletoft, P. & Li, B. (2010), Hybrid simulation models: When, why, how? *Expert Systems with Applications, Vol. 37(12), 7969-7975.*
- Lee, D. & Lee, H. (2015), Construction of holistic fuzzy cognitive maps using ontology matching method, *Expert Systems with Applications, Vol. 42(14), 5954-5962.*
- Leoneti, A.; Nirazawa, A. & Oliveira, S. (2016), Proposta de índice de sustentabilidade como instrumento de autoavaliação para micro e pequenas empresas (MPEs), *REGGE – Revista de Gestão, Vol. 23(4), 349-361.*
- Loucks, E.; Martens, M. & Cho, C. (2010), Engaging small- and medium-sized businesses in sustainability, *Sustainability Accounting, Management and Policy Journal, Vol. 1(2), 178-200.*
- Mansilha, R.; Collatto, D.; Lacerda, D.; Morandi, M. & Piran, F. (2019), Environmental externalities in broiler production: An analysis based on system dynamics, *Journal of Cleaner Production, Vol. 209(2), 190-199.*
- Mazlack, L. (2009), Representing causality using fuzzy cognitive maps, *Proceedings of the Annual Meeting of the North American Fuzzy Information Processing society (NAFIPS-2009), 14-17 June 2009, Cincinnati, Ohio, USA, 1-6.*
- McGinnis, D. (2016), Epistemological orientations and evidence evaluation in undergraduates, *Thinking Skills and Creativity, Vol. 19, 279-289.*
- Mingers, J. & Rosenhead, J. (2004), Problem structuring methods in action, *European Journal of Operational Research, Vol. 152(3), 530-554.*
- Montibeller, G. & Belton, V. (2016), Causal maps and the evaluation of decision options: A review, *Journal of the Operational Research Society, Vol. 57(7), 779-791.*

- Montibeller, G.; Franco, L.; Lord, E. & Iglesias, A. (2009), Structuring resource allocation decisions: A framework for building multi-criteria portfolio models with area-grouped options, *European Journal of Operational Research*, Vol. 199 (3), 846-856.
- Moore, S. & Manring, S. (2009), Strategy development in small and medium sized enterprises for sustainability and increased value creation, *Journal of Cleaner Production*, Vol. 17 (2), 276-282.
- Nulkar, G. (2013), SMEs and environmental performance: A framework for green business strategies, *Procedia – Social and Behavioral Sciences*, Vol. 133, 130-140.
- OCDE – Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico (2017), *Enhancing the Contribution of SMEs in a Global and Digitalised Economy*, disponível online em: <https://www.oecd.org/mcm/documents/C-MIN-2017-8-EN.pdf> [Setembro 2018].
- Oliveira, M.; Ferreira, F.; Ilander, G. & Jalali, M. (2017), Integrating cognitive mapping and MCDA for bankruptcy prediction in small- and medium-sized enterprises, *Journal of the Operational Research Society*, Vol. 68(9), 985-997.
- Özesmi, U. & Özesmi, S. (2004), Ecological models based on people's knowledge: a multi-step fuzzy cognitive mapping approach, *Ecological Modelling*, Vol. 176 (1-2), 43-64.
- Pacheco, D.; Caten, C.; Jung, C.; Ribeiro, J.; Navas, H. & Cruz-Machado, V. (2017), Eco-innovation determinants in manufacturing SMEs: Systematic review and research directions, *Journal of Cleaner Production*, Vol. 142(4), 2277-2287.
- Papachristos, G. (2018), System dynamics modelling and simulation for sociotechnical transitions research, *Environmental Innovation and Societal Transitions*, DOI: 10.1016/j.eist.2018.10.001.
- Papageorgiou, E. & Salmeron, J. (2013), A review of fuzzy cognitive maps research during the last decade, *IEEE Transactions on Fuzzy Systems*, Vol. 21(1), 66-79.
- Patterson, R.; Blaha, L.; Grinstein, G.; Liggett, K.; Kaveney, D.; Sheldon, K.; Havig, P. & Moore, J. (2014), A human cognition framework for information visualization, *Computers & Graphics*, Vol. 42(1), 42-58.
- Pereira, V.; Ferreira, F. & Chang, H. (2017), A constructivist multiple criteria framework for mortgage risk analysis, *Information Systems and Operational Research*, DOI: 10.1080/03155986.2017.1332919.

- Qiu, Y.; Shi, X. & Shi, C. (2015), A system dynamics model for simulating the logistics demand dynamics of metropolitans: a case study of Beijing, China, *Journal of Industrial Engineering and Management*, Vol. 8(3), 783-803.
- Ribeiro, M.; Ferreira, F.; Jalali, M. & Meidutė-Kavaliauskienė, I. (2017), A fuzzy knowledge-based framework for risk assessment of residential real estate investments, *Technological and Economic Development of Economy*, Vol. 23(1) 140-156.
- Richardson, G. (2011), Reflections on the foundations of system dynamics, *System Dynamics Review*, Vol. 27 (3), 219-243.
- Rita, D.; Ferreira, F.; Meidute-Kavaliauskiene, I.; Govindan, K. & Ferreira, J. (2018), Proposal of a green index for small and medium-sized enterprises: A multiple criteria group decision-making approach, *Journal of Cleaner Production*, Vol. 196, 985-996.
- Salmeron, J. (2012), Fuzzy cognitive maps for artificial emotions forecasting, *Applied Soft Computing*, Vol. 12(12), 3704-3710.
- Salmeron, J.; Mansouri, T.; Reza, M.; Moghadam, S. & Mardani, A. (2018), Learning fuzzy cognitive maps with modified asexual reproduction optimisation algorithm, *Knowledge-Based Systems*, Vol. 163(1), 723-735.
- Sederati, P.; Santos, S. & Pintassilgo, P. (2019), System dynamics in tourism planning and development, *Tourism Planning & Development*, Vol. 16(3), 256-280.
- Shen, L.; Olfat, L.; Govindan, K.; Khodaverd, R. & Diabat, A. (2013), A fuzzy multi criteria approach for evaluating green supplier's performance in green supply chain with linguistic preferences, *Resources, Conservation and Recycling*, Vol. 74, 170-179.
- Shen, Q.; Chen, Q.; Tang, B.; Yeung, S.; Hu, Y. & Cheung, G. (2009), A system dynamics model for the sustainable land use planning and development, *Habitat International*, Vol. 33(1), 15-25.
- Shi, H.; Peng, S.; Liu, Y. & Zhong, P. (2008), Barriers to the implementation of cleaner production in Chinese SMEs: government, industry and expert stakeholders' perspectives, *Journal of Cleaner Production*, Vol. 16(7), 842-852.
- Silvestre, B. & Țîrcă, D. (2019), Innovations for sustainable development: Moving toward a sustainable future, *Journal of Cleaner Production*, Vol. 208, 325-332.
- Sjøberg, S. (2010), *Constructivism and Learning*, Oxford: Elsevier.

- Smith, C. & Shaw, D. (2018), The characteristics of problem structuring methods: A literature review, *European Journal of Operational Research*, DOI: 10.1016/j.ejor.2018.05.003.
- Stanitsas, M.; Kirytopoulos, K. & Vareilles, E. (2018), Facilitating sustainability transition through serious games: A systematic literature review, *Journal of Cleaner Production*, Vol. 208, 924-936.
- Sterman, J. (2002), *System Dynamics: System Thinking and Modeling for a Complex World*, Massachusetts: Massachusetts Institute of Technology Engineering Systems Division.
- Sterman, J.; Oliva, R.; Linderman, K. & Bendoly, E. (2015), System dynamics perspectives and modeling opportunities for research in operations management, *Journal of Operations Management*, Vol. 39-40, 1-5.
- Štula, M.; Maras, J. & Mladenović, S. (2017), Continuously self-adjusting fuzzy cognitive map with semi-autonomous concepts, *Neurocomputing*, Vol. 232, 34-51.
- Tan, Y.; Jiao, L.; Shuai, C. & Shen, L. (2018), A system dynamics model for simulating urban sustainability performance: A China case study, *Journal of Cleaner Production*, Vol. 199, 1107-1115.
- Tasdemir, C. & Gazo, R. (2018), A systematic literature review for better understanding of lean driven sustainability, *Sustainability*, Vol. 10(7), 2544.
- Testa, F.; Rizzi, F.; Daddi, T.; Gusmerotti, N.; Frey, M. & Iraldo, F. (2014), EMAS and ISO 14001: the differences in effectively improving environmental performance, *Journal of Cleaner Production*, Vol. 68(1), 165-173.
- Tolman, E. (1948), Cognitive maps in rats and men, *Psychological Review*, Vol. 55(4), 189-208.
- Torres, J.; Kunc, M. & O'Brien, F. (2017), Supporting strategy using system dynamics, *European Journal of Operational Research*, Vol. 260(3), 1081-1094.
- Vasslides, J. & Jensen, O. (2016), Fuzzy cognitive mapping in support of integrated ecosystem assessments: Developing a shared conceptual model among stakeholders, *Journal of Environmental Management*, Vol.166, 348-356.
- Village, J.; Salustri, F. & Neumann, W. (2013), Cognitive mapping: Revealing the links between human factors and strategic goals in organizations, *International Journal of Industrial Ergonomics*, Vol. 43 (4), 304-313.

- Walker, B.; Redmond, J.; Sheridan, L.; Wang, C. & Goeft, U. (2008), *Small and Medium Enterprises and the Environment: Barriers, Drivers, Innovation and Best Practice – A Review of the Literature*, Edith Cowan University, Western Australia: Small and Medium Enterprise Research Centre.
- WCED – World Commission on Environment and Development (1987), *Our Common Future*, disponível online em: <http://www.un-documents.net/our-common-future.pdf> [Setembro 2018].
- Wu, K.; Liu, J. & Chi, Y. (2017), Wavelet fuzzy cognitive maps, *Neurocomputing*, Vol. 232, 94-103.
- Xavier, M.; Ferreira, F. & Esperança, J. (2018), An intuition-based evaluation framework for social credit applications, *Annals of Operations Research*, DOI: 10.1007/s10479-018-2995-8.
- Zeigler, B.; Muzy, A. & Kofman, E. (2019), Open research problems: Systems dynamics, complex systems, in Zeigler, B.; Muzy, A. & Kofman, E. (Eds.), *Theory of Modeling and Simulation: Discrete Event and Iterative Computational Foundations*, London, Academic Press, 641-658.
- Ziout, A.; Azab, A.; Altarazi, S. & ElMaraghy, W. (2013), Multi-criteria decision support for sustainability assessment of manufacturing system reuse, *Journal of Manufacturing Science and Technology*, Vol. 6(1), 59-69.
- Zomorodian, M.; Lai, S.; Homayounfar, M.; Ibrahim, S.; Fatemi, S. & El-Shafie, A. (2018), The state-of-the-art system dynamics application in integrated water resources modeling, *Journal of Environmental Management*, Vol. 227, 294-304.