

Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho  
Faculdade de Engenharia de Bauru  
Departamento de Engenharia de Produção

Daniel Felipe de Oliveira

**IDENTIFICAÇÃO E ANÁLISE DE CATEGORIAS DE IMPACTO DE  
SUSTENTABILIDADE DO CICLO DE VIDA EM COMPRAS SUSTENTÁVEIS**

Bauru-SP

2021

Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho  
Faculdade de Engenharia de Bauru  
Departamento de Engenharia de Produção

Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção

Linha de Pesquisa: Sustentabilidade e Sistemas Produtivos

**IDENTIFICAÇÃO E ANÁLISE DE CATEGORIAS DE IMPACTO DE  
SUSTENTABILIDADE DO CICLO DE VIDA EM COMPRAS SUSTENTÁVEIS**

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção.

**Daniel Felipe de Oliveira**

Orientador: **Prof. Dr. Ricardo Gabbay de Souza**

Bauru-SP

2021

O48i Oliveira, Daniel Felipe  
Identificação e análise de categorias de impacto de sustentabilidade do ciclo de vida em compras sustentáveis / Daniel Felipe Oliveira. -- Bauru, 2021  
162 p. : il., tabs.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Engenharia, Bauru  
Orientador: Ricardo Gabbay Souza

1. Engenharia de produção. 2. Engenharia sustentável. 3. Processo decisório por critério múltiplo. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp.  
Biblioteca da Faculdade de Engenharia, Bauru. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

**ATA DA DEFESA PÚBLICA DA DISSERTAÇÃO DE Mestrado de DANIEL FELIPE DE OLIVEIRA, DISCENTE DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, DA FACULDADE DE ENGENHARIA - CÂMPUS DE BAURU.**

Aos 17 dias do mês de junho do ano de 2021, às 09:00 horas, por meio de Videoconferência, realizou-se a defesa de DISSERTAÇÃO DE Mestrado de DANIEL FELIPE DE OLIVEIRA, intitulada **IDENTIFICAÇÃO E ANÁLISE DE CATEGORIAS DE IMPACTO DE SUSTENTABILIDADE DO CICLO DE VIDA EM COMPRAS SUSTENTÁVEIS**. A Comissão Examinadora foi constituída pelos seguintes membros: Prof. Dr. RICARDO GABBAY DE SOUZA (Orientador(a) - Participação Virtual) do(a) Departamento de Engenharia Ambiental / Instituto de Ciência e Tecnologia - Câmpus de São José dos Campos - UNESP, Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. MISCHEL CARMEN NEYRA BELDERRAIN (Participação Virtual) do(a) Departamento de Gestão e Apoio à Decisão / ITA - Instituto Tecnológico de Aeronáutica / São José dos Campos - SP, Prof. Dr. DANIEL JUGEND (Participação Virtual) do(a) Departamento de Engenharia de Produção / Faculdade de Engenharia de Bauru - UNESP. Após a exposição pelo mestrando e arguição pelos membros da Comissão Examinadora que participaram do ato, de forma presencial e/ou virtual, o discente recebeu o conceito final: \_ \_ \_ APROVADO \_ \_ \_ . Nada mais havendo, foi lavrada a presente ata, que após lida e aprovada, foi assinada pelo(a) Presidente(a) da Comissão Examinadora.



Prof. Dr. RICARDO GABBAY DE SOUZA

À Juliana Abril Parra de Oliveira,  
minha prioridade, dedico este trabalho  
e o restante de minha vida.

“Aquellos que nos juzgan  
por la seriedad de nuestro rostro  
o por el retraimiento social  
de nuestras vidas,  
tal vez olvidan que en la soledad  
surgen y maduran las grandes  
inquietudes del hombre”.

Jorge Alessandri Rodríguez

## **AGRADECIMENTOS**

Ao Senhor, nosso Deus, pelo dom da vida, do trabalho e do estudo.

Ao Prof. Dr. Ricardo Gabbay de Souza pela orientação e direção à excelência.

Aos professores Mischel Neyra Carmen Belderrain e Daniel Jugend pelas excelentes contribuições para lapidação deste trabalho.

A Josenilton Ferreira da Costa, pelo encorajamento e estímulo a meu desenvolvimento pessoal e profissional.

Ao rol de entrevistados, que com receptividade e atenção possibilitaram a execução desta pesquisa.

A Juliana Abril Parra de Oliveira, por tudo.

A Luiz Fernando de Oliveira e Edenilze Maria Felipe de Oliveira, por suas carreiras dedicadas à educação.

A José Carlos Abril Medeiros, Cleide Alexandrino Parra e Heloisa Abril Parra pelo convívio e solidariedade a este trabalho.

## RESUMO

Compras Sustentáveis dependem da definição de critérios de avaliação da sustentabilidade para estruturar processos de seleção de fornecedores e produtos. Tendo em vista que um produto ou serviço possui diferentes categorias de impactos de sustentabilidade ao longo de todo seu ciclo de vida, o processo de compras pode considerá-los como critérios de avaliação. Uma ferramenta promissora para avaliação de sustentabilidade de produtos é a Avaliação de Sustentabilidade do Ciclo de Vida (*Life Cycle Sustainability Assessment - LCSA*). A LCSA utiliza Categorias de Impacto de Sustentabilidade para avaliar e comparar produtos a nível de impactos intermediários e finais (*midpoint* e *endpoint*). Esta pesquisa utilizou mapeamento cognitivo, uma ferramenta utilizada no Método de Estruturação de Problemas, para identificar e classificar categorias de impacto de sustentabilidade a serem utilizadas como critérios de avaliação em compras sustentáveis. Para a aplicação da metodologia, foi realizada uma revisão sistemática de literatura, e entrevistas com 10 especialistas no contexto de estudo. Analisando este conteúdo, foi catalogado um conjunto de 58 categorias de *midpoint*, que se relacionam a 15 categorias de *endpoint*. Isto contribui para que distintos atores na sociedade e nas cadeias de suprimentos possam avaliar suas opções de aquisição pelo processo de compras sustentáveis. A participação dos especialistas enriqueceu a compreensão do problema, onde foi proposta uma quarta dimensão de sustentabilidade para compras, compreendendo Governança e *Compliance* do fornecedor. O artigo contribui ainda para os estudos de avaliação de sustentabilidade ao sugerir e demonstrar uma abordagem metodológica para a definição de categorias de impacto de sustentabilidade.

**Palavras-Chave:** Compras Sustentáveis; LCSA; Avaliação de Sustentabilidade do Ciclo de Vida; Categorias de Impacto de Sustentabilidade; Problema de Seleção de Fornecedores; MCDA; Mapeamento Cognitivo.

Bauru-SP

2021.

## ABSTRACT

Sustainable Procurement depends on the definition of sustainability assessment criteria to structure processes for selecting suppliers and products. Bearing in mind that a product or service has different sustainability impacts categories throughout its life cycle, the procurement process can consider them as evaluation criteria. A promising tool for evaluating product sustainability is the Life Cycle Sustainability Assessment (LCSA). LCSA uses Sustainability Impact Categories to evaluate and compare products at the level of intermediate and final impacts (midpoint and endpoint). This research used cognitive mapping, a tool used in Problem Structuring Method, to identify and classify sustainability impact categories to be used as criteria for assessing sustainable purchases. For the application of the methodology, a systematic literature review and interviews with 10 experts in the context of the study were carried out. Analysing this content, a set of 58 midpoint categories was catalogued, which relate to 15 endpoint categories. This contributes so that different actors in society and in the supply chains can evaluate their purchasing options through the sustainable procurement process. The participation of experts enriched the understanding of the problem, where a fourth dimension of sustainability for procurement was proposed, comprising Governance and Compliance of the supplier. The article also contributes to sustainability assessment studies by suggesting and demonstrating a methodological approach to the definition of sustainability impact categories.

**Key-words:** Sustainable Procurement; LCSA; Life Cycle Sustainability Assessment; Sustainability Impact Categories; Supplier Selection Problem; MCDA; Cognitive Mapping.

Bauru-SP

2021

## Índice de Ilustrações

Figura 1: Gestão Sustentável da Cadeia de Suprimentos. Fonte: adaptado de HERVANI, HELMS e SARKIS, 2005 e SEURING e MÜLLER, 2008. ....	16
Figura 2: Modelo esquemático da LCSA. Fonte: adaptado de KLOEPFFER, 2008 e VAN KEMPEN et al., 2017. ....	17
Figura 3: Estrutura da norma ISO 20400 - Compras Sustentáveis. Fonte: adaptado de NBR ISO 20400 (2017). ....	32
Figura 4: Ciclo de gerenciamento de compras sustentáveis. Fonte: adaptado de (ICLEI, 2015) .....	33
Figura 5: Fases de uma LCA. Fonte: adaptado de ABNT ISO 14040:2009. ....	35
Figura 6: Avaliação de Impacto do Ciclo de Vida. Fonte: Adaptado de: ISO 14040:2009. ....	37
Figura 7: Estrutura da avaliação de impacto ambiental, vinculando as categorias do ponto médio ( <i>midpoint</i> ) às categorias de ponto final ( <i>endpoint</i> ). Fonte: adaptado de (UNEP/SETAC, 2011). ....	38
Figura 8: Dimensões de custo para LCC. Fonte: adaptado de: (IEC, 2004; UNEP/SETAC, 2011) .....	41
Figura 9: Exemplo de estrutura de análise de impacto para LCSA. Fonte: adaptado de (UNEP/SETAC, 2011). ....	45
Figura 10: Apresentação dos resultados da LCSA. Fonte: adaptado de: (CAPITANO; TRAVERSO; RIZZO, 2011; UNEP/SETAC, 2011). ....	46
Figura 11: Estrutura de um mapa cognitivo. Fonte: adaptado de (SOUZA et al., 2015). ....	50
Figura 12: estrutura para análise do custo real de compras considerando o impacto integral no meio ambiente Fonte: adaptado de: (LUTTENBERGER; LUTTENBERGER, 2017) .....	51
Figura 13: Exemplos de classes de compras no modelo. Fonte: adaptado de (JENSSEN; DE BOER, 2019). ....	52
Figura 14: Perspectivas do ciclo de vida para diferentes situações de decisão. Fonte: adaptado de (BUTT; TOLLER; BIRGISSON, 2015). ....	52
Figura 15: Diagrama da estrutura metodológica da pesquisa. Baseado em: (GOVINDAN; HASANAGIC, 2018; RUPARATHNA; HEWAGE, 2015; SOUZA et al., 2015). ....	56
Figura 16: Procedimento de Revisão Sistemática de Literatura. Fonte: Adaptado de (GOVINDAN; HASANAGIC, 2018). ....	57
Figura 17: Definição dos termos de busca a partir de procedimento iterativo em três etapas. Fonte: elaborado pelo autor. ....	58
Figura 18: Avaliação de artigos a partir dos resultados iniciais de busca. Fonte: elaborado pelo autor. ....	60
Figura 19: Mapa cognitivo de práticas fundamentais em compras sustentáveis. Fonte: elaborado pelo autor. ....	72
Figura 20: Excerto do mapa de impactos ambientais. Fonte: elaborado pelo autor. ....	78
Figura 21: Excerto de mapa individual. Fonte: elaborado a partir da entrevista com especialista TV. ....	82

Figura 22: Estrutura do mapa congregado. Elaborado pelo autor.....	88
Figura 23: Simbologia da estrutura de causa e efeito do mapa congregado. Fonte: elaborado pelo autor. ....	90
Figura 24: Mapa de Impacto Ambiental. Elaborado a partir das fontes: Documentos de LCSA, Manual ILCD, Norma ISO 14.040 e Artigos Científicos. ....	124
Figura 25: Mapa de Impacto de Custo. Elaborado a partir das fontes: Documentos de LCSA e Artigos Científicos.....	125
Figura 26: Mapa de Impacto Social: dano ao trabalhador. Elaborado a partir das fontes: Documentos de LCSA e Artigos Científicos.....	126
Figura 27: Mapa de Impacto Social: dano ao consumidor. Elaborado a partir das fontes: Documentos de LCSA e Artigos Científicos.....	127
Figura 28: Mapa de Impacto Social: dano à comunidade local. Elaborado a partir das fontes: Documentos de LCSA e Artigos Científicos.....	128
Figura 29: Mapa de Impacto Social: dano à sociedade. Elaborado a partir das fontes: Documentos de LCSA e Artigos Científicos.....	129
Figura 30: Mapa de Impacto Social: dano a outros atores da cadeia. Elaborado a partir das fontes: Documentos de LCSA e Artigos Científicos.....	130
Figura 31: Mapa de impacto de sustentabilidade. Elaborado a partir da fonte: NBR ISO 20.400. ....	131
Figura 32. Mapa de impacto de sustentabilidade. Elaborado a partir das fontes: Documentos da ICLEI. ....	132
Figura 33. Categorias de Impacto de sustentabilidade. Elaborado a partir da fonte: Manual da A3P. ....	133
Figura 34: Mapa cognitivo de entrevista. Entrevistado: DD.....	134
Figura 35: Mapa cognitivo de entrevista. Entrevistado: LM.....	135
Figura 36: Mapa cognitivo de entrevista. Entrevistado: TV.....	136
Figura 37: Mapa cognitivo de entrevista. Entrevistado: LB.....	137
Figura 38: Mapa cognitivo de entrevista. Entrevistado: DC.....	138
Figura 39: Mapa cognitivo de entrevista. Entrevistado: CT.....	139
Figura 40: Mapa cognitivo de entrevista. Entrevistado: RR.....	140
Figura 41: Mapa cognitivo de entrevista. Entrevistado: AJ.....	141
Figura 42: Mapa cognitivo de entrevista. Entrevistado: TC.....	142
Figura 43: Mapa cognitivo de entrevista. Entrevistado: PO.....	143
Figura 44: Composição do mapa congregado - Parte 1. Elaborado pelo autor.....	144
Figura 45: Composição do mapa congregado - Parte 2. Elaborado pelo autor.....	145
Figura 46: Composição do mapa congregado - Parte 3. Elaborado pelo autor.....	146

Figura 47: Composição do mapa congregado - Parte 4. Elaborado pelo autor. ....	147
Figura 48: Composição do mapa congregado - Parte 5. Elaborado pelo autor. ....	148
Figura 49: Composição do mapa congregado - Parte 6. Elaborado pelo autor. ....	149
Figura 50: Composição do mapa congregado - Parte 7. Elaborado pelo autor. ....	150
Figura 51: Composição do mapa congregado - Parte 8. Elaborado pelo autor. ....	151
Figura 52: Composição do mapa congregado - Parte 9. Elaborado pelo autor. ....	152

## Sumário

<b>1. Introdução.....</b>	<b>15</b>
1.1. Contextualização.....	15
1.2. Problema de pesquisa, objetivos e justificativa.....	20
<b>2. Revisão Bibliográfica.....</b>	<b>23</b>
<b>2.1. Compras Sustentáveis .....</b>	<b>23</b>
2.1.1. Definições e Aplicações.....	23
2.1.2. Modelos de referência em compras sustentáveis .....	30
<b>2.2. Avaliação de sustentabilidade do ciclo de vida (LCSA).....</b>	<b>34</b>
2.2.1. Avaliação Ambiental do Ciclo de Vida.....	34
2.2.2. Custeio do Ciclo de Vida .....	39
2.2.3. Avaliação Social do Ciclo de Vida.....	41
2.2.4. Estrutura Metodológica da LCSA.....	43
<b>2.3. Mapeamento cognitivo e sua relação com a LCSA .....</b>	<b>47</b>
<b>2.4. Relação entre Compras Sustentáveis e LCSA.....</b>	<b>50</b>
<b>3. Método de Pesquisa.....</b>	<b>55</b>
<b>3.1. Fase 1 – Estudar conhecimento prévio .....</b>	<b>56</b>
<b>3.2. Fase 2 – Compilar potenciais categorias de impacto de sustentabilidade.....</b>	<b>60</b>
3.2.1. Montar mapas cognitivos do conteúdo bibliográfico .....	60
3.2.2. Realizar entrevistas e montar mapas cognitivos individuais .....	62
3.2.3. Montar mapa congregado .....	66
<b>3.3. Fase 3 – Realizar análise crítica.....</b>	<b>67</b>
<b>3.4. Fase 4 – Catalogar, interpretar e discutir resultados.....</b>	<b>70</b>
<b>4. Resultados e discussão .....</b>	<b>71</b>
<b>4.1. Compilação do conhecimento prévio .....</b>	<b>71</b>
<b>4.2. Mapeamento cognitivo .....</b>	<b>77</b>
4.2.1. Mapeamento cognitivo do conteúdo bibliográfico .....	77
4.2.2. Entrevistas e mapas cognitivos individuais .....	82
4.2.3. Mapa congregado .....	87
<b>4.3. Análise crítica e catalogação das categorias de impacto .....</b>	<b>96</b>
<b>4.4. Vantagens e limitações da metodologia.....</b>	<b>104</b>
<b>5. Conclusões e recomendações.....</b>	<b>107</b>
<b>6. Referências Bibliográficas .....</b>	<b>109</b>
<b>Apêndice 1 - Lista de artigos da avaliação sistemática de literatura .....</b>	<b>116</b>
<b>Apêndice 2 - Lista de especialistas e profissionais entrevistados.....</b>	<b>120</b>

<b>Apêndice 3 - Mapas cognitivos parciais elaborados a partir das fontes bibliográficas. ....</b>	<b>124</b>
<b>Apêndice 4 - Mapas cognitivos elaborados a partir das entrevistas. ....</b>	<b>134</b>
<b>Apêndice 5 - Mapa congregado. ....</b>	<b>144</b>
<b>Apêndice 6 - Catálogo de Categorias de Impacto de Sustentabilidade do Ciclo de Vida para Compras Sustentáveis. ....</b>	<b>153</b>

# 1. Introdução

## 1.1. Contextualização

Após a cunhagem do conceito de Desenvolvimento Sustentável pela Comissão *Brundtland* (relatório *Our Common Future* de 1987), surgiram numerosos esforços multidisciplinares para apoiar um padrão sustentável para a vida humana (NAWAZ; KOÇ, 2019). A definição de Desenvolvimento Sustentável sugere que as empresas e cidadãos não concentrem esforços apenas em aspectos econômicos, mas também na sustentação dos recursos naturais e sociais (MEJÍAS; PAZ; PARDO, 2016). Desde então, a sustentabilidade vem ganhando reconhecimento e importância, haja vista que oferece vantagem competitiva e cria valor para as organizações, sociedade e partes interessadas (NAWAZ; KOÇ, 2019).

Contudo, há obstáculos para a operacionalização da sustentabilidade nas empresas e em suas cadeias de suprimentos (NAWAZ; KOÇ, 2019). Por cadeia de suprimentos entende-se a estrutura de materiais e informações baseada em uma rede com processos de negócios e componentes de gerenciamento (SOFIYESSI, 2019). O principal obstáculo à operacionalização da sustentabilidade ocorre porque partes das atividades produtivas (ou seja, que agregam valor) estão fora do controle das organizações, por exemplo, em fornecedores (NAWAZ; KOÇ, 2019).

O escopo geral da sustentabilidade na gestão da cadeia de suprimentos envolve quatro macroprocessos distintos, ilustrados na Figura 1 (HERVANI; HELMS; SARKIS, 2005; SEURING; MÜLLER, 2008). O primeiro dos macroprocessos abrange a concepção de Compras Sustentáveis, que são definidas na Norma ISO 20.400:2017 (Compras Sustentáveis – Diretrizes), como: a atividade de aquisição de bens ou serviços com os impactos ambientais, sociais e econômicos mais positivos ao longo de todo o ciclo de vida de um produto. O processo de compras sustentáveis incorpora a avaliação de aspectos sociais, ambientais e econômicos para a decisão de compras (WALKER; BRAMMER, 2012). Também busca visualizar para a tomada de decisão a perspectiva do ciclo de vida do produto a ser adquirido (BIDERMAN et al., 2008; ICLEI, 2015). Por ciclo de vida, entendem-se todas as fases físicas do começo ao fim de um produto, ou seja, da extração de matéria prima até a última etapa de destinação, envolvendo os fluxos de materiais, energia, informação e dinheiro (KLOEPFFER, 2008; UNEP/SETAC, 2011). Contudo, a

incorporação de critérios de natureza diversa, como ambientais e sociais, conjuntamente à perspectiva econômica, torna o processo de decisão de compras mais desafiador, complexo e pluralizado (GANGA et al., 2016; GOVINDAN et al., 2015; IGARASHI; DE BOER; FET, 2013).

Figura 1: Gestão Sustentável da Cadeia de Suprimentos. Fonte: adaptado de HERVANI, HELMS e SARKIS, 2005 e SEURING e MÜLLER, 2008.



O uso da perspectiva do ciclo de vida como instrumento para avaliação de compras é corroborado pelo fato de que também é aplicada no desenvolvimento de políticas públicas de rotulagem ambiental, aquisições governamentais, regulamentação de análises ambientais e políticas de guias tecnológicos (ICLEI, 2015; WARIS et al., 2019). Nessa ótica, sendo a Avaliação de Sustentabilidade do Ciclo de Vida (*Life Cycle Sustainability Assessment - LCSA*) uma metodologia promissora para a avaliação da sustentabilidade (COSTA; QUINTEIRO; DIAS, 2019; JØRGENSEN; HERRMANN; BJØRN, 2013; SOUZA et al., 2015), desperta-se o interesse pelo seu uso como meio para realização de compras sustentáveis.

Hoje, a abordagem mais utilizada da LCSA considera a verificação conjunta das perspectivas ambientais, econômicas e sociais para um produto ou processo ao longo do seu ciclo de vida, iniciando-se pela definição de escopo e categorias de impacto (COSTA; QUINTEIRO; DIAS, 2019). As categorias de impacto referem-se a agrupamentos lógicos da aplicação da LCSA relacionados a aspectos ambientais, econômicos ou sociais de interesse das partes interessadas e dos tomadores de decisão (UNEP/SETAC, 2011; VAN KEMPEN et al., 2017).

A maioria dos estudos de LCSA adota categorias de impacto especificadas em estruturas estabelecidas, como as diretrizes da Iniciativa do Ciclo de Vida do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (UNEP/SETAC, 2011) e o Manual do Sistema Internacional de Referência de dados do Ciclo de Vida (EC-JRC, 2010). Essas estruturas contêm categorias e subcategorias de impacto predefinidas. Nessas aplicações de LCSA, a escolha de categorias de impacto geralmente é feita pelos próprios analistas, em vez de derivar das perspectivas das partes interessadas envolvidas em cada situação. Outra abordagem para definição de categorias de

impacto seria elaborá-las a partir da consulta a partes interessadas e especialistas para cada aplicação (SOUZA et al., 2015; UNEP/SETAC, 2011; VAN KEMPEN et al., 2017).

Assim, a LCSA considera os três pilares tradicionalmente contidos na definição de sustentabilidade (JØRGENSEN; HERRMANN; BJØRN, 2013). É composta por três módulos metodológicos complementares (KLOEPFFER, 2008; VAN KEMPEN et al., 2017), ilustrados na Figura 2.

Figura 2: Modelo esquemático da LCSA. Fonte: adaptado de KLOEPFFER, 2008 e VAN KEMPEN et al., 2017.



Onde:

- LCA: *Life Cycle Assessment*, (também denominado eLCA ou Avaliação do Ciclo de Vida Ambiental), corresponde ao módulo ambiental. Sua estrutura metodológica está padronizada na série de normas internacionais ISO 14.040 a 14.044 e amplamente desenvolvida no Sistema de Referência Internacional de dados do Ciclo de Vida (ILCD) (DEL BORGHÍ; MORESCHI; GALLO, 2020; SANCHEZ; ECKELMAN; SHERMAN, 2020);
- LCC: *Life Cycle Costing*, correspondente à avaliação de custos associados ao ciclo de vida para diferentes elos ao longo da cadeia (LUTTENBERGER; LUTTENBERGER, 2017). Possui diretrizes metodológicas sugeridas para aplicação em compras sustentáveis na Norma ISO 20.400 – Compras Sustentáveis (ABNT-NBR/ISO, 2017) e no Manual “Procura +” para implantação de compras sustentáveis (WARIS et al., 2019);
- SLCA: *Social Life Cycle Assessment*, correspondente ao pilar social da sustentabilidade. Visa avaliar os aspectos sociais dos produtos e seus impactos positivos e negativos ao longo de seu ciclo de vida. Sua base metodológica foi registrada pelo Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (UNEP/SETAC, 2009), baseando-se na estrutura da LCA (FALCONE; IMBERT, 2018).

Em uma visão mais voltada para corporações, uma organização considerada

sustentável realiza análise do ciclo de vida de seus produtos. Também desenvolve políticas para garantir que as atividades de compras sejam congruentes com os objetivos organizacionais de sustentabilidade (ABNT-NBR/ISO, 2017; GROB; MCGREGOR, 2005). Em outras palavras, a organização sustentável se preocupa com o fluxo total da produção, desde a extração de matérias-primas até a sua reutilização, reciclagem ou destinação final dos resíduos, mesmo onde sua própria operação possa controlar apenas um elo da cadeia total. Isto favorece a vinculação entre o conceito de compras sustentáveis e a avaliação da sustentabilidade do ciclo de vida. Na perspectiva de gestão sustentável de organizações, o processo de compras sustentáveis se destaca por contemplar a celebração de parcerias a partir da seleção de fornecedores (HERVANI; HELMS; SARKIS, 2005; LAOSIRIHONGTHONG; SAMARANAYAKE; NAGALINGAM, 2019). A partir de compras sustentáveis, há a exigência crescente de se avaliar a sustentabilidade de produtos, sistemas e tecnologias ao longo de todo o ciclo de vida (A; PATI; PADHI, 2019; COSTA; QUINTEIRO; DIAS, 2019).

Constata-se que a perspectiva do ciclo de vida é aderente à avaliação de sustentabilidade de produtos em um processo de compras (ABNT-NBR/ISO, 2017; ALHOLA et al., 2019; ICLEI, 2015). Concomitantemente, a LCSA, como ferramenta de avaliação de sustentabilidade, adota uma abordagem inclusiva, cobrindo todos os três aspectos da sustentabilidade (ambiental, econômico e social) através da escolha das categorias de impacto (COSTA; QUINTEIRO; DIAS, 2019), e permite a realização de pesquisas no campo do gerenciamento sustentável da cadeia de suprimentos (VAN KEMPEN et al., 2017). A partir da definição de categorias de impacto ambiental, econômico e social, a LCSA pode definir, para o processo de compras sustentáveis, a identificação de critérios sustentáveis para seleção de fornecedores e de produtos e serviços.

Concomitantemente, a temática da sustentabilidade precisa ser tratada no contexto da seleção de fornecedores, que é uma atividade crucial na gestão da cadeia de suprimentos (GANGA et al., 2016; IGARASHI; DE BOER; FET, 2013). Nesse sentido, um Problema de Seleção de Fornecedores (*Supplier Selection Problem* - SSP) consiste na análise de desempenho de um conjunto de fornecedores para serem classificados e selecionados (BRUNO et al., 2009; TING; CHO, 2008). Isso envolve uma multiplicidade de critérios, por sua vez com natureza diversa: qualitativa, quantitativa, além de outras características subjetivas e

específicas para o produto e negócio, o que torna o processo de decisão um desafio (HERVANI; HELMS; SARKIS, 2005). Nesse contexto, inúmeras abordagens vêm sendo aplicadas na seleção de fornecedores sustentáveis, dentre eles os métodos de Análise de Decisão Multi-Critérios (*Multi-Criteria Decision Analysis - MCDA*), programação matemática, inteligência artificial, e abordagens híbridas combinando diferentes métodos. A literatura acadêmica e profissional se desenvolve nesta área, especialmente no que tange ao uso de métodos quantitativos e na consideração de aspectos sociais (GALO; CALACHE; CARPINETTI, 2018; GANGA et al., 2016).

Os métodos de MCDA são particularmente difundidos e utilizados nos Problemas de Seleção de Fornecedores (CHAI; LIU; NGAI, 2013; GALO; CALACHE; CARPINETTI, 2018; SILVA; BELDERRAIN, 2019). Isto ocorre pelo fato de que estes problemas possuem múltiplas alternativas e múltiplos critérios, tanto qualitativos e quantitativos, e que podem ser conflitantes entre si (SONMEZ, 2006; SVENSSON, 2004). Um critério ou atributo de decisão é definido como um indicador de desempenho empregado para medir o impacto de cada alternativa de decisão no objetivo buscado (FRANCO; MONTIBELLER, 2010). Neste sentido, fazendo o paralelo do uso da LCSA como ferramenta para seleção de fornecedores e produtos, e considerando que os objetivos fundamentais na LCSA são: evitar impactos negativos e maximizar impactos positivos no sistema em análise, entende-se que as categorias de impacto na LCSA podem ser vistas como os critérios pelos quais se pode medir o impacto de cada alternativa de decisão (SOUZA et al., 2015). Desta forma, as categorias de impacto de sustentabilidade usadas na LCSA podem ser interpretadas como critérios de decisão para avaliação de fornecedores e de produtos e serviços.

Por consequência, a identificação das categorias de impacto de sustentabilidade do ciclo de vida para compras sustentáveis pode ser interpretada como a estruturação de elementos multicritérios para problema de seleção de fornecedores e produtos. Contudo, esta pesquisa não enfatiza os métodos e aplicações de MCDA, mas sim considera a sustentabilidade como um problema de decisão multicritério, pois envolve distintos critérios sociais, ambientais e econômicos que conduzem a uma decisão.

Para a MCDA, é necessária a estruturação eficaz do problema, isso porque as fases subsequentes de análise são fortemente influenciadas pelo processo de estruturação. Historicamente, grande parte da literatura MCDA assumiu um

problema bem estruturado como ponto de partida, porém isto começou a mudar no final da década de 1990, com um foco maior nos métodos de estruturação de problemas para MCDA (MARTTUNEN; LIENERT; BELTON, 2017). Os métodos de estruturação de problemas (*Problem Structuring Methods* – PSM) se caracterizam por oferecer um modelo de estruturação cognitiva para problemas complexos (por exemplo, o mapeamento cognitivo), o que permite a articulação e representação de distintas perspectivas em um estudo (MINGERS; ROSENHEAD, 2004).

Neste contexto, uma melhor compreensão do problema complexo de decisão pode ser promovida pelo uso de PSMs para estruturar o MCDA. A partir, por exemplo, da utilização de mapeamento cognitivo, diferentes perspectivas de distintos *stakeholders* envolvidos no problema podem ajudar a definir o objetivo da MCDA, construir uma árvore de valores e desenvolver alternativas. O mapa pode servir como "memória organizacional" e apoiar o uso de um MCDA mais simples (MARTTUNEN; LIENERT; BELTON, 2017). Assim, sendo a seleção sustentável de fornecedores e produtos um problema complexo, e considerando que as categorias de impacto em uma LCSA são vistas como elementos multicritérios, identifica-se a oportunidade de utilizar PSM como método para o levantamento e identificação das potenciais categorias de impacto para compras sustentáveis.

## **1.2. Problema de pesquisa, objetivos e justificativa**

Para aplicação da LCSA, é fundamental a definição das categorias de impacto de sustentabilidade do ciclo de vida a serem consideradas na avaliação de sustentabilidade (ABNT-NBR/ISO, 2009; COSTA; QUINTEIRO; DIAS, 2019; UNEP/SETAC, 2011). Desta forma, para se aplicar a LCSA ao processo de compras sustentáveis, é necessário esclarecer o problema: quais as categorias de impacto de sustentabilidade do ciclo de vida podem ser utilizadas como critérios de avaliação e seleção de fornecedores e produtos no processo de compras sustentáveis?

Para responder a esta pergunta, o principal objetivo desta pesquisa é desenvolver e aplicar uma abordagem metodológica para a definição de categorias de impacto de sustentabilidade em LCSA para utilização em compras sustentáveis baseada em análise de conteúdo bibliográfico e consulta a especialistas. Disto derivam os objetivos específicos, que são:

- i. Elicitar como a seleção de categorias de impacto de sustentabilidade pode estar associada à avaliação de opções em compras sustentáveis;
- ii. Combinar Métodos de Estruturação de Problemas (PSMs) e a abordagem da LCSA em uma metodologia de apoio à decisão em compras sustentáveis;
- iii. Analisar como as categorias de impacto de sustentabilidade do ciclo de vida para compras sustentáveis podem ser classificadas em função de suas relações de causa e efeito.

É possível verificar a necessidade de desenvolvimento do processo de compras para promoção da sustentabilidade na ótica de todo o ciclo de vida de um produto através de significativas mudanças recentes em políticas internacionais. A Cúpula Mundial sobre Desenvolvimento Sustentável, em 2002 na cidade de Johannesburgo, apresentou a necessidade por parte das administrações públicas mundiais em exigir licitações sustentáveis (PEGORIN; SANTOS; MARTINS, 2014; RUPARATHNA; HEWAGE, 2015). Isto é um fator de motivação para que governantes venham a instituir políticas de compras públicas que contribuam para a sustentabilidade (OLIVEIRA; SIMÃO; CAEIRO, 2020). Na Índia, o Ministério das Finanças apresentou Regras Financeiras Gerais para todos os escritórios do governo. As regras incorporam diretrizes de compras, tratando de questões como monitoramento de contratos, negociação com licitantes, e diretrizes de compras ecológicas (MANSI, 2015). Na União Europeia (UE), políticas públicas foram alteradas nos últimos anos para promover compras sustentáveis. Uma das mudanças mais importantes é a nova Diretiva da UE sobre contratos públicos – Diretiva 2014/24/UE (ALHOLA et al., 2019). A Diretiva permite que critérios de compras sejam definidos com base na perspectiva do ciclo de vida (ALHOLA et al., 2019). Também na Europa, projetos e iniciativas em compras sustentáveis são fomentados pela “Procura +”, uma campanha promovida pelo grupo Governos Locais pela Sustentabilidade – ICLEI (CORREIA et al., 2013). A “Procura +” é uma rede de autoridades públicas europeias que colaboram no tema por meio de seminários, *webinars* e grupos de trabalho. O Manual da “Procura +” é um guia de referência para implementação de compras sustentáveis (HEIKKINEN et al., 2020). No Brasil, a Agenda Ambiental na Administração Pública (A3P) é o maior programa de compras sustentáveis na América Latina (DELMONICO et al., 2018) e promove o

uso de critérios de sustentabilidade na administração pública (JUNIOR; TEIXEIRA; SILVA, 2019; TRIGO et al., 2017).

Outrossim, constata-se que há necessidade de estrutura metodológica adequada aos objetivos de sustentabilidade do comprador para avaliação de compras sustentáveis, (PONCE; GIL; DURÁN, 2019). A estrutura metodológica deve contemplar a avaliação das opções de compras por critérios de sustentabilidade ao longo do ciclo de vida do produto, e a classificação das ofertas por meio de um sistema de medição (LAOSIRIHONGTHONG; SAMARANAYAKE; NAGALINGAM, 2019). Desta forma, há relevância da avaliação de sustentabilidade do ciclo de vida de produtos no processo de compras (ALHOLA et al., 2019; ICLEI, 2015; VAN KEMPEN et al., 2017). Somado a isto, considerando que há dúvida sobre quais critérios de seleção de fornecedores sob a perspectiva do ciclo de vida são capazes de tornar robusta a tomada de decisão (GANGA et al., 2016; HARRIS; DIVAKARLA, 2017), o presente trabalho oferece contribuição aos estudos de Compras Sustentáveis e de Avaliação de Sustentabilidade do Ciclo de Vida através da identificação e classificação das categorias de impacto de sustentabilidade a serem utilizados como critérios de avaliação de diferentes alternativas para compras.

## **2. Revisão Bibliográfica**

### **2.1. Compras Sustentáveis**

Para elucidar o que envolve o conceito de compras sustentáveis, buscou-se apresentar a evolução e o estado da arte do tema. Isto se deu através da apresentação de sua definição, aplicações e modelos de referência.

#### **2.1.1. Definições e Aplicações**

Compras Sustentáveis são definidas como o processo de geração de aquisições coerentes com os princípios do desenvolvimento sustentável, buscando garantir uma sociedade forte, saudável, justa, vivendo dentro dos limites ambientais e promovendo boa governança (ICLEI, 2015; WALKER; BRAMMER, 2009). Distingue-se de um processo comum de compras por considerar suas consequências ambientais, sociais e econômicas. Deve avaliar os métodos de fabricação; uso de materiais não renováveis; logística; opções de reciclagem; manutenção; reuso; capacidades de fornecedores; descarte; e prestação de serviços (RUPARATHNA; HEWAGE, 2015).

Inicialmente, o desenvolvimento do termo “compras verdes” passou a ser visto como parte de iniciativas de promoção do desenvolvimento sustentável. Apenas depois da consideração ambiental no processo de compras outros aspectos relacionados à dimensão social foram combinados com compras ecológicas, ou seja, abordando questões sociais e ambientais (BETIOL et al., 2012; MCCRUDDEN, 2004).

Há trabalhos acadêmicos que fornecem uma revisão bibliográfica estruturada em compras sustentáveis (ex. MIEMCZYK; JOHNSEN; MACQUET, 2012). Como resultado, revela-se uma tendência de pesquisa em lidar com a sustentabilidade ambiental, em detrimento da social. Também se observa que o principal enfoque de pesquisas científicas está na relação direta comprador-fornecedor, onde há uma relação dual estabelecida; e não na abordagem estendida da cadeia de suprimentos com todos os seus elos. As pesquisas se concentram nos processos internos da função de compras ou no gerenciamento dos fornecedores diretos em relação à sustentabilidade (MIEMCZYK; JOHNSEN; MACQUET, 2012).

A seleção de critérios de sustentabilidade, envolvendo distintas dimensões, é significativa como aspecto fundamental do processo de compras sustentáveis (LAOSIRIHONGTHONG; SAMARANAYAKE; NAGALINGAM, 2019). No entanto, a identificação adequada de critérios de sustentabilidade para a seleção de fornecedores pode ser laboriosa (GANGA et al., 2016). Isto ocorre devido às diversas medidas de desempenho adotadas por vários pesquisadores e profissionais do setor (LAOSIRIHONGTHONG; SAMARANAYAKE; NAGALINGAM, 2019). Apesar de sua importância, não há instrumento de medida específico e consensual que avalie o comportamento do processo de compras (PONCE; GIL; DURÁN, 2019). Avaliações de diferentes aspectos da sustentabilidade poderiam ser mais exploradas, particularmente os relacionados a impactos sociais, juntamente com os sistemas de métricas adotados pelos atores do mercado (WALKER et al., 2012; WALKER; PHILLIPS, 2009). Ainda, a promoção de métodos de *compliance* na cadeia de suprimentos é significativa como instrumento para colaboração em critérios para compras sustentáveis (AHMED et al., 2020; LAOSIRIHONGTHONG; SAMARANAYAKE; NAGALINGAM, 2019).

Embora existam muitos critérios possíveis para serem considerados, cabe a cada empresa ou decisor de compras escolhê-los de acordo com a natureza de suas operações (LAOSIRIHONGTHONG; SAMARANAYAKE; NAGALINGAM, 2019). A importância da escolha dos critérios de sustentabilidade para avaliação de fornecedores é corroborada pelo fato de que se constitui como componente de uma boa prática no processo de compras que se refere a adoção de estrutura metodológica clara para a tomada de decisão (PONCE; GIL; DURÁN, 2019). Conseqüentemente, a estrutura metodológica poderia proporcionar a classificação de fornecedores por *ranking*, e o uso da opinião de especialistas na avaliação de compras (LAOSIRIHONGTHONG; SAMARANAYAKE; NAGALINGAM, 2019).

Como parte do processo de compras sustentáveis em organizações, a seleção de fornecedores é essencial para o cumprimento das metas de sustentabilidade das empresas (JENSSEN; DE BOER, 2019). Isto fortalece a necessidade de que as organizações procurem estabelecer parcerias de fornecimento de longo prazo (BWANALI; RWELAMILA, 2017). A parceria de longo prazo, em detrimento da de curto prazo, assevera a importância do valor moral entre as relações de fornecimento, e a relevância em haver colaboração entre os agentes

da cadeia de suprimentos, ou seja, dentro e fora das organizações (BOAK et al., 2016; ERIKSSON; SVENSSON, 2016).

A colaboração entre os agentes da cadeia de suprimentos, associada à prática de adoção de iniciativas de divulgação e fomento de sustentabilidade pelo comprador (PREUSS, 2009) remete à necessidade de comunicação constante. Mostra-se, assim, que outro aspecto fundamental para compras sustentáveis é a comunicação entre as partes envolvidas no processo. As organizações que se comunicam mais com os fornecedores podem ter maiores impactos sobre os aspectos das compras sustentáveis. Isto está alinhado com pesquisas que sugerem que a comunicação e a colaboração nas cadeias de suprimentos auxiliam no seu gerenciamento sustentável (WALKER; BRAMMER, 2012).

É importante destacar que alguns aspectos relevantes na promoção de compras sustentáveis, tais como a colaboração entre organizações, compartilhamento de iniciativas, e comunicação constante, não estão diretamente associados às abordagens tradicionais de sustentabilidade (ambiental, econômica e social), de modo que a avaliação de compras considera outras dimensões e conteúdos importantes (AHMED et al., 2020; WALKER et al., 2012). O processo de decisão em compras pode considerar o cumprimento de padrões e certificações voltados a aspectos de gestão, não necessariamente relacionados diretamente às abordagens ambiental, econômica e social, o que esclarece a importância das considerações de governança e *compliance* do fornecedor como critérios na avaliação de compras (AHMED et al., 2020; HARRIS; DIVAKARLA, 2017). Mesmo em estudos do ciclo de vida, envolvendo categorias de LCSPA, já foi apresentada uma nova dimensão distinta das três abordagens tradicionais de sustentabilidade, classificada como “abordagem estratégica”, o que envolve, por exemplo, aspectos de atendimento e conformidade à legislação e interação entre outros agentes da cadeia (GUARNIERI; SILVA; LEVINO, 2016).

No estabelecimento das parcerias de fornecimento, o uso de contratos para orientar os fornecedores em direção a comportamentos sustentáveis é uma prática entre grandes empresas com sede nos EUA e na Europa (MITKIDIS; PERKOVIC; MITKIDIS, 2019). Da mesma forma, a existência de estrutura legal e regulamentar apropriada é benéfica para o desenvolvimento de compras sustentáveis (BWANALI; RWELAMILA, 2017; MITKIDIS; PERKOVIC; MITKIDIS, 2019). Isto é atestado, por exemplo, na Índia, onde diretrizes sobre responsabilidade social corporativa e

sustentabilidade afirmam que as empresas, particularmente as públicas, devem estender seu alcance e supervisão a toda a rede da cadeia de suprimentos. Com isto, busca-se garantir que fornecedores, vendedores, prestadores de serviços, clientes e parceiros também estejam comprometidos com os princípios e padrões de sustentabilidade da própria empresa (MANSI, 2015).

No escopo específico de contratos no setor público, identificou-se a existência de guias e publicações de práticas para a implementação de cláusulas sociais, econômicas e ambientais (PONCE; GIL; DURÁN, 2019; SOARES, 2019). Também há instruções ou acordos sobre contratos públicos sustentáveis. Especificamente, na Espanha, existem diversas administrações em diferentes esferas que, nos últimos anos, publicaram guias de boas práticas para a inclusão de cláusulas de responsabilidade social em seus contratos (PONCE; GIL; DURÁN, 2019).

As diretivas 2014/24/UE do Parlamento Europeu propõem a incorporação de critérios de responsabilidade socioambiental de maneira transversal na preparação e execução de contratos públicos. Isto busca provocar que as empresas licitantes cumpram requisitos específicos relacionados a critérios de sustentabilidade, e que as administrações públicas elaborem diretrizes e instruções para a implementação de cláusulas socioambientais em seus contratos (PONCE; GIL; DURÁN, 2019). As diretivas de 2014 oferecem uma visão de oportunidades cabíveis para implementação de compras sustentáveis, dentre elas (ICLEI, 2015):

- i. Critérios socioambientais podem ser levados em consideração quando contratos públicos são adjudicados e executados;
- ii. Foi confirmada a possibilidade de especificar os métodos de produção nas avaliações de propostas de compras (por exemplo: materiais orgânicos; uso de fontes energéticas renováveis ou não uso de substâncias prejudiciais ao meio ambiente);
- iii. Oferece oportunidade para o uso do Custeio do Ciclo de Vida (LCC) e o uso de rótulos ambientais e sociais.

No Brasil, o governo federal expandiu iniciativas sustentáveis pela Agenda Ambiental na Administração Pública – A3P (MMA, 2009), que é o maior programa de compras sustentáveis do setor público da América Latina (DELMONICO et al., 2018). A A3P tem por principal objetivo fomentar a responsabilidade socioambiental governamental e promover a inserção de critérios de sustentabilidade nas atividades da administração pública (TRIGO et al., 2017). Um de seus eixos temáticos está

relacionado especificamente a compras públicas sustentáveis. Denominado como “Licitação Sustentável”, o eixo temático promove a responsabilidade socioambiental nas compras públicas. Por licitação sustentável, entende-se a solução para integrar considerações ambientais e sociais em todos os estágios do processo da compra e contratação dos agentes públicos com o objetivo de reduzir impactos à saúde humana, ao meio ambiente e aos direitos humanos (BIDERMAN et al., 2008; WARIS et al., 2019). Para buscar esta aplicação, são práticas recomendadas pelo programa: evitar compras desnecessárias; e identificar com o máximo de detalhes possíveis a descrição de produtos sustentáveis (OLIVEIRA; SIMÃO; CAEIRO, 2020; PEGORIN; SANTOS; MARTINS, 2014).

Um exemplo trazido pela A3P na seção de Licitação Sustentável refere-se ao processo de aquisição de bens pelo Governo Federal. Na aquisição de bens, o Governo Federal poderá exigir os seguintes critérios de sustentabilidade (MMA, 2009):

- i. que os bens sejam constituídos, no todo ou em parte, por material reciclado, atóxico, biodegradável;
- ii. que sejam observados os requisitos ambientais para a obtenção de certificação do Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial - INMETRO como produtos sustentáveis ou de menor impacto ambiental em relação aos seus similares;
- iii. que os bens devam ser, preferencialmente, acondicionados em embalagem individual adequada, com o menor volume possível, e que utilize materiais recicláveis; e
- iv. que os bens não contenham substâncias perigosas), tais como mercúrio (Hg), chumbo (Pb), cromo hexavalente (Cr(VI)), cádmio (Cd), bifenil-polibromados (PBBs) e éteres difenil-polibromados (PBDEs) em concentração acima da recomendada na diretiva RoHS (*Restriction of Certain Hazardous Substances*).

Para contratação de serviços, a A3P expande os critérios de sustentabilidade a serem considerados. Isto visa incluir que as empresas contratadas adotem, por exemplo: medidas de contenção ao desperdício; que forneça aos empregados os equipamentos de segurança que se fizerem necessários na execução do serviço; que realize programas internos de capacitação para redução de desperdícios; e que realize separação dos resíduos recicláveis (MMA, 2009).

Identifica-se que o Estado Brasileiro tem procurado incentivar o mercado nacional, e particularmente as instituições públicas, a se ajustar à nova realidade da sustentabilidade (MMA, 2009). Por outro lado, existem diversas barreiras à implantação de compras públicas sustentáveis no Brasil, tais como (DELMONICO et al., 2018):

- i. Aspectos da cultura organizacional no Brasil:
  - a. A falta de conscientização dos funcionários sobre compras públicas sustentáveis;
  - b. A falta de recursos e estrutura organizacional para viabilizar compras sustentáveis (por exemplo: recursos humanos, sistemas de informação);
  - c. A desarticulação entre esferas do setor público no planejamento, organização, direção e controle de compras sustentáveis;
- ii. Aspectos operacionais:
  - a. Falta de tempo e alta pressão geradas por outras atividades concorrentes, resultando em pouca disponibilidade para se envolver em compras sustentáveis;
  - b. A falta de treinamento dos funcionários para gerenciar contratos que envolvem itens sustentáveis.

Quanto à identificação de produtos sustentáveis, distingue-se como iniciativa a rotulagem ambiental, que é um sistema de certificação de conformidade ambiental para produtos, sendo usado como instrumento da licitação sustentável. O rótulo é outorgado a produtos e serviços que estão em conformidade com os critérios de rotulagem ambiental (composto de requisitos técnicos qualitativos e quantitativos), no que se refere à qualidade de materiais, ou ao processo de produção. A nível mundial, a série de Normas ISO 14.020 serve para estabelecer critérios técnicos de rotulagem ambiental no qual os programas existentes possam ser aferidos (BIDERMAN et al., 2008; DEL BORGHI; MORESCHI; GALLO, 2020).

Ainda na ótica do setor público, o desenvolvimento de programas de Parcerias Público-Privadas (PPP) é um empreendimento complexo que exige níveis de habilidades relevantes. É somente através da alavancagem dos pontos fortes dos setores público e privado que as PPPs, como alternativa ao sistema tradicional de compras, podem se tornar um veículo para fornecer infraestrutura pública que

impulsione o crescimento das economias em desenvolvimento (BWANALI; RWELAMILA, 2017).

Para conduzir a seleção e contratação de fornecedores no setor público, foi identificada uma estrutura metodológica que contempla de modo significativo os aspectos fundamentais levantados neste estudo, contendo três fases, sendo (PONCE; GIL; DURÁN, 2019):

- i. Fase 01: Preparação do contrato. Essa é a fase mais importante, onde se definem o objeto do contrato, proibições e responsabilidades.
- ii. Fase 02: Avaliação por critérios. Nesta fase, serão avaliadas as propostas apresentadas pelas empresas, uma vez efetuada a admissão das empresas que participarão da licitação. Aqui devem ser aplicados os critérios de classificação das propostas. Tais critérios podem assumir uma abordagem qualitativa e envolver aspectos de legislação, ambientais, econômicos e sociais.
- iii. Fase 03: Execução. Efetuar a aquisição.

Do ponto de vista das organizações, ao buscarem se tornar sustentáveis, passam pela etapa de compras sustentáveis. Nesta evolução, seis fases são identificadas como progressão para compras sustentáveis (GROB; MCGREGOR, 2005):

- i. Rejeição. Representa como único pano de fundo para compras a abordagem financeira. A função de compras é independente e descentralizada, com repetição excessiva e pouca consideração pela economia ou sustentabilidade.
- ii. Falta de resposta. Nesta fase a organização está atenta a requisitos obrigatórios. O processo de compras está focado em redução de custos, e não possui uma política organizacional abrangente para orientar a tomada de decisões.
- iii. Conformidade. Há foco interno da organização na mitigação de riscos. Há mecanismos formais para garantir a conformidade, tal como uma política de compras independente, detalhando procedimentos e delegações.
- iv. Eficiência. Passando da fase de conformidade (buscando cumprir requisitos e mitigação de riscos), a organização procura ir além do

obrigatório para examinar eficiências, resultando em mais eficácia e economia de custos.

- v. Proatividade estratégica. A organização é entendida como parte integrante da comunidade. Todas as partes interessadas são valorizadas por sua contribuição aos resultados dos negócios. O processo de compras é destacado como uma atividade estratégica chave. Há sistema de compras documentado e políticas e diretrizes desenvolvidas para orientar atividades e resultados.
- vi. Organização sustentável. A organização está em harmonia com a comunidade e suas relações são consideradas mutuamente benéficas. Sendo considerada sustentável, a organização realiza análise do ciclo de vida de todos os seus produtos. Há política para garantir que as atividades da cadeia de suprimentos e compras sejam congruentes com os objetivos organizacionais de sustentabilidade.

O processo de progressão para compras sustentáveis indica que a organização sustentável deve avaliar o ciclo de vida dos produtos. Em outras palavras, há preocupação com o fluxo total da produção, e admite-se a vinculação entre o conceito de compras sustentáveis e a avaliação sustentável do ciclo de vida (ABNT-NBR/ISO, 2017; GROB; MCGREGOR, 2005; ICLEI, 2015).

Quanto a focos possíveis para o emprego de compras sustentáveis, observa-se sua aplicabilidade desde o nível de pessoa física (indivíduo), à rede de organizações (WALKER et al., 2012). Olhando para as organizações, constata-se que Compras Sustentáveis é o passo mais importante para a cadeia de suprimentos sustentável (KAUR; SINGH, 2016). Na busca pela sustentabilidade, as organizações devem reunir fornecedores para embarcar juntos na mesma jornada (NAWAZ; KOÇ, 2019). Assim, a parceria estratégica entre compradores e fornecedores é essencial para atingir a meta de desempenho sustentável desejada (KAUR; SINGH, 2016).

#### 2.1.2. Modelos de referência em compras sustentáveis

##### *Norma ISO 20.400:2017 (Compras Sustentáveis – Diretrizes)*

A Norma ISO 20.400:2017 (Compras Sustentáveis – Diretrizes) é o primeiro padrão de orientação internacional para Compras Sustentáveis (HARRIS;

DIVAKARLA, 2017). A publicação demonstra que o interesse das empresas, pesquisadores e sociedade pelo tema de compras sustentáveis é forte em todo o mundo (MIGLIORE; TALAMO; PAGANIN, 2019). Segundo a Norma, podem ser citados como exemplos de motivadores para aplicação de compras sustentáveis:

- i. Responder às expectativas de sustentabilidade dos clientes;
- ii. Capacitar-se em mercados competitivos como forma de diferenciação para oferecer produtos considerando uma proposta de valor sustentável apoiada na cadeia de suprimentos;
- iii. Usar compras sustentáveis para estimular a inovação na cadeia de suprimentos de modo a aumentar a geração de valor e conquistar novos mercados;
- iv. Cumprimento de legislações;
- v. Melhorar as relações com fornecedores.

Quanto à sua estrutura, a Figura 3, adaptada da Norma, fornece uma visão por etapa de sua descrição, direcionamento e entregas chave. É dividida em quatro etapas, sendo: compreender os fundamentos; integrar a sustentabilidade na estratégia de compras; organizar a função de compras; e integrar sustentabilidade no processo de compras. Cada uma destas etapas é direcionada a um tipo de função dentro da organização. Desde a alta direção, passando pelo gestor de compras, até indivíduos responsáveis por compras têm sua parcela de responsabilidade registrada. Da mesma forma, cada fase contém a descrição de questões chave para boas práticas em compras sustentáveis (ABNT-NBR/ISO, 2017).

Dentre as questões chave apresentadas pela Norma, identifica-se a necessidade de “definição de impactos de sustentabilidade”. A Norma apresenta isto apenas como diretriz, e não descreve em detalhes quais seriam os impactos de sustentabilidade, e como seria sua definição (ABNT-NBR/ISO, 2017). Percebe-se, assim, a existência de uma oportunidade em explorar quais impactos de sustentabilidade poderiam ser considerados para embasar o processo e decisões de compras sustentáveis (HARRIS; DIVAKARLA, 2017).

Figura 3: Estrutura da norma ISO 20400 - Compras Sustentáveis. Fonte: adaptado de NBR ISO 20400 (2017).

ISO 20400 – Compras Sustentáveis – Estrutura			
Etapa	Descrição	Direcionado para	Entregas chave
1. Compreender os fundamentos	Fornecer uma visão geral de compras sustentáveis. Descreve escopo e princípios. Examina porque convém que as organizações se comprometam com compras sustentáveis.	Todos	Gerenciamento de riscos e oportunidades; Definição de impactos de sustentabilidade.
2. Integrar a sustentabilidade na estratégia de compras	Fornecer orientação sobre como convém que considerações de sustentabilidade sejam integradas no nível estratégico para assegurar que a intenção, direção e prioridades são documentadas e compreendidas por todas as partes envolvidas em compras sustentáveis.	Alta direção	Estratégia de compras sustentáveis alinhada com objetivos e metas organizacionais.
3. Organizar a função de compras para a sustentabilidade	Descreve as condições e técnicas de gestão necessárias para implementar com sucesso e melhorar continuamente as compras sustentáveis.	Gestão de compras	Habilitação de pessoas; Estabelecimento de prioridades de compras sustentáveis; Medição de desempenho.
4. Integrar sustentabilidade no processo de compras	Descreve como convém que considerações de sustentabilidade sejam integradas no processo de compras existente.	Indivíduos responsáveis por compras	Seleção de fornecedores sustentáveis; Estratégia de fornecimento que inclua sustentabilidade.

Na etapa de integração da sustentabilidade no processo de compras, constata-se a existência de um processo de análise de custo. Segundo a Norma, é importante considerar todos os custos incorridos durante o ciclo de vida do produto. Desta forma, a Norma apresenta a avaliação do custo do ciclo de vida como método a ser utilizado. O método consiste em duas parcelas: custo total de posse (incluindo custos de compra, entrega, operacionais e de fim de vida) e externalidades positivas e negativas que podem ser monetizadas, isto tanto para a organização, como para a sociedade (ABNT-NBR/ISO, 2017).

#### *Manual Procura +*

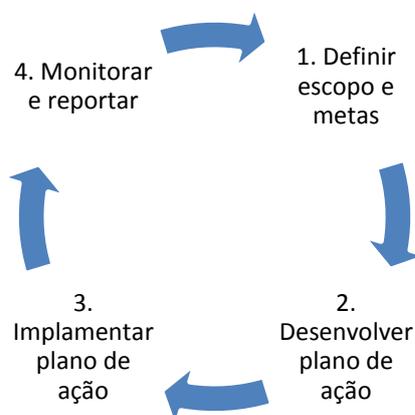
Também como modelo de referência para execução e gerenciamento de compras sustentáveis, identifica-se o “Manual Procura +”, elaborado pelo grupo Governos Locais pela Sustentabilidade – ICLEI da União Europeia (BETIOL et al., 2012; HEIKKINEN et al., 2020). O Manual é a referência para as iniciativas de

compras sustentáveis na América do Sul através do Secretariado da ICLEI para América do Sul e Caribe. Tem relevância no Brasil por ter baseado a publicação dos manuais de compras sustentáveis em circulação, ambos elaborados pelo Secretariado do ICLEI para América Latina e Caribe (LACS) em conjunto com o Centro de Estudos em Sustentabilidade da Escola de Administração de Empresas de São Paulo da Fundação Getúlio Vargas – GVces, sendo:

- i. Guia de compras públicas sustentáveis - uso do poder de compra do governo para a promoção do desenvolvimento sustentável (BIDERMAN et al., 2008); e
- ii. Compras sustentáveis - a força do consumo público e empresarial para uma economia verde e inclusiva (BETIOL et al., 2012).

O Manual “Procura +”, em sua terceira edição (2015), estrutura as compras sustentáveis em um processo de gestão de quatro etapas conforme ilustrado na Figura 4. O modelo representa uma abordagem padronizada, contudo cada administração possui procedimentos, estruturas e níveis de experiência diferentes, de modo que o modelo deve ser visto como uma orientação flexível (ICLEI, 2015).

Figura 4: Ciclo de gerenciamento de compras sustentáveis. Fonte: adaptado de (ICLEI, 2015)



A etapa 1 (definir escopo e metas) refere-se ao ponto de partida para o desenvolvimento da estratégia a ser adotada para compras sustentáveis, onde se define o direcionamento e se determinam quais serão os objetivos e metas. Na definição do escopo, deve-se estabelecer quais critérios de sustentabilidade serão considerados na avaliação dos produtos ou fornecedores. É importante identificar categorias prioritárias, e vários fatores devem ser levados em consideração para isto, incluindo (ICLEI, 2015):

- i. A importância orçamentária de certos grupos de produtos/serviços;

- ii. O nível de habilidades e recursos disponíveis para implementação;
- iii. A experiência pré-existente no processo de compras sustentáveis;
- iv. Renovações significativas de contratos;
- v. Disponibilidade no mercado de produtos e serviços sustentáveis a um preço competitivo; e
- vi. Fatores políticos ou legais, como legislação ou normas nacionais.

A fase 2 (desenvolver plano de ação) envolve a elaboração de um plano como um documento claro e conciso, adaptado às necessidades e práticas de compra específicas da organização ou contexto, e que viabilize abranger o escopo e metas definidas na etapa 1. O plano de ação estrutura propriamente as etapas operacionais da função de compras, estabelecendo responsabilidades, prazos e meios de monitoramento. Também deve ser usado como uma oportunidade para comunicar o progresso do processo e aumentar a conscientização geral das partes interessadas envolvidas. O plano deve ser comunicado e disponibilizado a todos os funcionários envolvidos em todas as etapas do processo de aquisição, os quais o executarão (etapa 3). Por fim, monitora-se e reporta-se o desenvolvimento da aquisição (etapa 4), isto para avaliar se os objetivos previamente estabelecidos foram realmente alcançados, e para identificar quaisquer problemas encontrados e desenvolver soluções (ICLEI, 2015).

## **2.2. Avaliação de sustentabilidade do ciclo de vida (LCSA)**

Tendo a Figura 2 introduzido o conceito da LCSA, buscou-se a seguir analisar como se estrutura a referência metodológica atual para a LCSA. Isto se deu pela explanação de seus módulos constituintes (LCA, LCC e SLCA) e pelo modelo de referência da LCSA propriamente dito.

### **2.2.1. Avaliação Ambiental do Ciclo de Vida**

Dado o contexto da LCSA, o componente ambiental associado, denominado Avaliação do Ciclo de Vida (*Life Cycle Assessment* - LCA), representa uma metodologia para avaliação ambiental. Devido à existência de uma grande parcela de conhecimento científico envolvido nesta metodologia, é considerada como o

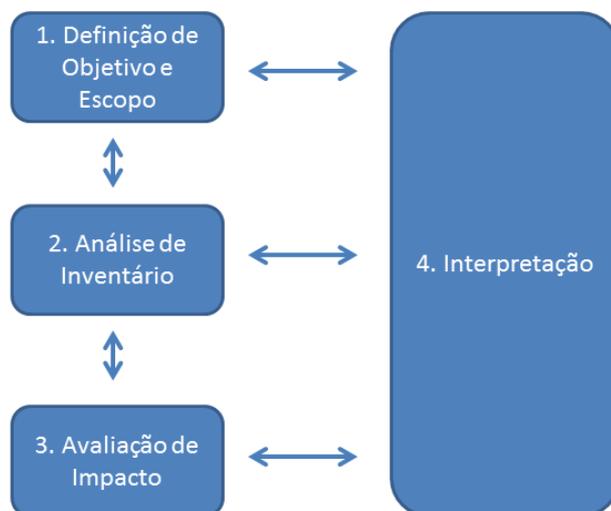
estado da arte em relação à dimensão ambiental da sustentabilidade (SALA; FARIOLI; ZAMAGNI, 2013b).

A atividade ambiental de um produto ao longo de seu ciclo de vida leva em conta o impacto ambiental do produto em todos os seus estágios, desde o nascimento (extração de matéria-prima), até o fim (disposição final), com o propósito de minimizar ao máximo o dano ambiental (BIDERMAN et al., 2008; CHERUBINI et al., 2019). Assim, a LCA visa promover a economia de recursos e a busca da proteção ambiental (SHI et al., 2015), sendo aceita pelas organizações como um método capaz de auxiliar a tomada de decisões estratégicas (UNEP/SETAC, 2011). Registra-se o aumento da conscientização do público em geral, o que elevou a integração do conceito da LCA aos sistemas de gerenciamento das organizações, e a seu uso na formulação de políticas ambientais (UNEP/SETAC, 2011).

A LCA é apresentada como uma importante ferramenta capaz de subsidiar informações para tomada de decisão ao longo do ciclo de vida de um produto. Aplica-se desde o desenvolvimento de produto, à gestão da produção, o pós-uso, a logística, entre outros processos, a partir de avaliações técnicas e compilação de informações (DUARTE; SILVA, 2020; OMETTO, 2005).

Dentre os três componentes da LCSA, a LCA é a que contém a estrutura metodológica mais bem desenvolvida. Isto ocorre em função da série ISO 14040, que fornece uma estrutura tecnicamente rigorosa para a realização de LCA, contendo quatro fases, descritas na Figura 5 (COSTA; QUINTEIRO; DIAS, 2019; SOUZA et al., 2015).

Figura 5: Fases de uma LCA. Fonte: adaptado de ABNT ISO 14040:2009



A primeira fase interdependente envolve a definição de objetivo e escopo. Esta etapa inclui o detalhamento das informações técnicas da avaliação. Ressalta-se a importância de se buscar a definição clara e consistente da aplicação pretendida. O objetivo deve ser declarado inequivocamente, bem como as razões para conduzir o estudo e o público-alvo. No escopo, deve-se constar: a função do sistema (finalidade para a qual o produto estudado se destina, ou seja, a característica de desempenho do produto); unidade funcional (unidade quantificada da função do sistema, fornecendo uma referência mensurável); fluxo de referência (quantidade necessária do produto para realizar a função expressa pela unidade funcional); fronteiras do sistema inicial (definição de quais processos serão incluídos no sistema a ser modelado) e requisitos de qualidade dos dados (ABNT-NBR/ISO, 2009). Para delimitar as fronteiras do sistema, devem ser levados em consideração fatores como a aplicação do estudo, as suposições, critérios de corte, restrições de dados, custo e o público-alvo a ser atendido (DUARTE; SILVA, 2020).

Ainda quanto à modelagem do sistema, deve ser feita de forma que as entradas e saídas nas fronteiras sejam fluxos elementares (DUARTE; SILVA, 2020). Fluxo elementar refere-se a material ou energia que foram extraídos do ambiente sem transformação humana anterior e entra no sistema em estudo; ou que deixa o sistema em estudo sendo liberado no ambiente sem transformação humana subsequente (ABNT-NBR/ISO, 2009).

Na fase de inventário de uso de recursos e emissões, agrupam-se todas as emissões liberadas no ambiente e os recursos extraídos dele ao longo de todo o ciclo de vida de um produto, e envolvendo também os fluxos intermediários entre os processos. A isto se chama Inventário de Ciclo de Vida (*Life Cycle Inventory – LCI*) (UNEP/SETAC, 2011). A condução da fase de inventário é um processo iterativo. À medida que dados são coletados, amplia-se o conhecimento sobre o sistema, onde novos requisitos ou limitações podem ser identificados, a ponto de poder requerer mudança nos procedimentos de coleta de dados ou até revisão do objetivo ou do escopo do estudo (ABNT-NBR/ISO, 2009).

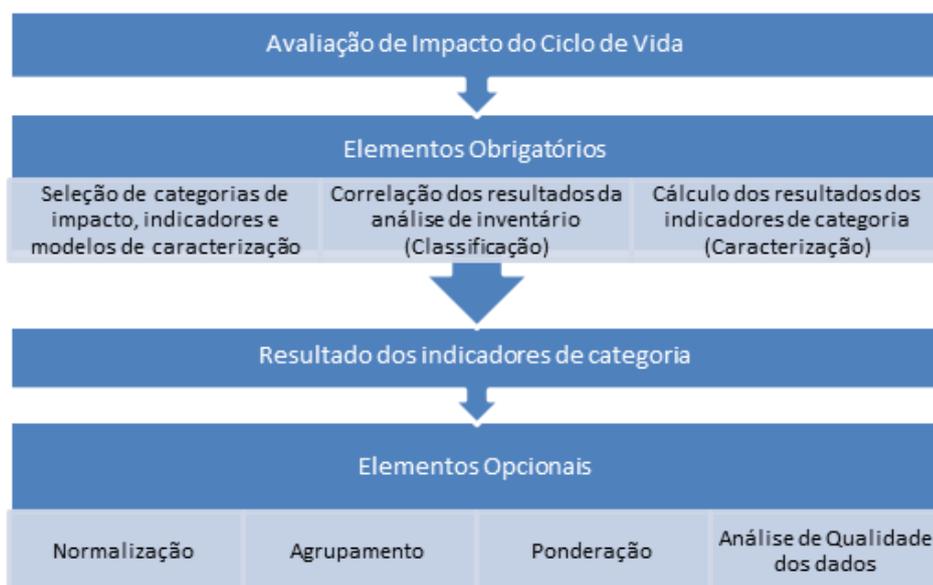
A terceira etapa consiste na avaliação de impacto. Esta fase é dirigida à avaliação de impactos ambientais potenciais, usando os resultados da análise de inventário do ciclo de vida. Ela inclui obrigatoriamente os elementos de: classificação (correlação de dados de inventário por categorias de impacto); e caracterização (modelagem de dados de inventário dentro das categorias de impacto). Também

permite envolver elementos opcionais na composição da avaliação de impacto, sendo (ABNT-NBR/ISO, 2009):

- i. Normalização: cálculo da magnitude dos resultados dos indicadores relativamente a informações de referência (ex. impacto ambiental anual de um cidadão europeu médio);
- ii. Agrupamento: agregação e possível hierarquização das categorias de impacto;
- iii. Ponderação: conversão e possível agregação dos resultados dos indicadores entre as diferentes categorias de impacto utilizando fatores numéricos baseados em escolha de valores;
- iv. Análise de qualidade dos dados: melhor entendimento da confiabilidade da coleção de resultados dos indicadores.

Em outras palavras, os indicadores de inventário são separados e agrupados de acordo com as categorias determinadas de impacto. Na etapa de caracterização, os dados que contribuem para a mesma categoria de impacto são atribuídos de acordo com o efeito relativo de um. Assim, os resultados das categorias de impacto são valorados de acordo com uma escala de importância previamente definida, obtendo-se um indicador único de desempenho ambiental para o produto (NAZÁRIO, 2019; OMETTO, 2005). A Figura 6, baseada na norma ISO 14040:2009, ilustra os elementos da etapa de Avaliação de Impacto.

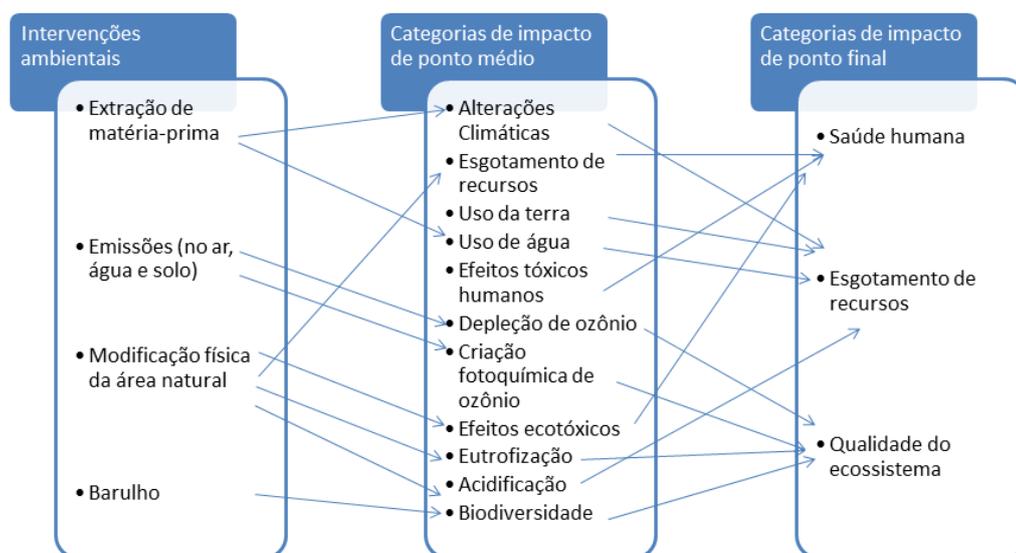
Figura 6: Avaliação de Impacto do Ciclo de Vida. Fonte: Adaptado de: ISO 14040:2009.



Observa-se que o nível de detalhe, a escolha dos impactos avaliados e as metodologias usadas dependem do objetivo e do escopo do estudo. Não há nenhuma metodologia aceita de forma geral para a associação acurada de dados de inventário com impactos ambientais potenciais específicos. Conseqüentemente, há subjetividade na avaliação de impacto, bem como na escolha, modelagem e avaliação de categorias de impacto (ABNT-NBR/ISO, 2009).

Impactos ambientais são avaliados no ponto médio (*midpoint*) ou no ponto final (*endpoint*) (UNEP/SETAC, 2011). Os impactos nos *midpoints* são conseqüências intermediárias do inventário (processos do sistema) e fluxos de recursos que se agregam para configurar os impactos de *endpoints* (ISMAEEL, 2018). Já os impactos de *endpoints* representam o atributo do ambiente natural, saúde humana ou recursos, que identificam uma questão ambiental que causa motivo de preocupação (ISO 14040, 2006). A Figura 7 (adaptada de UNEP/SETAC, 2011), ilustra a relação entre os impactos de *midpoint* e *endpoint*. Individualmente ou combinados, os impactos de *midpoint* provocarão os efeitos descritos pelos *endpoints*. Por conseqüência, uma avaliação de ciclo de vida não deve combinar categorias de *endpoints* e *midpoints*, haja vista que produziriam redundância na avaliação de impactos (ISMAEEL, 2018).

Figura 7: Estrutura da avaliação de impacto ambiental, vinculando as categorias do ponto médio (*midpoint*) às categorias de ponto final (*endpoint*). Fonte: adaptado de (UNEP/SETAC, 2011).



Por fim, a interpretação é a fase conclusiva da avaliação. É necessária para identificar, quantificar, verificar e avaliar as informações dos resultados da avaliação de impacto. Deve gerar um conjunto de conclusões e recomendações, bem como levantar questões ambientais significativas, incluindo uma avaliação do estudo considerando sua integridade e limitações (ABNT-NBR/ISO, 2009; UNEP/SETAC, 2011).

### 2.2.2. Custeio do Ciclo de Vida

O Custeio do Ciclo de Vida (*Life Cycle Costing - LCC*) é a mais antiga das três abordagens do LCSA. Tem origem remontando a 1933, quando o Escritório Geral de Contabilidade (*General Accounting Office - GAO*) dos Estados Unidos solicitou em uma licitação que fosse considerada uma perspectiva de ciclo de vida em custos de tratores (UNEP/SETAC, 2011).

Originalmente, o LCC foi desenvolvido sob uma estrita perspectiva de contabilidade. Porém, nos últimos anos vem ganhando importância pelo diferencial competitivo que pode apresentar. Isto por conseguir agregar todos os custos relacionados a um produto durante o seu ciclo de vida, ou seja, desde a extração de recursos até o uso e descarte (UNEP/SETAC, 2011).

Diversos estudos de casos presentes na literatura são capazes de ilustrar a aplicabilidade do método em diferentes abordagens. Há registros recentes de aplicação na Itália para avaliar os custos de processamento de resíduos municipais destinadas à produção de combustíveis sólidos (RIGAMONTI et al., 2019). No Canadá, foi aplicado em projeto de moradias combinando análise de energia na LCA (DARA; HACHEM-VERMETTE; ASSEFA, 2019). No Brasil, há aplicação da LCC relacionada à LCA na identificação de sistemas de produção de bovinos de corte que permitam reduzir emissões de gases de efeito estufa e ao mesmo tempo sejam economicamente viáveis (FLORINDO et al., 2017).

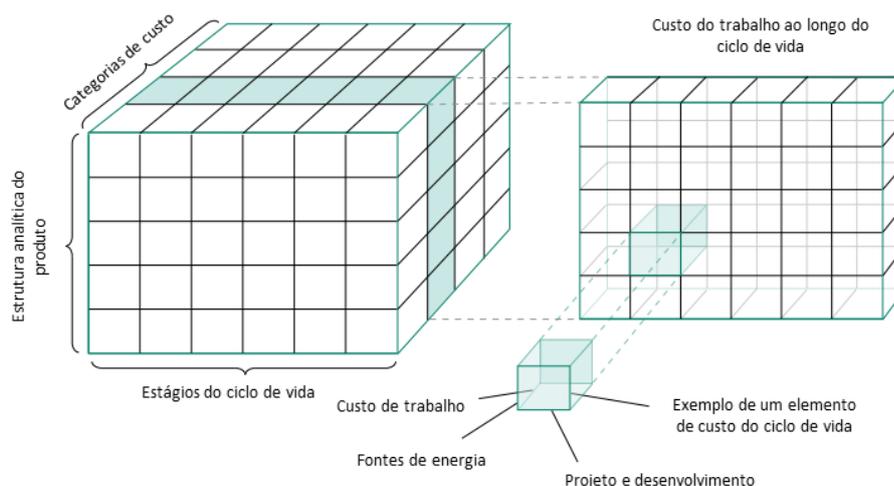
Geralmente, as mesmas quatro fases descritas para LCA resumem sua aplicação. São elas (RIGAMONTI et al., 2019; UNEP/SETAC, 2011):

- i. Definição de objetivo e escopo. Desenvolve-se nesta fase uma estrutura de divisão de custos para facilitar a coleta de dados ao longo de todo o ciclo de vida.

- ii. Custos de inventário. Nesta fase, os custos são inventariados em um nível de processo unitário. Como a maioria das empresas produz mais de um produto, a alocação de custos para cada produto é necessária. Por exemplo, no caso de dois metais produzidos ao mesmo tempo, os custos indiretos podem ser distribuídos para cada metal proporcionalmente à renda recebida por cada metal.
- iii. Agregação de custos em categorias. Aqui, os custos obtidos na etapa anterior são agregados por categorias de custo. A definição de categorias de custo e o desenvolvimento do inventário são especialmente difíceis ao longo das cadeias de suprimentos. Há necessidade de pesquisa e desenvolvimento na definição de categorias de custo.
- iv. Interpretação. A interpretação dos custos resultantes é a etapa final. Três dimensões dos custos são relevantes para a avaliação final:
  - a. o estágio do ciclo de vida (contendo por exemplo, projeto e desenvolvimento, lançamento, maturação e declínio);
  - b. a categoria de custo (contendo por exemplo, custos de mão-de-obra, custos logísticos, custos de capital);
  - c. a estrutura analítica do produto (*Work Breakdown Structure - WBS*) (contendo por exemplo, componentes, matérias primas, fontes de energia).

O custo total poderia, portanto, ser visualizado ao longo das três dimensões, o que permitira identificar qual estágio do ciclo de vida, categoria de custo ou parte da estrutura analítica representa a maior parcela em relação ao total (UNEP/SETAC, 2011), conforme ilustrado na Figura 8. Isto se associa ao que a Norma ISO 20.400 (Compras Sustentáveis) classifica como importante a considerar na avaliação de custo (ABNT-NBR/ISO, 2017). Também está de acordo com a definição do Manual “Procura +” de que avaliação de custeio deve considerar todos os custos incorridos ao longo do ciclo de vida do produto (ICLEI, 2015).

Figura 8: Dimensões de custo para LCC. Fonte: adaptado de: (IEC, 2004; UNEP/SETAC, 2011)



### 2.2.3. Avaliação Social do Ciclo de Vida

A avaliação social do ciclo de vida (*Social Life Cycle Assessment - SLCA*) completa a análise de sustentabilidade do ciclo de vida (LCSA). Contém a avaliação de impacto social das atividades no ciclo de vida enfatizando o bem-estar das partes interessadas. É uma ferramenta aplicada na avaliação de impactos sociais positivos e negativos de produtos, podendo ser vista como uma extensão da LCA (FAN et al., 2018).

Os aspectos avaliados na SLCA são aqueles que podem afetar direta ou indiretamente as partes interessadas. Analogamente, os impactos sociais podem estar ligados: aos comportamentos das instituições, aos processos socioeconômicos ou ao capital social (FALCONE; IMBERT, 2018; UNEP/SETAC, 2011).

As discussões sobre como lidar com critérios sociais e socioeconômicos ao longo de um ciclo de vida de produto começaram nos anos 1980 (UNEP/SETAC, 2011). Porém, a necessidade de integrar a avaliação do ciclo de vida (LCA) aos aspectos sociais remonta ao ano de 2003 (PETTI; SERRELI; DI CESARE, 2018).

Como guia para aplicação da SLCA, é proposta a execução em quatro etapas, seguindo a lógica da norma ISO 14040 para LCA, sendo (UNEP/SETAC, 2011):

- i. Definição do objetivo e escopo. Analogamente ao descrito para a LCA e LCC, esta etapa inicial consiste na definição de objetivo e escopo. Contém a descrição da unidade funcional (unidade quantificada de

- referência), visão geral das partes interessadas e o estabelecimento de limites;
- ii. Inventário. Nesta segunda fase é realizada uma primeira identificação de subcategorias de impacto (constituente da categoria de impacto) para coleta de dados (inventário). Essa seleção deve ser desenvolvida em consulta com as partes interessadas. Cinco categorias principais de partes interessadas podem ser identificadas em cada localização geográfica da cadeia de valor:
    - a. Trabalhadores/empregados;
    - b. Comunidade local;
    - c. Sociedade (nos níveis nacional e global);
    - d. Consumidores; e
    - e. Atores da cadeia de valor (qualquer organização ou pessoa que tome decisões que influenciem no ciclo de vida de um produto, como produtores, usuários e atores em fim de vida relacionados às vias de destinação).
  - iii. Avaliação de impacto. Busca-se nesta fase a classificação, agregação e caracterização dos dados de acordo com os pontos de referência de desempenho. Envolve (UNEP/SETAC, 2009):
    - a. Selecionar as categorias e subcategorias de impacto e os métodos de caracterização;
    - b. Relacionar os dados do inventário a subcategorias e categorias de impacto específicas (classificação);
    - c. Determinar e/ou calcular os resultados para os indicadores de subcategoria (caracterização).
  - iv. Interpretação. Uma revisão dos impactos é recomendada para conclusão da avaliação, de acordo com a ISO 14040 para LCA. Além disso, é importante desenvolver uma consulta às partes interessadas.

Quanto ao foco de pesquisa atualmente sobre SLCA, identifica-se o desenvolvimento de melhorias na metodologia. Reconhece-se que ainda pode ser aprimorada em muitos aspectos. Dentre eles, há a necessidade de pesquisas para direcionar a seleção e identificação de categorias de impactos sociais (FAN et al., 2018).

#### 2.2.4. Estrutura Metodológica da LCSA

Dentre as suas estruturas metodológicas, destaca-se a proposta do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (UNEP/SETAC) publicado em 2011 (COSTA; QUINTEIRO; DIAS, 2019; VAN KEMPEN et al., 2017; ZAMAGNI, 2012). A publicação propõe que a LCSA seja usada como trampolim para as partes interessadas se envolverem em uma avaliação equilibrada do ciclo de vida de um produto, considerando os três pilares da sustentabilidade em uma abordagem única (UNEP/SETAC, 2011). Assim, a abordagem tem potencial para ser usada em governos, agências de cooperação internacional, empresas privadas e associações de consumidores (VAN KEMPEN et al., 2017), e procura incentivar na sociedade a aceleração da curva de aprendizado em relação à sustentabilidade do ciclo de vida (UNEP/SETAC, 2011).

Esta estrutura metodológica para a LCSA usa como base a Norma ISO 14.040 (Avaliação do ciclo de vida ambiental - LCA), sendo aplicada pela UNEP/SETAC também em relação à LCC e à SLCA. A estrutura é composta pelas mesmas quatro fases representadas na Figura 6. Esta estrutura possibilita procedimentos iterativos entre as fases. À medida que a avaliação avança, as limitações de dados e novos pontos de vista das partes interessadas podem levar a uma redefinição do foco, objetivos ou métodos do estudo (UNEP/SETAC, 2011; VAN KEMPEN et al., 2017).

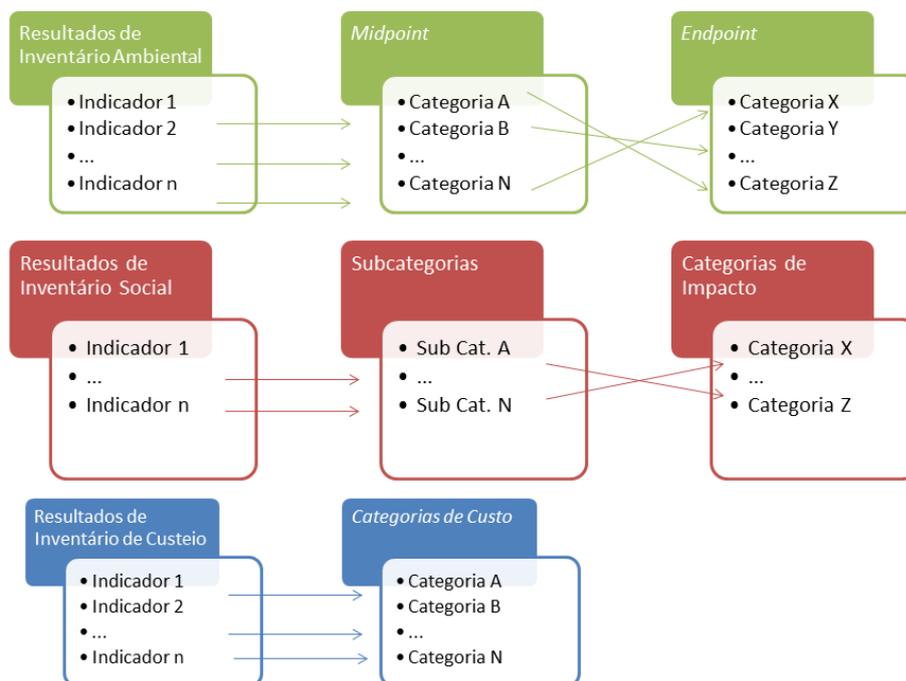
Com relação à definição de objetivos e escopo, é uma etapa essencial para o desenvolvimento da avaliação. Nela, descreve-se o objetivo do estudo, definem-se a fronteira do sistema, a unidade funcional, e são determinadas as categorias de impacto que serão avaliadas. A seleção de categorias de impacto é uma etapa crucial na realização de uma LCSA. Recomenda-se que todas as categorias de impacto relevantes ao longo do ciclo de vida de um produto sejam selecionadas na avaliação (SOUZA et al., 2015). Os impactos de sustentabilidade são avaliados de modo análogo ao descrito para LCA, ou seja, no ponto médio (*midpoint*) ou no ponto final (*endpoint*) (UNEP/SETAC, 2011).

A LCSA deve buscar um objetivo e escopo comuns entre as três abordagens de sustentabilidade. Contudo, A LCA, a LCC e a SLCA têm objetivos diferentes e isso deve ser entendido claramente ao trabalhar a LCSA em direção a um tratamento de aproximação entre os objetivos distintos (UNEP/SETAC, 2011). Em

outras palavras, cada uma das três avaliações pode estar relacionada a diferentes aspectos ao longo do ciclo de vida do objeto de estudo (por exemplo, o ciclo de vida físico ou os aspectos conceituais ao longo do ciclo de vida), o que reflete no uso de diferentes métricas (FOOLMAUN; RAMJEAWON, 2013). Por exemplo, é provável que a LCA compreenda fluxos de material, a LCC pode incluir atividades não tangíveis, como custos de marketing, e a SLCA pode apresentar índices qualitativos (COSTA; QUINTEIRO; DIAS, 2019).

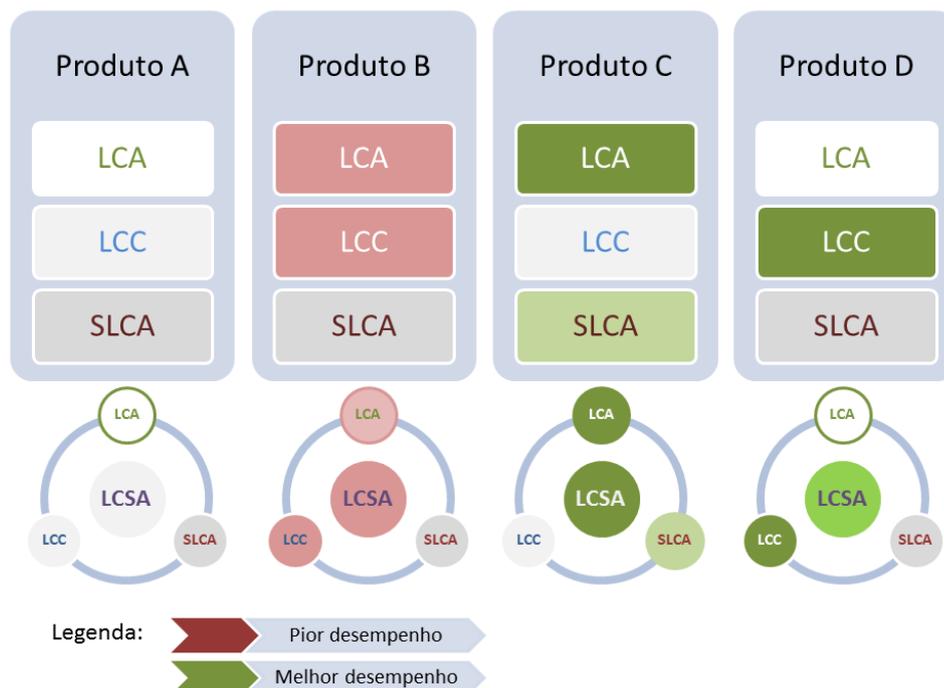
Na fase de análise de inventário, são compilados os fluxos entre processos do sistema produtivo e o ambiente externo, que levam a impactos ambientais, econômicos e sociais. Isto conduz à terceira fase, onde os resultados do inventário são traduzidos em impactos de sustentabilidade (ambientais, econômicos e sociais). Estes impactos são caracterizados por um conjunto de categorias de impacto e seus respectivos indicadores de desempenho, seguindo as mesmas etapas descritas na Norma ISO 14040 para a LCA descritas na Figura 6. Seguindo esta lógica, as etapas de classificação e caracterização são obrigatórias para a avaliação de impacto na LCSA. Na etapa de classificação, os dados do inventário são atribuídos às categorias de impacto selecionadas, e isso é possível na LCSA. No entanto, considerando que modelos de caracterização podem não estar disponíveis para todas as categorias de impacto selecionadas, talvez não seja possível converter todos os dados de inventário de LCSA em unidades comuns, nem agregá-los em cada categoria de impacto exigida pela etapa de caracterização. É recomendado, sempre que possível, que seja usada uma estrutura combinada para avaliação de impacto com base nas estruturas individuais de SLCA, LCC e LCA conforme ilustrado na Figura 9. Embora normalização, agregação e ponderação sejam etapas opcionais de acordo com a ISO 14040, estas etapas na LCSA não são recomendadas devido ao fato de que os objetivos individuais de cada uma das técnicas aplicadas não são diretamente comparáveis aos outros (UNEP/SETAC, 2011). Essas restrições dificultam o uso e a comparação dos resultados da LCSA por parte dos profissionais (COSTA; QUINTEIRO; DIAS, 2019).

Figura 9: Exemplo de estrutura de análise de impacto para LCSA. Fonte: adaptado de (UNEP/SETAC, 2011).



Isto leva, por fim, à última fase da LCSA (interpretação), que considera a compreensão dos resultados de maneira combinada, com base na definição de objetivo e escopo. Nesta etapa, pode-se verificar se os resultados da avaliação indicam a existência de conflitos entre benefícios econômicos e encargos ambientais e sociais (UNEP/SETAC, 2011). A Figura 10 ilustra a etapa de interpretação para resultados obtidos de quatro produtos diferentes (A, B, C e D) para as três técnicas aplicadas (LCA, LCC e SLCA) em cores diferentes, de acordo com seu desempenho. Os resultados sugerem que o produto C tem o melhor desempenho avaliado nas três abordagens. Também se verifica que existem compensações nos casos dos mármores A, B e D; por exemplo, o produto D tem o melhor desempenho econômico dos quatro, mas não tão bom desempenho social e ambiental (CAPITANO; TRAVERSO; RIZZO, 2011; UNEP/SETAC, 2011).

Figura 10: Apresentação dos resultados da LCSA. Fonte: adaptado de: (CAPITANO; TRAVERSO; RIZZO, 2011; UNEP/SETAC, 2011).



Uma proposta para que a combinação dos resultados da LCA, LCC e SLCA forneça uma abordagem integrativa para a avaliação de sustentabilidade é o uso de um método de análise de decisão multicritério (HALOG; MANIK, 2011; UNEP/SETAC, 2011). A análise de decisão multicritério (*Multicriteria Decision Analysis - MCDA*) é uma metodologia que apoia a tomada de decisão quando múltiplos objetivos são avaliados, sendo utilizada em uma ampla variedade de problemas de decisão (FRANCO; MONTIBELLER, 2010). Inclusive no contexto de seleção de fornecedores e suporte à decisão de compra a partir de múltiplos critérios de sustentabilidade, o uso dos MCDA é amplamente difundido e utilizado (GANGA et al., 2016; LAOSIRIHONGTHONG; SAMARANAYAKE; NAGALINGAM, 2019).

Tratando-se a seleção sustentável de fornecedores e produtos de um problema complexo, e envolvendo distintos critérios de avaliação, identifica-se a oportunidade de utilização de Métodos de Estruturação de Problemas (FRANCO; MONTIBELLER, 2010; PEREIRA; MORAIS, 2020). Os Métodos de Estruturação de Problemas (*Problem Structuring Methods – PSM*) se caracterizam por oferecer um modelo de estruturação cognitiva para problemas complexos (MINGERS; ROSENHEAD, 2004). O mapeamento cognitivo como modelagem do estudo é uma das principais abordagens pertencentes aos PSMs por permitir consolidar a

visualização e entendimento do problema (CUNHA; MORAIS, 2019; EDEN; ACKERMANN, 2018).

Relacionando as metodologias PSM e MCDA, um grande número de combinações é identificado (HOWICK; ACKERMANN, 2011). Diversas ferramentas (incluindo PSM) podem ser aplicadas a diferentes estágios de um modelo de MCDA, por exemplo, na estruturação dos critérios de análise (FRANCO; MONTIBELLER, 2010). O problema de avaliação de sustentabilidade pode ser entendido como um problema de decisão multicritério, pois envolve vários critérios que conduzem a uma decisão (MARTTUNEN; LIENERT; BELTON, 2017). Analogamente, é entendido como um problema complexo pela multiplicidade e pluralidade na escolha dos critérios a serem adotados (GALO; CALACHE; CARPINETTI, 2018; GANGA et al., 2016). Desta forma, através de um facilitador (o autor), para um problema de avaliação de sustentabilidade, partindo de um PSM (particularmente o mapeamento cognitivo pelo fato de permitir a eliciação de ideias individuais e o entendimento de diferentes perspectivas, contribuindo para o consenso) pode-se estruturar o problema para multicritério. Isso permite inicialmente um maior entendimento e compreensão do problema e dos critérios de decisão entre as partes interessadas envolvidas (GUARNIERI; SILVA; LEVINO, 2016; SOUZA, 2014).

### **2.3. Mapeamento cognitivo e sua relação com a LCSA**

Os Métodos de Estruturação de Problemas (*Problem Structuring Methods – PSM*) são uma família de métodos voltados para o processo de discussão e tomada de decisões em grupo, permitindo que os *stakeholders* (partes interessadas) compreendam um problema através de sua representação maneira cognitivamente compreensível (CUNHA; MORAIS, 2019). Aplicações de PSMs (ABUABARA et al., 2018; CUNHA; MORAIS, 2019; PEREIRA; MORAIS, 2020; SCHRAMM; SCHRAMM, 2018) são encontradas em contextos onde há pluralidade de critérios e fatores distintos relacionados à compreensão de um fenômeno, e na sistematização de análises promovidas em grupo ou com várias partes interessadas envolvidas em um processo de decisão.

Dentre os PSMs mais proeminentes, destacam-se: *Soft Systems Methodology (SSM)*, utilizado para redesenho de sistemas; *Strategic Choice Approach (SCA)*, um método de planejamento centrado na gestão da incerteza; *Robustness Analysis*

(RA), que se concentra em manter a flexibilidade sob incerteza; o *Strategic options development and analysis (SODA)*, que compreende a utilização de Mapeamento Cognitivo (CUNHA; MORAIS, 2019; MINGERS; ROSENHEAD, 2004). O mapeamento cognitivo é uma ferramenta utilizada para estruturar dados confusos ou complexos como meio para compreender um problema, o que aumenta sua compreensão e também permite gerenciar dados qualitativos extraídos de análise de documentos. Um mapa cognitivo é uma forma de organizar e estruturar diferentes objetos em uma hierarquia (FRANCO; MONTIBELLER, 2010) e é relevante para representar visualmente a percepção dos entrevistados sobre o contexto em estudo, sendo utilizado para apoiar o raciocínio em várias áreas do conhecimento, e tem bom desempenho quando utilizado para sistematizar entrevistas semiestruturadas (ACKERMANN; EDEN; CROPPER, 1992; MINGERS; ROSENHEAD, 2004; SOUZA et al., 2015).

Para efeito de permitir uma melhor visualização e entendimento do conteúdo, os mapas cognitivos podem ser subdivididos em partes que o compõem integralmente, denominadas *clusters*. Por *cluster* entende-se o agrupamento de conceitos que estão relacionados entre si, podendo ser analisado como um mapa independente (SANTOS; CURO; BELDERRAIN, 2011). Em Pesquisa Operacional, a análise em *clusters* permite identificar o “sistema de problemas” que compõe o “problema” em estudo, de forma que cada *cluster* representa uma parte separável da questão, que também pode ser tratada de modo independente de outras partes (ABUABARA et al., 2018).

Os PSMs são com frequência rotulados como "*soft-operational research*" (*soft-OR*) (EDEN; ACKERMANN, 2018). Apesar da ampla aplicabilidade e comprovada utilidade no enfrentamento de diversos problemas organizacionais, como por exemplo: elaboração de estratégias, desenvolvimento de projetos e de sistemas de informação, os *soft-OR* não são isentos de críticas (ACKERMANN et al., 2020). São vistos, por exemplo, como imprecisos e com rigor insuficiente, o que gera conotação negativa dentro dos profissionais de pesquisa operacional (EDEN; ACKERMANN, 2018). Os motivos para isto incluem a falta de conhecimento dos métodos e de seus benefícios, e a percepção de que carecem da robustez de outras abordagens da pesquisa operacional (ACKERMANN et al., 2020). Desta forma, ações para tratar os desafios da falta de conhecimento dos métodos e das dificuldades para aprendê-los, bem como para motivar a apreciação da importância

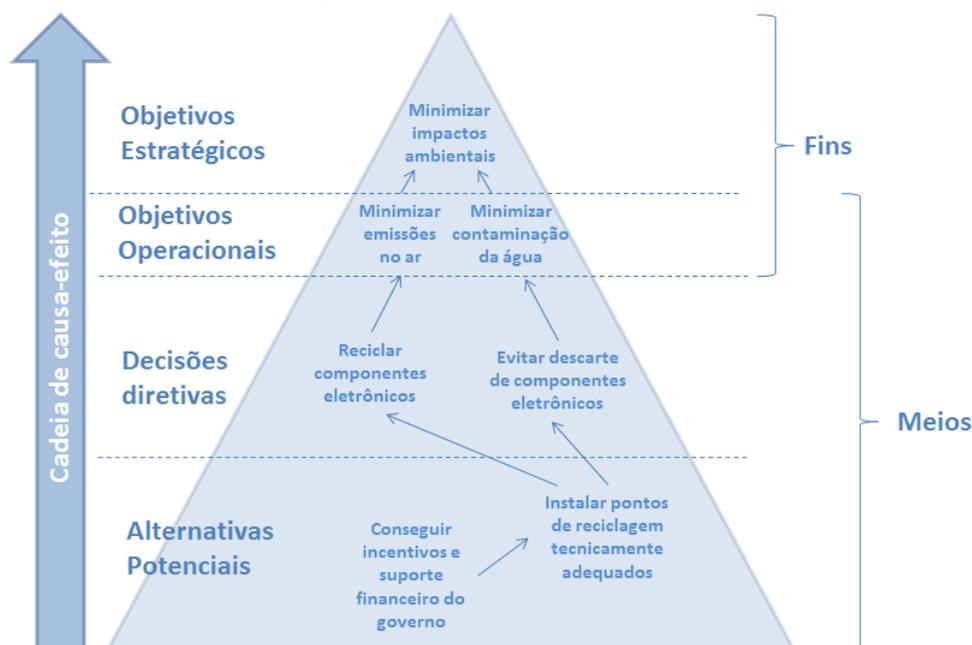
do contexto na adoção de abordagens *soft-OR*, são mecanismos para alavancar competência e confiança nos métodos (ACKERMANN et al., 2020).

No contexto de estruturação de problemas em sustentabilidade, há exemplos de aplicação de mapeamento cognitivo identificados, como seu uso no estabelecimento de prioridades de manutenção para poços em um sistema de água subterrânea (PEREIRA; MORAIS, 2020) e no apoio à gestão e planejamento de recursos hídricos (SCHRAMM; SCHRAMM, 2018). O uso de mapeamento cognitivo é encontrado ainda no contexto de estudos de estratégias de sustentabilidade urbana (ASSUNÇÃO et al., 2020), avaliação de projetos de mobilidade urbana sustentáveis (AWASTHI; OMRANI, 2018), e na análise de implicações socioeconômicas no desenvolvimento de instalações sustentáveis de biorrefinarias de resíduos (KOKKINOS et al., 2018). Algumas pesquisas aplicaram PSMs para estruturar análise de problemas de manejo florestal (MARCOT et al., 2012; WOLFSLEHNER; VACIK, 2011). Outro trabalho (FARSARI; BUTLER; SZIVAS, 2010) desenvolveu uma metodologia para estudar a política de turismo sustentável. Especificamente no suporte à LCSA, há utilização de mapas cognitivos na definição de categorias de impacto de sustentabilidade em estudo de resíduos de equipamentos elétricos e eletrônicos (SOUZA et al., 2015). Também relacionado ao estudo de resíduos eletrônicos, um trabalho (GUARNIERI; SILVA; LEVINO, 2016) utilizou mapas cognitivos para, a partir da perspectiva de *stakeholders*, levantar categorias de ações a serem implantadas em logística reversa. A contribuição dos PSMs para estruturação de problemas para sustentabilidade é ainda evidenciada por abordar a consulta às partes interessadas e pelo papel dos analistas como facilitadores (LEITH et al., 2014).

Pela utilização dos mapas cognitivos, os resultados de entrevistas com partes interessadas envolvidas em um problema em estudo podem ser modelados em uma estrutura com meios e fins, representando condições de causa-efeito (CUNHA; MORAIS, 2019). Nesta topologia, os efeitos (fins) são posicionados na parte superior do mapa, com as causas (meios) na parte inferior (ACKERMANN; EDEN; CROPPER, 1992; SANTOS; CURO; BELDERRAIN, 2011). Em outras palavras, objetivos estratégicos mais amplos são colocados no topo dos mapas e devem ser decompostos em objetivos mais táticos. Os objetivos táticos podem ser traduzidos em indicadores de desempenho e determinados como critérios para avaliar alternativas de decisão, aferindo a amplitude de realização dos objetivos mais

amplos (FRANCO; MONTIBELLER, 2010). Para elucidação, um exemplo de estrutura de mapeamento cognitivo com relações de causa-efeito, representando um estudo de caso em resíduos de equipamentos eletrônicos no Brasil, é encontrado na Figura 11. Esta construção de causa-efeito permitida pelos mapas cognitivos coincide com a abordagem da LCSA descritas nas Figuras 7 e 9.

Figura 11: Estrutura de um mapa cognitivo. Fonte: adaptado de (SOUZA et al., 2015).



As categorias ambientais, sociais e econômicas na LCSA seguem uma estrutura de causa-efeito (UNEP/SETAC, 2011). Desta forma, há um paralelo metodológico entre os mecanismos da LCSA (representados na Figura 9) e os mapas cognitivos (representados na Figura 11), haja vista que ambos são redes de causa-efeito. Isto ocorre de acordo com sua posição topológica como efeitos de ponto médio ou ponto final, conforme se ilustra pelas Figuras 9 e 11. Desta forma, a compilação das categorias de impacto precisa considerar a distinção entre *endpoints* e *midpoints* (SOUZA et al., 2015).

#### 2.4. Relação entre Compras Sustentáveis e LCSA

Quando relacionada a compras sustentáveis, a abordagem ambiental da avaliação do ciclo de vida é a que mais está presente em publicações científicas na área. Analogamente, o termo “compras verdes” (*green procurement*) é adotado

constantemente nas publicações com enfoque na LCA. (MIEMCZYK; JOHNSEN; MACQUET, 2012).

Com relação às propostas e temas de estudo, identificou-se a incidência de artigos teóricos e de desenvolvimento de *frameworks* e modelos de aplicação (CORREIA et al., 2013; JENSSEN; DE BOER, 2019; LUTTENBERGER; LUTTENBERGER, 2017; PATALA et al., 2016), o que reforça a emergência do tema, haja vista que os modelos de aplicação estão em desenvolvimento. Analogamente, constatou-se um caráter exploratório do tema de pesquisa pelo fato de haver artigos com objetivo de entender impactos de políticas de compras sustentáveis, ou que pontuaram barreiras comportamentais e culturais para adoção de estratégias de sustentabilidade em compras (LIM; ZHANG; OO, 2018; MCPHERSON; SHARIP; GRIMMOND, 2019; PULLMAN; WIKOFF, 2017).

Um *framework* contém uma estrutura para análise do custo real de compras considerando o impacto integral no meio ambiente (LUTTENBERGER; LUTTENBERGER, 2017). Para isto, considerou-se uma abordagem ambiental para o LCC, a qual leva em conta além dos custos internos (investimento, operação, manutenção e fim de vida), os custos ambientais externos (externalidades). Por externalidades, entendem-se os custos não incluídos na transação comercial. A importância de considerar as externalidades reside no fato de que efeitos ignorados podem se tornar oportunidades para novos mercados ou passivos financeiros futuros (LUTTENBERGER; LUTTENBERGER, 2017). A Figura 12 ilustra o *framework* de análise do custo real de compras para o impacto integral no meio ambiente.

Figura 12: estrutura para análise do custo real de compras considerando o impacto integral no meio ambiente Fonte: adaptado de: (LUTTENBERGER; LUTTENBERGER, 2017)



Buscando compreender níveis distintos de complexidade de avaliação ambiental de compra, outro trabalho (JENSSEN; DE BOER, 2019) conciliou a LCA à seleção “verde” de fornecedores. Considerando que cada organização pode ter objetivos ambientais e recursos disponíveis distintos, propósitos ambientais mais

audazes levam à maior quantidade de critérios em análise, complicando o processo de decisão. Quanto mais complexa a compra, maior deve ser a capacidade da organização em aplicar a LCA (JENSSEN; DE BOER, 2019). A Figura 13 ilustra quatro exemplos de situações de implementação de LCA em decisões de compras.

Figura 13: Exemplos de classes de compras no modelo. Fonte: adaptado de (JENSSEN; DE BOER, 2019).

Classe	Nível de implementação	Capacidade	Ambição
Rotina	Compras comuns de rotina e commodities	Nível básico de LCA suficiente	Avaliar principalmente a conformidade com padrões e políticas
Complexa	Compras de produtos estratégicos e de grande valor	Avançado LCA e recursos substanciais	Garantir um bom desempenho ambiental para compras grandes e complexas, enfrentando altos níveis de incerteza.
Centralizado	Iniciativas de compras conjuntas entre unidades ou em nível setorial	Competência moderada em LCA, mas aplicação em alta escala pode necessitar de grandes recursos.	Alcançar impacto ambiental significativo ao atingir muitas unidades de compras em nível regional ou nacional.
Único	Compras estratégicas de novos produtos ou mercadorias de transição	Nível moderado a avançado exigido em LCA, possivelmente envolvendo fornecedores externos específicos.	Alcançar melhoria significativa do desempenho ambiental em um projeto local específico.

A aplicação da LCA pode se ajustar também aos diferentes níveis de decisão por tipo de compra (BUTT; TOLLER; BIRGISSON, 2015). Isto implica para a LCA que os limites do sistema a serem considerados dependem da hierarquia do nível de decisão. Por exemplo, uma compra específica (realizada uma única vez), pode possuir limites do sistema mais simples para sua LCA em comparação a uma compra estratégica, que incorre em impactos de longo prazo para as partes interessadas (BUTT; TOLLER; BIRGISSON, 2015). A Figura 14 ilustra como as perspectivas do ciclo de vida são aplicadas a cada situação de decisão.

Figura 14: Perspectivas do ciclo de vida para diferentes situações de decisão. Fonte: adaptado de (BUTT; TOLLER; BIRGISSON, 2015).

Compra estratégica	Objetivos, metas, priorização entre projetos	Políticas; orientações; padrões; identificação de questões a serem tratadas de modo abrangente
Compra específica	Identificação de opções; triagem de propostas	Projeto otimizado; seleção de materiais.
Nível de decisão Estágio	Planejamento inicial	Fase final

Um modelo para avaliar e quantificar os benefícios econômicos, ambientais e sociais de produtos ao longo do ciclo de vida (PATALA et al., 2016) sugeriu a estrutura usual da LCA para os três pilares de sustentabilidade, contudo não fez menção ao conceito de LCSA. Compradores podem aplicar o modelo proposto para avaliar a sustentabilidade de ofertas alternativas. A estrutura compreendeu o passo a passo da LCA aplicado ao processo de compras em cinco etapas (PATALA et al., 2016):

- i. Identificação de impactos potenciais. Envolve o reconhecimento de todos os potenciais impactos atuais e futuros de uma oferta específica.
- ii. Identificação de critérios de criação de valor. O comprador deve identificar as características chave de como o produto a ser comprado vai agregar valor ao seu negócio.
- iii. Escolha de indicadores-chave. Determina-se aqui o escopo da LCA, abrangendo a escolha dos indicadores relevantes para quantificar o valor fornecido pela oferta.
- iv. Modelagem do ciclo de vida. Envolve a modelagem do ciclo de vida a partir da estrutura da LCA, aplicada às distintas dimensões de sustentabilidade consideradas.
- v. Demonstração do valor do ciclo de vida. Aqui se determina o valor total resultante dos indicadores de desempenho ao longo do ciclo de vida da oferta.

Um estudo (DE GIACOMO et al., 2019) teve por objetivo entender se a adoção de compras sustentáveis poderia estimular a internalização do LCC em licitações públicas. Os resultados confirmam que, em um contexto de adversidade ambiental com barreiras ao LCC, a experiência de compras sustentáveis pode estimular o aprendizado e as capacidades do LCC em organizações públicas. Isto influencia positivamente uma organização pública a passar de um contexto de baixa adoção do LCC para um perfil de internalização do LCC mais alto.

Há trabalhos que tiveram por objetivo realizar a aplicação quantitativa de uma metodologia do ciclo de vida no escopo de compras. Há os que envolveram a aplicação da LCA (HUPPONEN; GRÖNMAN; HORTTANAINEN, 2015; MCPHERSON; SHARIP; GRIMMOND, 2019; PULLMAN; WIKOFF, 2017), e a aplicação do LCC (LIM; ZHANG; OO, 2018). Abrangeram em relação aos artigos qualitativos uma visão mais prática e aplicada, voltada para direcionar tomada de

decisão. Não foram identificadas alterações metodológicas na aplicação destes estudos. Os resultados reforçaram que as decisões de compras são fundamentais, e que seus impactos podem se estender ao longo prazo. Destacaram relevância para aplicação da LCA e da LCC em se consultar os *stakeholders* (partes interessadas) envolvidos nos sistemas em estudo. A consulta aos *stakeholders* é importante no sentido de entender suas perspectivas, prioridades e desafios sobre sustentabilidade (PULLMAN; WIKOFF, 2017).

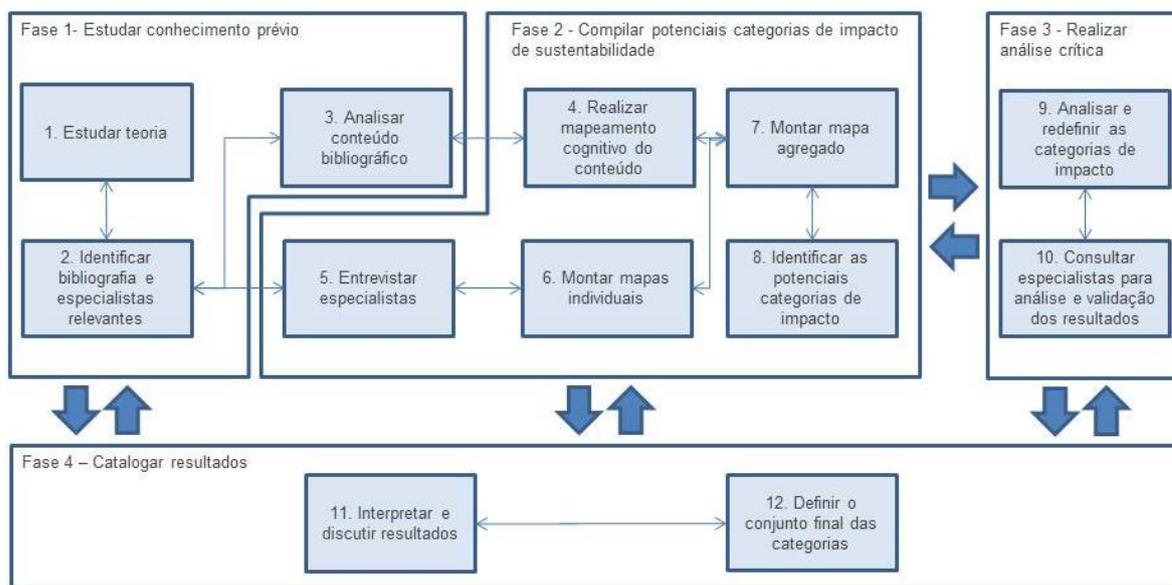
Constatou-se que a busca de compras sustentáveis pode promover modelos de negócio que procurem o uso eficiente de materiais ao longo do ciclo de vida, bem como a busca de ciclos limpos e de menor risco. Para isto, é necessária a definição de critérios e requisitos para a extensão da vida útil do produto, eficiência e intensidade de uso (ALHOLA et al., 2019).

### 3. Método de Pesquisa

Para identificar e classificar as categorias de impacto de sustentabilidade aplicadas como critérios de decisão ao processo de compras, foi realizado um estudo envolvendo: revisão de documentos bibliográficos; entrevistas semiestruturadas; e mapeamento cognitivo. A consideração conjunta de registros bibliográficos e da opinião de especialistas é comumente utilizada em estudos de mapeamento cognitivo (ACKERMANN; EDEN; CROPPER, 1992; FARSARI; BUTLER; SZIVAS, 2010). Falcone e Imbert (2018) utilizaram a revisão bibliográfica conjuntamente com entrevistas semiestruturadas para levantar categorias e indicadores sociais relevantes para LCSA em problema de absorção de produtos de base biológica pelo mercado. Ruparathna e Hewage (2015) utilizaram uma abordagem análoga para levantar as práticas e oportunidades em compras sustentáveis na indústria de construção canadense. Souza et al (2015) e Guarnieri, Silva e Levino (2016) utilizaram de mapeamento cognitivo e consulta a especialistas para identificar categorias de impacto de LCSA no problema de resíduos eletrônicos. O uso de vários métodos melhora a validade dos resultados, promove a redução de seu viés, e permite observar tendências ocultas que podem ter sido negligenciadas com o uso de um único método (RUPARATHNA; HEWAGE, 2015). O método utilizado está ilustrado na Figura 15, e é detalhado a seguir.

Primeiro realizou-se o mapeamento das fontes bibliográficas, identificando claramente a fonte específica de onde provém cada conteúdo elicitado. A consulta a cada especialista individualmente foi registrada em mapa cognitivo específico, que discutido e validado com o especialista consultado, passa a permitir também a identificação de forma específica do conteúdo de cada consulta. Desta forma, articulam-se as distintas frentes de compilação das potenciais categorias de impacto separando e identificando com clareza de onde provém cada conteúdo. Apenas na etapa metodológica seguinte (Montar mapa congregado), ou seja, após a conclusão e validação dos mapas individuais, os conteúdos são convergidos em um mapa único, que por fim conduziu à compilação das potenciais categorias de impacto a seguirem para a etapa de análise crítica.

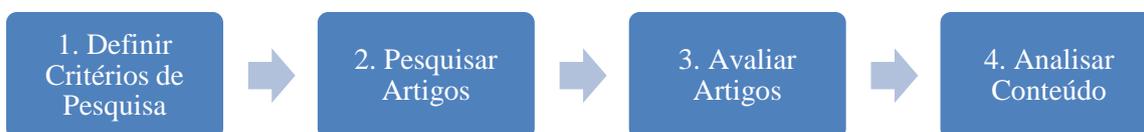
Figura 15: Diagrama da estrutura metodológica da pesquisa. Baseado em: (GOVINDAN; HASANAGIC, 2018; RUPARATHNA; HEWAGE, 2015; SOUZA et al., 2015).



### 3.1. Fase 1 – Estudar conhecimento prévio

Diante do problema de pesquisa, para levantar o conhecimento prévio do tema em estudo, foi utilizado o método da Revisão Sistemática de Literatura. A escolha da Revisão Sistemática de Literatura se justifica pela relevância em permitir identificar o conteúdo conceitual já existente, o que possibilita contribuir para o desenvolvimento do tema em estudo (SEURING; MÜLLER, 2008). Justifica-se ainda pelo papel crítico que desempenha em publicações de periódicos, e pelo seu potencial para criar conhecimento (GOVINDAN; HASANAGIC, 2018). Além disso, no contexto específico do problema de pesquisa, justifica-se pelo fato de que a revisão de literatura científica é utilizada para escolha de categorias de impacto em estudos do ciclo de vida (ISMAEEL, 2018; LANGLOIS et al., 2014). A referência metodológica para este procedimento baseou-se no trabalho de Govindan e Hasanagic (2018) em quatro etapas (definir critérios de pesquisa; pesquisar artigos; avaliar artigos; e analisar conteúdo), conforme ilustrado na Figura 16.

Figura 16: Procedimento de Revisão Sistemática de Literatura. Fonte: Adaptado de (GOVINDAN; HASANAGIC, 2018).



A primeira etapa da revisão sistemática de literatura trata da definição de critérios de pesquisa. A coleta de material bibliográfico foi realizada observando os seguintes critérios (de acordo com Govindan e Hasanagic, 2018):

- a. Pesquisar nas bases de dados acadêmicas *Scopus* ([www.scopus.com](http://www.scopus.com)) e *Web of Science* ([www.webofscience.com](http://www.webofscience.com)), respeitados banco de dados bibliográficos.
- b. Os artigos devem ser de publicação no período de 2000 a 2019, para garantir que os trabalhos mais recentes sejam utilizados na construção da revisão bibliográfica.
- c. Para pesquisa nas bases de dados, foram utilizados termos de pesquisa em busca dos campos título, resumo e palavras-chave.

A definição dos termos de busca se deu de forma iterativa a partir de um afunilamento dos resultados, até que se atingiu um escopo satisfatório e viável para se realizar as etapas de avaliação e de análise de conteúdo. Inicialmente, partiu-se de um escopo abrangente de termos de pesquisa na base de dados *Scopus* (Pesquisa 1), usando apenas os termos:

*("procurement" or "purchasing" or "supplier selection")*.

Esta pesquisa resultou em um montante de 126.132 artigos, o que inviabilizaria o estudo do ponto de vista do tempo e esforço de estudo deste grande volume. Em seguida, para refinar os resultados, foi realizada uma Pesquisa 2, onde foram adicionados por meio de *"and"* à Pesquisa 1 termos de busca relacionados aos estudos de sustentabilidade do ciclo de vida (termos definidos a partir de COSTA; QUINTEIRO; DIAS; 2019). Os termos de busca incluídos foram:

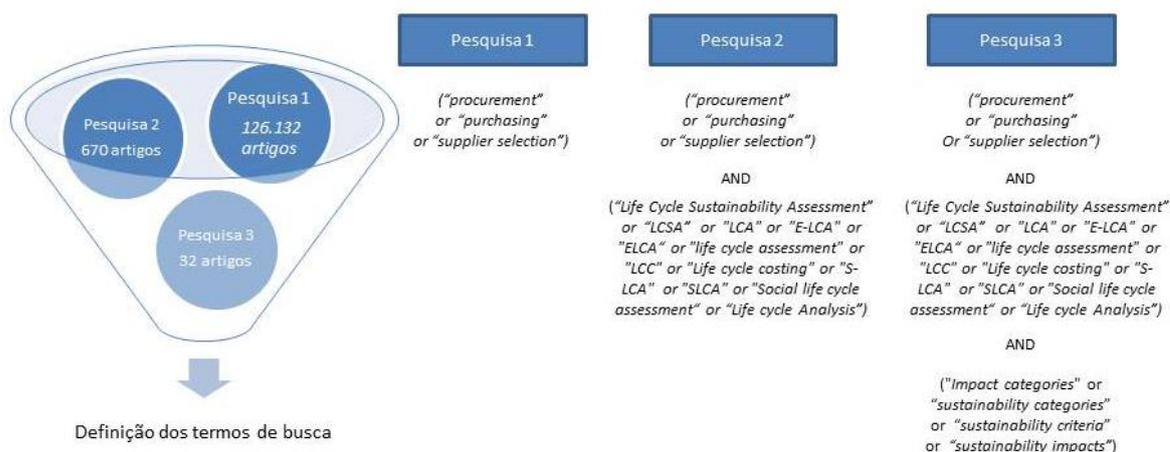
*("life cycle sustainability assessment" or "LCSA" or "LCA" or "E-LCA" or "ELCA" or "life cycle assessment" or "LCC" or "life cycle costing" or "S-LCA" or "SLCA" or "social life cycle assessment" or "life cycle analysis")*.

Contudo, os artigos resultantes ainda se demonstraram em uma quantidade relativamente elevada (670 artigos), e uma sucinta avaliação identificou conteúdo dos artigos muito diverso e difuso com relação ao objetivo desta pesquisa. Desta forma, foi conduzida a Pesquisa 3, que por sua vez, partindo da Pesquisa 2, teve novos termos de busca acrescentados por meio de “and”, relacionados especificamente às categorias de impacto de sustentabilidade do ciclo de vida, escopo fundamental neste estudo:

*(“impact categories” or “sustainability categories” or “sustainability criteria” or “sustainability impacts”).*

A Pesquisa 3 resultou em 32 artigos encontrados, desta vez viável do ponto de vista de execução. A Figura 17 ilustra o processo iterativo de definição dos termos de busca.

Figura 17: Definição dos termos de busca a partir de procedimento iterativo em três etapas. Fonte: elaborado pelo autor.



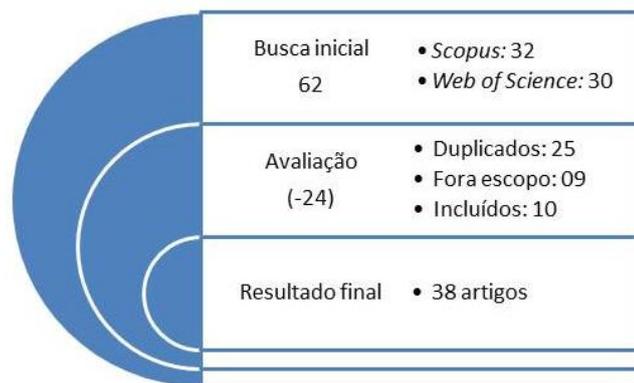
Um ponto de atenção no método deriva do desafio de que pode não ser prático ler tudo (SEURING; MÜLLER, 2008). Por isto, a etapa de número 3 da Figura 16 (Avaliar Artigos) se torna fundamental antes da análise de conteúdo propriamente dita. Após a pesquisa de artigos (Etapa 2), a avaliação (Etapa 3) deve garantir a eliminação dos trabalhos duplicados ou não associados ao tema (GOVINDAN; HASANAGIC, 2018). Partindo-se dos resultados da busca (Etapa 2), que se utilizou dos termos de busca demonstrados na Figura 17, identificou-se inicialmente um montante de 62 artigos (32 da base *Scopus*, e outros 30 da *base Web of Science*). Este volume de artigos foi avaliado na Etapa 3, onde foram excluídos os artigos duplicados (25). Nesta etapa 3, também é aplicado um filtro onde são examinados

os títulos e resumos para eliminar artigos que nitidamente não estão associados ao tema, evitando assim a contaminação da busca (GOVINDAN; HASANAGIC, 2018). No caso da presente pesquisa, o critério para manter o artigo na amostra consistiu em seu conteúdo abordar simultaneamente um problema de compras sustentáveis ou seleção de fornecedores em uma perspectiva de ciclo de vida. Também foi aplicado um critério de exclusão, que consistiu em desconsiderar literatura que não seja de periódicos internacionais revisados por pares (tais como livros, capítulos de livros, artigos de conferências, editoriais, erratas, notas e cartas). Este tipo de literatura foi excluído para garantir a qualidade do conteúdo, uma vez que tais publicações não são revisadas por pares e podem representar resultados preliminares de pesquisas, que podem refletir em variabilidade de sua qualidade (COSTA; QUINTEIRO; DIAS, 2019; GOVINDAN; HASANAGIC, 2018). Esta avaliação de artigos ao final desconsiderou 09 documentos da amostra original.

Adicionalmente, cabe considerar artigos que foram descobertos manualmente ou que não foram “lidos” adequadamente pelo método de pesquisa do banco de dados devido a erros de indexação ou eram tematicamente importantes e sem os termos de busca utilizados para ser registrado como uma ocorrência na etapa da busca de artigos (JENSSEN; DE BOER, 2019). Neste sentido, foram realizadas buscas complementares nos mesmos bancos de dados respeitando os critérios já estabelecidos, mas utilizando novos termos de busca combinados simultaneamente aos de compras sustentáveis, seleção de fornecedores e perspectiva de ciclo de vida. Estas buscas adicionais são realizadas a fim de garantir que todos os estudos relevantes sejam incluídos (GOVINDAN; HASANAGIC, 2018; JENSSEN; DE BOER, 2019). Os novos termos de busca foram definidos a partir de Govindan e Hasanagic (2018), sendo: “*drivers*”, “*practices*”, e “*barriers*”, combinados com os termos utilizados na Pesquisa 2, pesquisados nos campos de título, palavras-chave ou resumo. Considerou-se ainda uma expansão do tipo “bola de neve” (*snowballing*), que consiste na observação das referências bibliográficas usadas em artigos da amostra principal, buscando identificar novos artigos importantes para o contexto de estudo (JENSSEN; DE BOER, 2019). Estes critérios ao final resultaram em 10 novos artigos, que foram adicionados à amostra, totalizando um montante final de 38 artigos para avançarem para a etapa 4 (análise de conteúdo). Tal volume de artigos incluídos nesta etapa complementar não representa uma inconsistência metodológica: no trabalho de Jenssen e De Boer (2019), dos 39 artigos na amostra

final, 15 foram incluídos na etapa complementar; em Govindan e Hasanagic (2018), 22 dos 60 artigos finais foram incluídos nesta fase adicional. O procedimento adotado na etapa de avaliação de artigos está ilustrado na Figura 18, e a relação dos 38 artigos encontra-se no Apêndice 1.

Figura 18: Avaliação de artigos a partir dos resultados iniciais de busca. Fonte: elaborado pelo autor.



Por fim, a última etapa (4 – Analisar Conteúdo) consiste em realizar análise de conteúdo dos artigos resultantes da pesquisa. Na análise de conteúdo, são analisados e compreendidos os documentos em mãos (SEURING; MÜLLER, 2008), o que envolve fazer referências confiáveis e replicáveis a partir do seu conteúdo (MANSI, 2015). Nesta pesquisa, foi realizado um estudo minucioso dos 38 artigos da amostra final provocando a identificação de características objetivas do tema em estudo. Realizou-se uma exploração qualitativa em torno do tema de pesquisa, o que possibilitou descrever e sistematizar o conteúdo qualitativo por meio de mapas cognitivos e tabelas.

### 3.2. Fase 2 – Compilar potenciais categorias de impacto de sustentabilidade

#### 3.2.1. Montar mapas cognitivos do conteúdo bibliográfico

Para elicitare as potenciais categorias de impacto a partir da análise de conteúdo das fontes bibliográficas, foi empregada a abordagem de mapeamento cognitivo. O mapeamento cognitivo permite desprender os conceitos arraigados no conteúdo bibliográfico. Assim, o pesquisador, ao montar o mapa, captura cada contribuição das fontes bibliográficas, juntamente com as relações de causa-efeito

que as ligam a outras contribuições, criando uma rede de setas (grafos) unidirecionais, com fins ou objetivos no topo e meios ou causas abaixo (Figura 11). Uma declaração na “cauda” de uma seta é considerada a causa ou a influência da declaração na ponta da flecha (ACKERMANN; EDEN; CROPPER, 1992; CUNHA; MORAIS, 2019; SOUZA et al., 2015).

No procedimento de mapeamento cognitivo, os mapas foram construídos com base no estudo do conteúdo dos registros bibliográficos oriundos da etapa metodológica de “estudar conhecimento prévio” (Fase 1). Os resultados e análise de conteúdo da Fase 1 estão descritos na seção 4.1 - Compilação do conhecimento prévio. À luz dos registros bibliográficos sobre o problema de estudo, para realizar o mapeamento cognitivo, o autor seguiu suas premissas metodológicas previstas, que são descritas a seguir (ACKERMANN; EDEN; CROPPER, 1992; SOUZA, 2014):

- i. Separar sentenças em frases distintas;
- ii. Construir a hierarquia (colocar objetivos no topo, e apoiá-los em conceitos que indicam a direção estratégica e mais adiante com opções potenciais);
- iii. Avaliar os objetivos: os conceitos mais estratégicos e elencados como metas, vão para o topo;
- iv. Avaliar os direcionamentos a partir dos objetivos. Os direcionamentos possuem as características: implicações de longo prazo, alto custo, irreversíveis, precisam de um portfólio de ações para que aconteçam, podem exigir uma mudança de cultura. Setas entre conceitos podem ser interpretados como “podem levar a” ou “podem implicar”;
- v. Procurar polos opostos. Estes esclarecem o significado dos conceitos e são geralmente representados em mapas cognitivos após três pontos (...);

Nota: os polos opostos, apesar de constar na relação metodológica e de ter sua aplicação difundida no SODA (GEORGIU, 2011), nesta pesquisa não foram utilizados. Uma vez que a descrição de um nó na ‘ponta’ de uma flecha é considerada como consequência do nó na ‘cauda’ (EDEN, 2004), o que é suficiente para a definição da relação de causa e efeito para este trabalho, não foi necessário utilizar os pólos opostos.

- vi. Adicionar significado aos conceitos, colocando-os na forma imperativa e, sempre que possível, incluindo atores e ações. Por meio dessa perspectiva de ação, o modelo se torna mais dinâmico;
- vii. Manter as palavras e frases identificadas, evitando abreviações;
- viii. Identificar a opção e o resultado entre cada par de conceitos e construir setas entre eles;
- ix. Garantir que um conceito genérico seja superior a itens específicos que contribuem para ele;
- x. Codificar o primeiro polo como aquele que o proprietário do problema vê como a ideia primária (a ideia que foi iniciada por primeiro). O primeiro polo tende a se destacar ao ler um mapa.
- xi. Verificar se há e por que há conceitos isolados não vinculados às partes principais do mapa. Muitas vezes, essa é uma pista importante para a estruturação do problema em estudo;
- xii. Mapear cerca de dois terços do caminho até o meio do papel e manter os conceitos em pequenos retângulos de texto, em vez de linhas contínuas de texto.

Todos os mapas cognitivos desta pesquisa foram construídos usando o *software* gratuito *Compendium*, desenvolvido pela Administração Nacional da Aeronáutica e Espaço do governo Norte Americano (*National Aeronautics and Space Administration – NASA*). O *Compendium* foi o *software* utilizado para mapeamento cognitivo no trabalho de Souza *et al* (2015).

### 3.2.2. Realizar entrevistas e montar mapas cognitivos individuais

Ainda na etapa de compilação das potenciais categorias de impacto (Fase 2 da Figura 15), entendeu-se ser necessário complementar o levantamento a partir de entrevistas com profissionais e especialistas envolvidos em compras sustentáveis. Esta necessidade deriva primeiramente do fato de que a participação de partes interessadas é fundamental para expressar a realidade e complexidade envolvidas no problema em estudo (SALA *et al.*, 2012; SOUZA *et al.*, 2015; UNEP/SETAC, 2011). Ademais, as categorias de impacto nas abordagens da sustentabilidade do ciclo de vida devem considerar questões importantes levantadas pelas partes interessadas (TONINI *et al.*, 2020; UNEP/SETAC, 2009), o que torna sua consulta

imprescindível. A consulta aos especialistas ainda se justifica em função da emergência e natureza relativamente recentes dos temas Compras Sustentáveis e LCSA (COSTA; QUINTEIRO; DIAS, 2019; JENSSEN; DE BOER, 2019). Em outras palavras, pela emergência do tema, é possível que nem todas as categorias de impacto relevantes possam ser levantadas apenas pela revisão bibliográfica. Desta forma, as entrevistas buscam complementar o levantamento realizado pela bibliografia.

A abordagem de consideração conjunta da opinião de especialistas e de registros bibliográficos está em conformidade com o trabalho de referência de Ruparathna e Hewage (2015), que se utilizou tanto de revisão de documentos como de realização de entrevistas para levantar as práticas e oportunidades em compras sustentáveis na indústria de construção canadense. Os autores desenvolveram um projeto de pesquisa que combinou as ferramentas de pesquisa de revisão de documentos e entrevistas semiestruturadas. Ainda, a confrontação dos resultados de cada frente metodológica é usada na etapa de discussão e interpretação (Fase 4 da Figura 15), onde é possível discutir o que foi elicitado nas entrevistas em relação ao conteúdo bibliográfico. Deve-se ressaltar que primeiro realiza-se o mapeamento das fontes bibliográficas, identificando claramente a fonte específica de onde provém cada conteúdo. A consulta a cada especialista é registrada em mapa cognitivo individual único, que deve ser validado com o especialista consultado. Desta forma, articulam-se as distintas frentes de compilação das categorias de impacto separando e identificando com clareza de onde provém cada conteúdo. Na etapa metodológica seguinte (descrita detalhadamente na seção 3.2.3 – Montar mapa congregado), ou seja, após a conclusão e validação dos mapas individuais, os conteúdos são convergidos em um mapa único, que por fim conduz à compilação das potenciais categorias de impacto a seguirem para a etapa de análise crítica (Fase 3 da Figura 15).

Foram entrevistados 10 profissionais com experiência em compras sustentáveis e especialistas acadêmicos. A seleção considerou a representação de profissionais com experiência notável em aspectos fundamentais de compras sustentáveis elicitados na etapa de compilação do conhecimento prévio (Fase 1 da Figura 15), e descritos pormenorizadamente na Seção 4.1. A escolha dos entrevistados partiu de uma lista prévia de candidatos que foi elaborada a partir da identificação do envolvimento individual e coletivo com redes de aplicação e

pesquisa em LCSA e Compras Sustentáveis. Os candidatos foram pré-contatados através de telefonemas (contatos diretos do autor) e diferentes redes de sociabilidade (canais digitais e *websites*). O rol de entrevistados com a descrição de suas experiências e a respectiva relação com os aspectos identificados na análise de conteúdo bibliográfico encontra-se no Apêndice 2. As entrevistas tiveram duração entre 50 e 90 minutos.

Como critério de quantidade de entrevistados, foi considerado o princípio de saturação em pesquisa qualitativa. Este princípio preconiza que o tamanho da amostra é suficiente quando a realização de novas entrevistas não esclarece ou levanta mais conteúdo no tema pesquisado (MASON, 2010; RUPARATHNA; HEWAGE, 2015). Existem abordagens metodológicas para definição de quantidade a partir de seleção de *stakeholders* para serem consultados (ACKERMANN; EDEN, 2011), o que poderia estabelecer um teto para o volume de entrevistas, porém neste trabalho a saturação foi atingida sem prejuízo de viabilidade para a sua conclusão. Em pesquisa qualitativa, a escolha de amostra relativamente pequena permite um maior aprofundamento na investigação, porém, incorre em limitação do grau de generalização (validade externa). Por outro lado, uma amostra maior proporciona mais generalização dos resultados em detrimento de uma profundidade menor, associado ao consumo maior de recursos e energia (MIGUEL, 2007). O uso de grupos focais para pesquisas qualitativas, por exemplo, tem como referência uma quantidade de participantes entre 6 e 10 (NYUMBA et al., 2018; POWELL; SINGLE, 1996). Outra modalidade em pesquisa qualitativa é o estudo de caso, que como regra geral, adota como suficiente uma quantidade de 4 a 10 casos na amostra (EISENHARDT, 1989; MIGUEL, 2007). Ruparathna e Hewage (2015), que levantaram práticas e oportunidades em compras sustentáveis, utilizaram-se de entrevistas semiestruturadas com 9 participantes. A presente pesquisa teve o agendamento de entrevistas realizadas em sequência (após concluída e validada uma entrevista, avaliava-se a saturação de resultados e decidia-se por uma nova entrevista). A saturação de resultados foi atingida na décima entrevista.

A consulta aos especialistas foi realizada por meio de entrevistas semiestruturadas. O uso das entrevistas semiestruturadas se justifica pelo fato de que envolve a formulação de perguntas abertas, o que permite elicitar amplamente o tema em estudo, e é coerente com o objetivo de identificar, a partir da experiência e conhecimento dos agentes de compras, as categorias de impacto (MICHELSEN; DE

BOER, 2009; RUPARATHNA; HEWAGE, 2015; SOUZA et al., 2015). As entrevistas foram realizadas pessoalmente de modo virtual em tempo real através de ferramentas de comunicação pela internet, como o *software MS Teams ou Skype*. Em último caso, em uma circunstância onde o especialista não aceite ou não disponha de compatibilidade de agenda com o entrevistador, visando não perder a oportunidade de consulta, a comunicação se deu iterativamente por *e-mail*. Uma vez que a opinião do especialista fica registrada, é possível montar o mapa cognitivo a partir das respostas por *e-mail*. Das entrevistas realizadas, apenas um caso precisou seguir na modalidade de e-mail.

As entrevistas semiestruturadas detêm a forma de um roteiro considerado desprendido e flexível, o que permite a criação de um diálogo durante a entrevista, bem como a oportunidade de mudar a ordem das perguntas e a facilidade de passar de uma pergunta à outra (KALLIO et al., 2016). Com este componente de flexibilidade e buscando a espontaneidade do entrevistado para falar com profundidade e de modo vívido sua experiências e opiniões (KALLIO et al., 2016), cada entrevista cabe ser começada particularmente de uma forma que gere entrosamento entre o entrevistado e o entrevistador. Tendo em vista ainda que cada entrevistado possui especificidades, como por exemplo, idade, formação, experiência profissional, nível hierárquico no trabalho (MIGUEL, 2007), deve-se haver cuidado na forma de iniciar cada entrevista. Isto é importante como forma de promover cortesia e de desfazer a tensão inicial, propiciando um ambiente menos frio para que a conversa se inicie e avance de forma agradável. Para tanto, realizou-se um contato prévio de agendamento da entrevista, onde se o autor se apresentou e descreveu os objetivos da pesquisa. Na entrevista, adotou-se que o primeiro passo é levar o especialista a se apresentar e contar suas experiências.

A partir desta abertura, foram conduzidas perguntas começando com palavras como “o quê”, “quais”, ou “como”. Isto visa encorajar a obtenção de respostas descritivas, que são exploradas na sequência com perguntas iniciando com “por que” (KALLIO et al., 2016). Exemplos de perguntas realizadas são: “quais são os principais critérios de seleção em compras sustentáveis”; e “quais são os aspectos de sustentabilidade avaliados para uma decisão de compra?”. Isso permite que os entrevistados expliquem amplamente uma variedade de aspectos diferentes relacionados ao objeto de estudo. A partir das respostas, continua-se, portanto, com a exploração do levantamento por perguntas com “por que”. Isso induz as respostas

seguintes a se concentrarem em nomear e explicar questões importantes que podem representar potenciais efeitos (e por conseguinte, categorias de impacto), sejam eles desejados ou nocivos do ponto de vista das dimensões da sustentabilidade. Por fim, deve-se perguntar “como se alcança (o efeito) A?”, e “como a questão A se relaciona com a questão B?”, para buscar explicações detalhadas sobre possíveis cadeias de causa-efeito associadas a cada potencial categoria de impacto (SOUZA et al., 2015).

Para legitimar e aprimorar os procedimentos de realização das entrevistas, foi conduzida inicialmente uma entrevista em caráter piloto. A entrevista piloto é um procedimento que busca identificar se o método é eficaz para o cumprimento dos objetivos da pesquisa (MIGUEL, 2007). A partir dela, validou-se o protocolo descrito no parágrafo anterior, e deu-se sequência nas demais.

Na consulta aos especialistas, os mapas cognitivos foram construídos com base nos discursos dos entrevistados sobre o problema de decisão, seja simultaneamente às entrevistas, seja a partir dos registros. As premissas metodológicas previstas para o mapeamento cognitivo são as mesmas descritas na seção 3.2.1 para a construção dos mapas do conteúdo bibliográfico, com a incorporação da validação do mapa individual pelo especialista. A construção, portanto, dos mapas individuais é feita de modo colaborativo com o especialista, o que permite desenraizar e elicitare os conceitos de sua experiência, onde a versão final do mapa individual precisa estar validada pelo especialista (ACKERMANN; EDEN; CROPPER, 1992; MINGERS; ROSENHEAD, 2004).

### 3.2.3. Montar mapa congregado

Os mapas cognitivos obtidos individualmente das entrevistas podem ser sobrepostos e conectados, ou seja, um mapa único que agrega as visões dos mapas de cada entrevista pode ser desenvolvido para integrar os resultados (ABUABARA et al., 2018; MINGERS; ROSENHEAD, 2004). Da mesma forma, os resultados do levantamento bibliográfico também podem ser traduzidos em um mapa cognitivo congregado (ACKERMANN; EDEN; CROPPER, 1992; SANTOS; CURO; BELDERRAIN, 2011). Assim, uma vez tendo em mãos os mapas com o resultado da análise de conteúdo do levantamento bibliográfico, e os mapas das entrevistas individuais, foi possível avançar para a compilação geral das informações. Aqui,

buscou-se sobrepor e agregar os mapas parciais, convergindo-os em um mapa único, identificando sobreposições e conexões entre os conceitos. Com base no mapa congregado, que contém a relação de causa-efeito entre os conceitos elicitados, as categorias de impacto em potencial puderam ser identificadas.

A agregação dos mapas se dá através do agrupamento dos mapas individuais pelo facilitador (no caso, o autor). Isto ocorre mediante a união dos conceitos (nós) similares que contenham o mesmo entendimento epistemológico. Assim, ligando os conceitos presentes nos distintos mapas individuais das entrevistas e das fontes bibliográficas que sejam relacionáveis entre si, forma-se um mapa agregado. Após a coleta de novas contribuições e validação dos especialistas, o mapa resultante é denominado mapa congregado. Para a construção do mapa congregado, o facilitador estabelece um processo iterativo de consulta aos especialistas, de forma que possam adicionar, modificar ou reduzir os conceitos que considerem relevantes ou não para o problema em questão, relacionando-os por meio das ligações de causa e efeito. Isto conduz a um entendimento único, representando a estrutura cognitiva dos especialistas. Para tanto, os especialistas são consultados de modo iterativo, colaborando na construção do mapa congregado, e devem validá-lo (EDEN; ACKERMANN, 2018; SANTOS; CURO; BELDERRAIN, 2011; SOUZA, 2014). Em outras palavras, os mapas congregados combinarão os tópicos levantados nos mapas parciais, bem como suas conexões hierárquicas identificadas. Ao analisar a hierarquia de causa-efeito desses mapas é possível identificar potenciais critérios estratégicos de avaliação em compras sustentáveis (no topo, nas pontas das setas), que podem ser interpretados como potenciais categorias de impacto de sustentabilidade para LCSA, ou seja, critérios de decisão para compras sustentáveis.

### **3.3. Fase 3 – Realizar análise crítica**

Uma vez compiladas as potenciais categorias de impacto (critérios de decisão em compras sustentáveis), torna-se necessário submetê-las a uma análise crítica. Esta análise crítica se fundamenta na necessidade de garantir que as categorias de impacto (critérios de decisão) sejam consistentes com relação a permitir a avaliação de compras. Por um lado, esse conjunto de critérios de decisão precisa satisfazer algumas propriedades que os modelos multicritérios exigem (FRANCO; MONTIBELLER, 2010). Em paralelo, as categorias de impacto devem ser coerentes

com as principais questões relacionadas ao sistema de análise do ciclo de vida (EC-JRC, 2010), apresentando propriedades condizentes com a metodologia da LCSA. Apesar das diferenças de terminologia, existe um alto grau de convergência entre a ciência da decisão e as referências principais das análises do ciclo de vida a respeito das características esperadas de um conjunto coerente de critérios de decisão (SOUZA et al., 2015). Tais propriedades estão compiladas na Tabela 1, e são utilizadas como critérios para condução da etapa de análise crítica.

O conjunto inicial de categorias de impacto potenciais identificadas no mapa congregado é então avaliado na etapa de análise crítica de acordo com as propriedades descritas na Tabela 1. O facilitador em processo interativo com os especialistas sugere uma redefinição das categorias iniciais, adaptando-as para melhor satisfazer as propriedades da Tabela 1. As redefinições sugeridas para o conjunto inicial de categorias podem envolver a eliminação e fusão de categorias de impacto (combinando duas categorias potenciais em uma única e/ou compartilhando seus indicadores de desempenho). Os especialistas devem analisar este conjunto de categorias sugerido e podem redefini-lo tanto quanto necessário, até que satisfaça todas as propriedades na Tabela 1. O mapa congregado é usado como uma referência de apoio principal nesta etapa. Caso uma nova categoria seja incluída, a cadeia de causa e efeito deve ser discutida e revisada a fim de compreender as novas conexões causais e hierarquia resultantes dessa mudança. Essa redefinição também pode envolver a fusão de categorias de impacto duplicadas ou dependentes em uma única, possivelmente compartilhando seus indicadores de desempenho (SOUZA et al, 2015).

Do ponto de vista das propriedades das categorias de impacto do ciclo de vida, a análise crítica deve garantir, portanto, a operacionalização da avaliação do ciclo de vida, onde as categorias *midpoint* sejam tangíveis e mensuráveis, enquanto estão relacionadas às categorias *endpoint*, mais abrangentes e menos tangíveis. Como método, se uma potencial categoria não for tangível, significa que é necessário se mover à montante (para baixo) na cadeia de causa-efeito, identificando naquela faixa qual a categoria de impacto ideal, que é anterior a um *endpoint* (SOUZA et al., 2015).

Os mesmos profissionais e especialistas participantes das entrevistas semiestruturadas foram contatados para avaliar e validar os resultados da análise crítica. A escolha do mesmo rol de participantes se justifica pelo fato de que já foram

considerados suficientes no critério de saturação da amostra de entrevistados, e por já haver vinculação com a pesquisa e familiaridade com seus objetivos.

Tabela 1: Propriedades desejáveis dos critérios de decisão e das categorias de impacto do ciclo de vida. Fonte: adaptado de (ABNT-NBR/ISO, 2009; EC-JRC, 2010; FRANCO; MONTIBELLER, 2010; MIGUEL, 2007; SOUZA et al., 2015).

<b>Propriedades.</b> As categorias de impacto (critérios de decisão) devem ser:	<b>Critérios de decisão</b> (Franco; Montibeller, 2010).	<b>Categorias de impacto do ciclo de vida</b> (ABNT-NBR/ISO, 2009; EC-JRC, 2010)	<b>Comentário adicional</b>
Essenciais	Cada critério deve considerar todos os objetivos essenciais na decisão.	Cada categoria deve identificar uma questão de sustentabilidade que seja relevante e que cause motivo de preocupação às partes interessadas. Deve representar um atributo ou aspecto do ambiente natural, saúde humana ou consumo de recursos.	Fazendo um paralelo com metodologia em pesquisa qualitativa, as categorias representam uma codificação que deve corresponder a propriedades importantes da teoria, desdobradas em dimensões que estão associadas ao objeto em estudo (MIGUEL, 2007).
Compreensíveis, concisas e precisas	Os elementos devem ter um significado claro e inequívoco para todos os membros do grupo de decisão. O conjunto deve compreender o menor número de critérios necessários para a análise.	As categorias devem ser compreensíveis, consideradas relevantes, e aceitas de modo global pelas partes interessadas.	As categorias devem cobrir de modo compreensível os impactos de sustentabilidade (Souza et al., 2015).
Operacionais	Deve ser possível medir o desempenho das alternativas de decisão em relação a cada um dos critérios de decisão.	As categorias de impacto devem permitir a agregação dos dados de entrada e saída (inventário) do sistema do produto por meio de indicadores. As categorias <i>midpoint</i> devem ser tangíveis e mensuráveis, permitindo o cálculo dos resultados de seus indicadores de categoria.	As categorias de <i>midpoint</i> estão relacionadas diretamente ao fluxo elementar do sistema do produto (e a seus indicadores), e através da estrutura de causa e efeito podem ser extrapoladas para as <i>endpoint</i> (ISMAEEL, 2018)
Não redundantes e preferencialmente independentes	Os elementos não devem medir a mesma preocupação duas vezes. Os critérios de decisão devem oferecer às alternativas de decisão uma medição de desempenho em um critério desconsiderando todos os outros critérios, permitindo o uso de uma função de agregação.	As categorias de impacto duplicadas (redundantes) devem ser fundidas em uma única, isto porque a etapa de avaliação de inventário na LCSA seria comprometida por agregar em duplicidade os efeitos do sistema em estudo.	A redundância pode ser identificada a partir de contagem dupla, ou pela comparação dos indicadores possíveis para cada categoria de impacto (Souza et al., 2015).

### **3.4. Fase 4 – Catalogar, interpretar e discutir resultados**

Uma vez realizada a validação com especialistas e a interpretação dos resultados, foi possível catalogar os resultados finais. A catalogação se refere à definição do conjunto final de critérios de sustentabilidade para avaliação de compras, o que permitiu a conclusão do estudo. Posteriormente à pesquisa, pode-se pensar no desenvolvimento de um produto técnico além do acadêmico para facilitar e promover a divulgação dos resultados.

Ainda, a Fase 4 permeia a interação entre as demais fases da pesquisa (compilação de conhecimento prévio; compilação das potenciais categorias de impacto; e análise crítica). Pela observação do pesquisador, que conduziu a revisão sistemática de literatura e as entrevistas, foi possível discutir a comparação dos resultados das entrevistas e da bibliografia. Também se olhando para o processo de análise crítica, é possível interpretar os resultados do estudo ponto de vista metodológico, identificando vantagens e limitações.

## **4. Resultados e discussão**

Os resultados e a discussão são apresentados de modo simultâneo. A seção 4.1 expõe a compilação do estudo do conhecimento prévio. Na seção 4.2, são apresentadas e comentadas as potenciais categorias de sustentabilidade identificadas pelo mapeamento cognitivo. A seção 4.3 apresenta a etapa de análise crítica, que culmina com a exposição do catálogo final das categorias de impacto. Por fim, a seção 4.4 discute as vantagens e limitações do método utilizado.

### **4.1. Compilação do conhecimento prévio**

A Fase 1 do método de pesquisa (representado na Figura 15) contemplou a revisão sistemática de literatura como forma de identificar fontes bibliográficas relevantes para a compilação de categorias de impacto de sustentabilidade e elucidar características objetivas de compras sustentáveis. Tal conteúdo orientou a escolha de especialistas para a etapa de entrevistas. Para tanto, foi aplicado o método de revisão sistemática descrito na Figura 16, cuja última etapa (Análise de Conteúdo) compreende o estudo, descrição e aplicação de inferências válidas e replicáveis a partir dos artigos selecionados (registrados no Apêndice 1). Como forma de sistematização, a Figura 19 apresenta um mapa cognitivo com as características objetivas identificadas como práticas fundamentais para a realização de compras sustentáveis. Tais práticas estimulam e amparam um processo de seleção sustentável de produtos ou fornecedores, e foram considerados como elementos direcionadores para o aprofundamento e expansão do tema de pesquisa.

Figura 19: Mapa cognitivo de práticas fundamentais em compras sustentáveis. Fonte: elaborado pelo autor.



Através da Figura 19, visualiza-se que um dos conceitos importantes para compras sustentáveis é a “classificação de fornecedores e produtos por ranking” (nó 4). Para isto, é necessária a “adoção de uma estrutura metodológica clara para decisão de compras” (nó 5) e que “adote critérios de sustentabilidade para avaliação de fornecedores” (nó 6). Este, por sua vez, precisa estar articulado com o “uso de indicadores de desempenho” (nó 7) para poder monitorar e mensurar os critérios e consequentemente viabilizar o *rankeamento* das opções. Além disso, os critérios de sustentabilidade estão pautados no “uso da opinião de especialistas na avaliação de compras” (nó 8). (LAOSIRIHONGTHONG; SAMARANAYAKE; NAGALINGAM, 2019; PONCE; GIL; DURÁN, 2019).

Outra cadeia observada no mapa conceitual da Figura 19 se pauta em aspectos de legislação. O “uso de legislação ampla que ampare e estimule a contratação sustentável” (nó 1), apoia-se no “uso de contratos” (nó 3) e na “projeção de políticas e parcerias público-privadas” (nó 2). (BWANALI; RWELAMILA, 2017; MITKIDIS; PERKOVIC; MITKIDIS, 2019). Também se pode identificar a “adoção de iniciativas de divulgação e fomento da sustentabilidade” (nó 9), sendo uma delas a “rotulagem ambiental” (nó 10). Verifica-se ainda que compras sustentáveis buscam a promoção de “parcerias de longo prazo em detrimento das de curto prazo” (nó 11). Isto requer, por sua vez, “comunicação constante” (nó 12) e “colaboração dentro e

fora das organizações” (nó 13). (BOAK et al., 2016; BWANALI; RWELAMILA, 2017; ERIKSSON; SVENSSON, 2016; PREUSS, 2009).

Quanto à identificação de bibliografia suplementar relevante para o levantamento de categorias de impacto em compras sustentáveis, correlacionando os resultados da análise de conteúdo dos artigos, foram identificados documentos com significativa expressividade para a pesquisa. Os documentos estão listados na Tabela 2, que contém também a respectiva relação dos artigos em que foram identificados (conforme numeração do Apêndice 1).

Tabela 2: Bibliografia suplementar relevante para o levantamento de categorias de impacto em compras sustentáveis identificada a partir dos resultados da análise de conteúdo dos artigos.

#	Referências básicas citadas para escolha das categorias de impacto	Disponível em:	Artigos (# ref. Apêndice 1)	Outras referências que apontam relevância dos documentos
<b>1</b>	<b>Principais Manuais e Guias relacionados à LCSA:</b>			
1.1	Os documentos da Iniciativa do Ciclo de Vida do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (UNEP)	<a href="https://www.lifecycleinitiative.org/resources/reports/">https://www.lifecycleinitiative.org/resources/reports/</a>	1; 12; 18; 22	
1.2	O Manual do Sistema Internacional de Referência de dados do Ciclo de Vida (ILCD)	(EC-JRC, 2010)	2; 5; 6; 7; 9; 15; 22; 23; 24; 27	
<b>2</b>	<b>Principais Manuais e Guias de Compras Sustentáveis</b>			
2.1	Os documentos da Plataforma de Compras Sustentáveis da ICLEI (Governos Locais pela Sustentabilidade).	<a href="https://sustainable-procurement.org/tools-and-guidance/">https://sustainable-procurement.org/tools-and-guidance/</a>	28	(BETIOL et al., 2012) (BIDERMAN et al., 2008) (HEIKKINEN et al., 2020)
2.2	O manual da Agenda Ambiental na Administração Pública – A3P do Ministério do Meio Ambiente do Governo Federal Brasileiro	(MMA, 2009).	11	(SOARES, 2019) (OLIVEIRA; SIMÃO; CAEIRO, 2020) (TRIGO et al., 2017)
<b>3</b>	<b>Normas ABNT ISO</b>			
3.1	ISO 14.040 (LCA)	NBR ISO 14040:2009	1; 2; 5; 6; 7; 9; 10; 14; 15; 18; 22; 23; 24; 25; 26; 27; 31; 32; 33; 34; 35; 37; 38	
3.2	ISO 20.400 (Compras sustentáveis - diretrizes)	NBR ISO 20400:2017	17	(MIGLIORE; TALAMO; PAGANIN, 2019)

Os documentos da Iniciativa do Ciclo de Vida do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (UNEP) são considerados os principais e mais utilizados guias para aplicação da LCSA (COSTA; QUINTEIRO; DIAS, 2019; SOUZA et al., 2015; ZAMAGNI, 2012). A importância metodológica destes documentos reside no fato de que abordam com profundidade além do escopo geral da LCSA, as suas três abordagens constitutivas: LCA, LCC e SLCA (FAN et al., 2018; SALA;

FARIOLI; ZAMAGNI, 2013a). Ainda, a linha mestre da metodologia leva em conta diretamente o uso de categorias de impacto de sustentabilidade do ciclo de vida.

Analogamente, o Manual do Sistema Internacional de Referência de dados do Ciclo de Vida (ILCD) contém uma metodologia profundamente estruturada para a LCA (SOUZA et al., 2015), sendo um formato de relatório de dados usado predominantemente como base para a LCI (TURNER et al., 2020). O ILCD foi desenvolvido em 2010 pelo *Joint Research Centre* (JRC) da Comissão Europeia, cuja missão é prover suporte técnico científico para as políticas da União Europeia para proteção do meio ambiente global e desenvolvimento sustentável (EC-JRC, 2010). É resultado de um processo de seleção e avaliação dos métodos de LCI existentes baseados em critérios científicos e na perspectiva de *stakeholders* (partes interessadas), sendo revisados e aceitos por especialistas, grupos de consultoria e público em geral (SALA et al., 2012).

Com relação aos principais manuais e guias de referência a nível mundial em compras sustentáveis, destacam-se os documentos da Plataforma de Compras Sustentáveis da ICLEI - Governos Locais pela Sustentabilidade (CORREIA et al., 2013; LUTTENBERGER; LUTTENBERGER, 2017; RUPARATHNA; HEWAGE, 2015). As experiências do ICLEI em consolidar programas de compras sustentáveis ao redor de todo o mundo (inclusive englobando a América do Sul, com mais de 80 associados dentre cidades e governos estaduais), estão refletidas nos seus guias e manuais (BETIOL et al., 2012). Tais documentos têm importância para esta pesquisa na medida em que relacionam a abordagem do ciclo de vida como meio para promoção e avaliação de compras sustentáveis, e pelo fato de que são referência fundamental para os estudos em compras sustentáveis (HEIKKINEN et al., 2020). Analogamente, neste contexto tem destaque o manual da Agenda Ambiental na Administração Pública – A3P, isto pela A3P corresponder ao maior programa de compras sustentáveis na América Latina (DELMONICO et al., 2018).

Por sua vez, o uso das Séries de Normas ISO 20.400 (Compras Sustentáveis) e 14.040 (LCA) deriva da sua relevância a nível global como estrutura metodológica em seus respectivos temas (BIDERMAN et al., 2008; HARRIS; DIVAKARLA, 2017; PETTI; SERRELI; DI CESARE, 2018; UNEP/SETAC, 2011). A Norma ISO 20.400:2017 (Compras Sustentáveis - Diretrizes) é o primeiro padrão de orientação internacional para Compras Sustentáveis (HARRIS; DIVAKARLA, 2017). Analogamente, a série de Normas ISO 14.040:2006 (LCA) é o padrão metodológico

para a avaliação do ciclo de vida (SALA; FARIOLI; ZAMAGNI, 2013b), e foi utilizada pelo Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (UNEP) como referência para desenvolvimento metodológico da LCSA (UNEP/SETAC, 2011). Desta forma, ambas as séries de Normas são pontos de partida como referência de fonte de informações para seus respectivos assuntos.

Quanto à elucidação das categorias de impacto utilizadas nos artigos, deu-se através do exame de seu conteúdo, identificando o que cada documento apresentava explicitamente com o termo “categoria de impacto”. A Tabela 3 apresenta a relação das categorias e os artigos em que foram identificadas. A referência de cada artigo na tabela segue o respectivo código numérico indicado no Apêndice 1 (lista de artigos resultantes da avaliação sistemática de literatura). Esta identificação inicial forneceu subsídios para a montagem dos primeiros mapas cognitivos, identificando as relações de indicadores e nível de abrangência das categorias pelas suas relações de causa e efeito. Os resultados deste mapeamento estão descritos na seção 4.2.1 (mapeamento cognitivo do conteúdo bibliográfico).

Tabela 3: relação das categorias de impacto de sustentabilidade do ciclo de vida identificadas na análise de conteúdo dos artigos. Fonte: elaborado pelo autor.

#	Categoria de Impacto	Abordagem	Artigos (# ref. Apêndice 1)
1	Mudança climática	Ambiental	1; 2; 5; 6; 7; 9; 10; 14; 15; 16; 21; 22; 24; 25; 26; 27; 29; 30; 31; 32; 33; 34; 37; 38
2	Aquecimento global	Ambiental	1; 2; 6; 21; 24; 25; 26; 30; 31; 32; 35; 38
3	Redução da camada de ozônio	Ambiental	1; 2; 5; 6; 7; 9; 10; 14; 15; 21; 22; 24; 25; 26; 27; 31; 32; 37; 38
4	Toxicidade humana	Ambiental	1; 2; 6; 7; 10; 14; 16; 25; 26; 27; 29; 38
5	Ecotoxicidade	Ambiental	1; 2; 6; 14; 21; 25; 26; 27; 29; 30; 31; 33; 37; 38
6	Efeitos tóxicos aos humanos (câncer)	Ambiental	9; 15; 21; 24; 30; 31; 33; 37
7	Efeitos tóxicos aos humanos (não câncer)	Ambiental	9; 15; 21; 31; 37;
8	Toxidade da água doce	Ambiental	9; 15; 24
9	Esgotamento abiótico	Ambiental	21; 38
10	Partículas respiratórias inorgânicas	Ambiental	1; 2; 5; 6; 7; 9; 10; 14; 15; 16; 24; 25; 26; 27; 30; 33; 37
11	Radiação ionizante	Ambiental	2; 6; 9; 14; 25; 27
12	Oxidação fotoquímica	Ambiental	2; 5; 6; 7; 9; 10; 14; 15; 16; 21; 22; 24; 25; 27; 30; 31; 32; 34; 38
13	Acidificação terrestre	Ambiental	1; 2; 5; 6; 7; 9; 10; 14; 15; 16; 21; 22; 24; 25; 26; 27; 29; 30; 31; 32; 33; 37; 38
14	Eutrofização	Ambiental	1; 2; 5; 6; 7; 10; 14; 16; 21; 22; 25; 26; 27; 29; 30; 31; 32; 33; 34; 37; 38

15	Eutrofização terrestre	Ambiental	9; 15; 24
16	Eutrofização da água doce	Ambiental	9; 15; 24
17	Eutrofização da água marinha	Ambiental	9; 15; 24
18	Uso da terra	Ambiental	2; 5; 9; 14; 15; 25; 27; 33; 34; 37
19	Depleção de recursos (água)	Ambiental	2; 5; 9; 10; 15; 24; 34; 37
20	Depleção de recursos minerais	Ambiental	2; 6; 7; 9; 10; 14; 15; 16; 21; 24; 25; 26; 31; 33; 34; 37
21	Uso de energia não renovável (combustíveis fósseis)	Ambiental	1; 2; 9; 14
22	Uso da água	Ambiental	2; 6
23	Impactos na saúde humana;	Ambiental	1; 6; 7; 10; 18; 25; 27
24	Formação de fumaça	Ambiental	1; 26; 37
25	Demanda cumulativa de energia	Ambiental	5; 15; 32;
26	Qualidade do ecossistema	Ambiental	6; 10; 18; 25; 27
27	Esgotamento de recursos	Ambiental	6; 10; 18; 25; 27
28	Custo de mão de obra	Custo	1;
29	Custo de aquisição de materiais	Custo	1; 26; 27
30	Custo de disposição de resíduos	Custo	1; 26; 27
31	Custo de produção	Custo	18
32	Custo de transporte	Custo	18; 26
33	Saúde e segurança	Social	12
34	Transparência e <i>feedback</i>	Social	12
35	Seguridade do produto	Social	12
36	Emprego	Social	12
37	Renda	Social	12
38	Direitos humanos	Social	12
39	Questões de gênero/discriminação	Social	12
40	Acesso a recursos materiais	Social	12
41	Governança	Social	12
42	Repercussão socioeconômica	Social	12
43	Herança cultural	Social	12
44	Condições de trabalho	Social	12
45	Impactos aos trabalhadores	Social	18
46	Impactos à comunidade local	Social	18
47	Impactos à sociedade	Social	18

Pela Tabela 3 é possível visualizar a grande concentração de categorias na temática ambiental em detrimento das de custo e sociais. Isto em conformidade com o fato de que a LCA é a abordagem mais bem estruturada e difundida dentro do pensamento do ciclo de vida (COSTA; QUINTEIRO; DIAS, 2019; MIEMCZYK; JOHNSEN; MACQUET, 2012).

## 4.2. Mapeamento cognitivo

Para identificar os critérios de avaliação de sustentabilidade, realizou-se a compilação, ou seja, o mapeamento e identificação das potenciais categorias de impacto. Para tanto, primeiramente são apresentados os mapas cognitivos provenientes dos resultados da análise de conteúdo bibliográfico. Em seguida, apresenta-se o mapeamento dos resultados das entrevistas individuais, e então a descrição do mapa congregado final.

### 4.2.1. Mapeamento cognitivo do conteúdo bibliográfico

Foram desenvolvidos mapas cognitivos com informações provenientes das fontes bibliográficas (artigos enumerados no Apêndice 1 e outras fontes complementares apresentadas na Tabela 2). Estes mapas cognitivos completos estão disponíveis no Apêndice 3. A seguir, busca-se apresentá-los e interpretá-los.

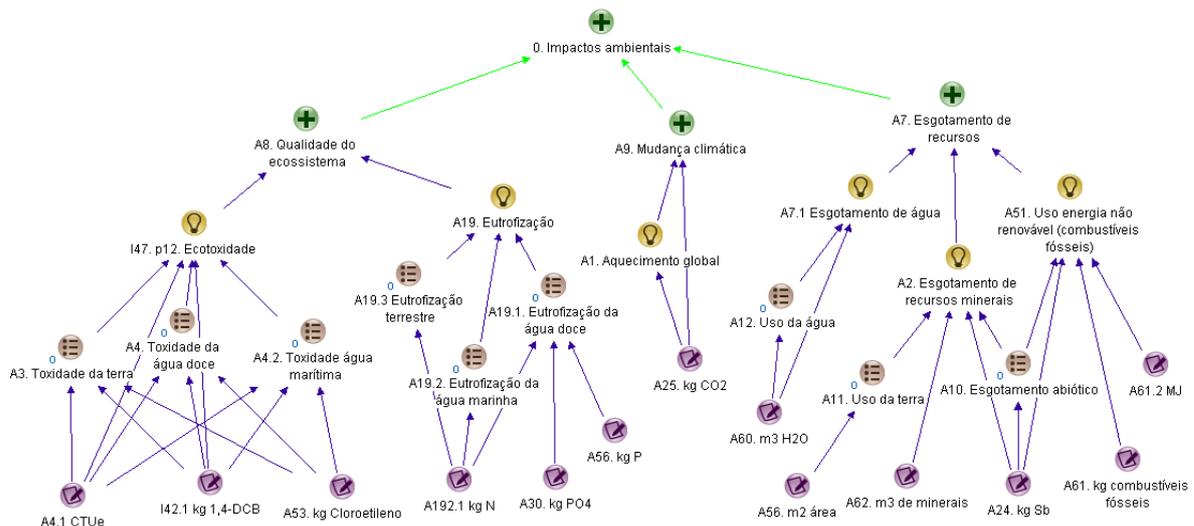
Inicialmente, desenvolveu-se um mapa cognitivo com o compilado do conteúdo bibliográfico relacionado às categorias de impacto ambiental identificadas nos Documentos de LCSA, Manual da ILCD, Norma ISO 14.040 e Artigos Científicos. Detectou-se uma conformidade em todas estas fontes no que se refere às categorias de impacto ambiental. Isto pode ser verificado inicialmente na Tabela 3, onde as categorias ambientais (códigos de 1 a 27 na tabela) foram identificadas em diversos artigos da revisão bibliográfica. Tais categorias são em sua totalidade elementos *midpoints* e *endpoints* tradicionais da LCA. Na Tabela 2, verifica-se que significativa parcela destes mesmos artigos sustenta sua referência metodológica na Norma ISO 14.040, no Manual da ILCD e nos documentos da UNEP sobre LCSA. Isto está em conformidade com o fato de que a abordagem ambiental dos estudos do ciclo de vida é a mais bem desenvolvida em termos metodológicos (SOUZA et al., 2015), e que tais referências seminais (Norma ISO 14.040, Manual da ILCD, Documentos da UNEP sobre LCSA) são convergentes entre si, fazendo referência umas as outras.

O mapa de impacto ambiental pode ser verificado na Figura 24 do Apêndice 3. Abaixo, na Figura 20, apresenta-se um excerto deste mapa para efeito de ilustração. É possível verificar distintamente na posição mais elevada do mapa as categorias potenciais mais abrangentes, equivalentes a *endpoints* na LCA: qualidade do ecossistema (nó A8); mudança climática (nó A9); e esgotamento de recursos (nó

A7). (A categoria de impactos à saúde humana não está presente no excerto para efeito de facilitar a visualização). Tais *endpoints* são desdobrados nas categorias potenciais de *midpoints*. Estas, por sua vez, são decompostas em elementos qualificadores, que derivam em indicadores de categoria que foram identificados explicitamente nas referências estudadas.

Para exemplificação, na Figura 20, o *endpoint* “Mudança Climática” (nó A9) é impactado pelo “Aquecimento Global” (nó A1), que é diretamente influenciado por emissões de CO2 (nó A25). Tal cadeia de causa e efeito é verificada nos demais nós do mapa. Isto é visível, por exemplo, logo à esquerda do mapa: partindo do nó I47 (Ecotoxicidade), caminhando à montante na cadeia (ou seja, para baixo), este nó de desdobra nos conceitos de toxicidade da água doce (A4), toxicidade da água marinha (A4.2) e toxicidade da terra (A3). Outro exemplo, o nó A10 (esgotamento abiótico), qualifica o conceito A2 (*esgotamento de recursos minerais*), um *midpoint*. Por outro lado, o nó A24 (kg Sb) é um indicador de categoria relacionado ao nó A10 (esgotamento abiótico).

Figura 20: Excerto do mapa de impactos ambientais. Fonte: elaborado pelo autor.



Outro mapa (Figura 25 do Apêndice 3) elicitou as potenciais categorias de impacto de custo a partir dos artigos (vide Tabela 3, códigos de 28 a 32) e dos documentos de LCSA que abordaram explicitamente a LCC. Basicamente, dois conceitos mais abrangentes no topo do mapa (custo de material e custo de mão de obra; respectivamente nós B2 e B1) compreendem as classes de custo ao longo do ciclo de vida, que envolvem os custos de: pesquisa e desenvolvimento (B3), manufatura (B4), vendas (B6), administração (B5), distribuição (B7) e disposição

final (B8). Por sua vez, tais classes permeiam a composição de distintos custos envolvidos (diretos e externalidades), tais como investimentos (B9), impostos (B13), combustíveis (B12), entre outros mapeados mais na parte inferior.

As potenciais categorias de impacto social, por sua vez, foram descritas nos cinco mapas das Figuras de 26 a 30 do Apêndice 3. Tais conceitos foram extraídos a partir dos artigos (vide Tabela 3, códigos de 33 a 47) e dos documentos de LCSA que abordaram explicitamente a SLCA. Cada mapa descreve a cadeia de elementos de impacto social a uma parte interessada específica, sendo:

- i. Figura 26: dano ao trabalhador;
- ii. Figura 27: dano ao consumidor;
- iii. Figura 28: dano à comunidade local;
- iv. Figura 29: dano à sociedade em geral;
- v. Figura 30: dano a outros atores da cadeia.

A interpretação de tais mapas segue a cadeia de entendimento já descrita para os mapas anteriores. Ou seja, o entendimento se dá a partir da relação de causa e efeito entre os distintos conceitos presentes em cada nó. Por exemplo, no mapa da Figura 26 (dano ao trabalhador), duas potenciais categorias principais foram elicitadas: o que se refere aos direitos humanos (nó C2) e às condições de trabalho (nó C3). Todos os demais elementos e indicadores, por exemplo, utilização de trabalho infantil ou forçado (C7 e C11), estão relacionados aos dois principais conceitos (C2 e C3) de dano ao trabalhador.

Analogamente, a estrutura de danos ao consumidor (Figura 27) compreende cinco classes de impacto: saúde e segurança (D5), mecanismo de *feedback* (D6), privacidade do consumidor (D7), transparência (D8) e responsabilidade de fim de vida (D9). Quanto aos impactos à comunidade local (Figura 28), foram identificadas oito distintas potenciais categorias, que permeiam desde o nível de empregabilidade de mão de obra local (nó D18), até a ao engajamento da empresa na comunidade (D17) e o respeito a direitos indígenas e herança cultural (D16 e D13). Os elementos constitutivos que permitiram medição de tais potenciais categorias são demonstrados nos nós de D19 a D64.

Ainda nas categorias potenciais de impacto social, deve-se verificar os danos à sociedade em geral (Figura 29) e a outros atores da cadeia (Figura 30). Isto se faz necessário porque a cadeia de impactos do produto ou do serviço não se restringe

apenas à comunidade local, consumidor ou ao trabalhador, mas também a outros elementos que estão envolvidos no ciclo de vida completo do produto. Por exemplo, à sociedade, existe a necessidade de se avaliar os impactos no que se refere à prevenção e mitigação de conflitos armados (D21), a contribuição da empresa ao desenvolvimento econômico (D20), ou combate a corrupção (C5). A outros atores da cadeia (Figura 30), deve-se atentar ao relacionamento da empresa com seus fornecedores (D25), verificando, por exemplo, se pagamentos estão em dia (D79), e se há *leadtime* de fornecimento adequado (D77). Ainda, classifica-se como potenciais categorias de impacto a competição justa (D23) no que se refere à relação com a concorrência, bem como o respeito ao direito de propriedade intelectual (D26) e promoção de responsabilidade social (D24). Outros qualificadores, envolvendo existência de códigos de conduta, políticas claras, ou participação em ações e alianças legais para promoção social são demonstrados nos demais conceitos do mapa.

Os três mapas das Figuras de 31 a 33 do Apêndice 3, por sua vez, contêm cada um a estrutura de impactos de sustentabilidade presentes especificamente nas fontes bibliográficas listadas na Tabela 3 relacionadas a compras sustentáveis. Um mapa individual específico foi elaborado para cada uma destas fontes como forma de deixar elucidado exclusivamente sua contribuição para o problema de pesquisa. A relação dos mapas com as fontes é:

- i. Figura 31: Norma ISO 20.400 (Compras Sustentáveis – Diretrizes);
- ii. Figura 32: Documentos da ICLEI;
- iii. Figura 33: Manual da A3P.

O conteúdo da Norma ISO 20.400 explicitou sete elementos distintos como critérios de avaliação (governança organizacional; questões do consumidor; envolvimento e desenvolvimento da comunidade; práticas trabalhistas; direitos humanos; meio ambiente; e operações justas). Cada um destes conceitos foi desdobrado em elementos constitutivos unívocos, ou seja, cada nó do mapeamento está ligado a apenas um dos sete elementos. Isto é possível pelo fato de que a Norma descreve com clareza e sem redundância a cadeia de impactos para cada possível critério de avaliação. Ainda, não se verificou como nas outras referências tratadas até aqui uma separação distintiva das abordagens ambiental, econômica e social, mas sim critérios ditos de sustentabilidade. Contudo, há relação entre o conteúdo de cada critério com as abordagens de sustentabilidade. Por exemplo,

identifica-se nitidamente que o critério “meio ambiente”, está intimamente relacionado à abordagem ambiental, enquanto que questões do consumidor; envolvimento e desenvolvimento da comunidade; práticas trabalhistas; e direitos humanos contêm relação com a abordagem social. Por outro lado, os critérios de operações justas e governança organizacional contêm elementos tanto da abordagem social como da de custos. A montagem do mapa congregado é a etapa metodológica que fará a convergência dos conceitos e conteúdo dos distintos mapas individuais.

Por outro lado, os documentos da ICLEI (mapeados na Figura 32) apresentam distintamente três *clusters*: ambiental, econômico e social. Cada um dos *clusters* neste mapa contém quatro critérios de decisão, que se desdobram em elementos e indicadores de análise. Cada elemento é exclusivo de determinado *cluster*, não havendo, por exemplo, um nó ligado na cadeia de causa e efeito a mais de um *cluster*. Fazendo um paralelo com a LCSA, os *endpoints* estariam relacionados a cada uma das três abordagens da sustentabilidade, sendo cada um composto de quatro *midpoints* específicos, com instrumento de medição a partir de elementos e indicadores demonstrados na parte de baixo do mapa.

Analogamente, o conteúdo do Manual da A3P (Figura 33) é identificado a partir dos impactos em cada uma das abordagens de sustentabilidade (ambiental, econômica e social). Não seguem, portanto, uma abordagem geral de sustentabilidade semelhante à encontrada no conteúdo da Norma ISO 20.400. Contudo, não apresentam *clusters* com elementos independentes, tal qual identificado no mapa dos documentos da ICLEI. Por exemplo, o nó E1.1 (Reduzir; que se desdobra na redução de uso de madeira, água, materiais de expediente e energia), impacta tanto no critério de “gestão adequada de resíduos” (nó E2), ligado ao *endpoint* de impacto ambiental, como também ao critério “uso racional dos recursos” (nó E1), que está ligado ao *endpoint* econômico. Esta interpretação é categórica na medida em que, uma vez que haja redução no consumo de insumos, haverá um impacto econômico (reduz o custo dispendido) como também o ambiental (reduz o consumo de materiais, água e energia). Contudo, pode ser problemática para uma avaliação quantitativa ao impactar critérios de decisão distintos. Tal consideração precisa ser tratada na construção do mapa congregado e posterior análise crítica para a compilação das categorias finais. Por outro lado, a composição dos impactos sociais a partir do nó 3, apresenta-se como um *cluster* coeso

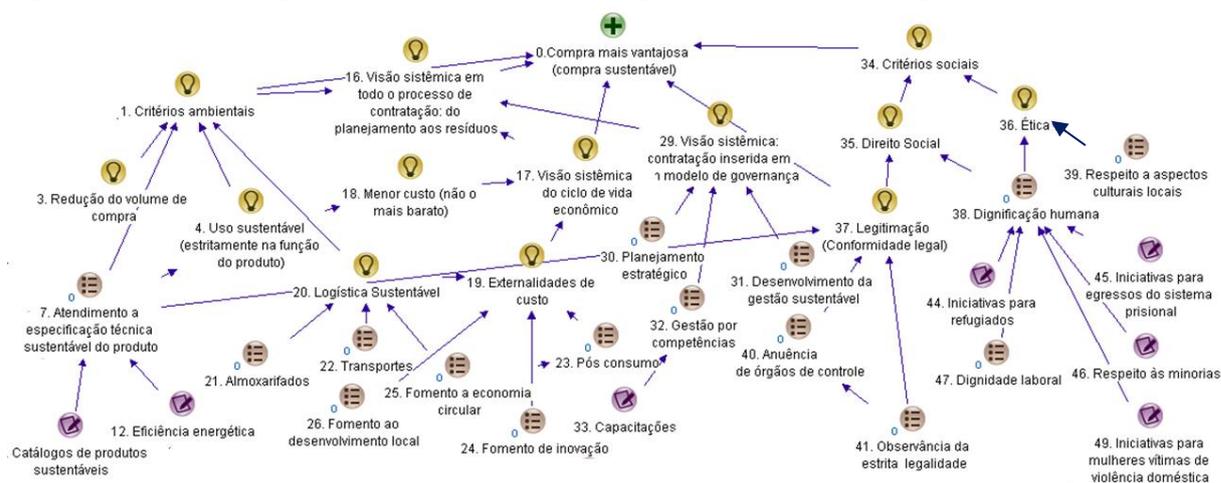
desdobrado nos critérios de “qualidade de vida no ambiente de trabalho” e “sensibilização e capacitação dos funcionários” (nós E3, E4). Porém, não aborda impactos sociais a outras partes interessadas que não os funcionários, sendo uma limitação de conteúdo desta fonte.

#### 4.2.2. Entrevistas e mapas cognitivos individuais

Com base no estudo do conhecimento prévio a partir da revisão sistemática de literatura, foram identificados atributos, sistematizados na Figura 19, que auxiliaram na escolha de especialistas para serem entrevistados. O Apêndice 2 apresentou a relação de especialistas consultados, detalhando sua relevância para o problema de pesquisa e relação com os atributos da Figura 19. A partir dos discursos dos especialistas, os mapas cognitivos individuais foram desenvolvidos, e são apresentados entre as Figuras 34 e 43 no Apêndice 4.

Para efeito de ilustração, é apresentado abaixo na Figura 21 um excerto de um mapa individual elaborado (refere-se à entrevista da especialista TV). O mapa individual completo desta entrevista está na Figura 36 do Apêndice 4. Em seguida, são apresentados os principais conceitos presentes neste excerto e sua relação com outras entrevistas.

Figura 21: Excerto de mapa individual. Fonte: elaborado a partir da entrevista com especialista TV.



Ao observar a Figura 21 e os mapas cognitivos de profissionais ligados à área de legislação em Compras Sustentáveis (T.V., L.B., D.C., e T.C., respectivamente nas Figuras 36, 37, 38, e 42), percebe-se que um ponto crítico diz respeito à visão sistêmica em todo o processo de aquisição, envolvendo o ciclo de vida ambiental, econômico, e de modo distinto, a consideração de critérios sociais claros,

sustentados pela legitimação dos processos e conformidade legal. Para T.V. (Figura 21), a “visão sistêmica em todo o processo de contratação” (nó 16) chega a tomar posição equivalente a *endpoint*, compreendendo todo o conjunto de critérios para impactos ambientais (nó 1), a visão sistêmica do ciclo de vida econômico (nó 17) e a visão do processo de compras inserido em um modelo de governança (nó 29). Na opinião de D.C. (Figura 38), o respeito à lei é o que chega a tomar uma posição topológica na parte superior do mapa, paralela ao que compreende os impactos ambientais, sociais e econômicos. Ainda, surgem nos quatro discursos critérios qualificadores na ótica ambiental e de custo, mas também uma abordagem ética, que se desdobra em objetivos de dignificação humana, como iniciativas de apoio a refugiados, egressos do sistema prisional, vítimas de violência, e respeito às minorias. Tal valor ético, na opinião de L.B. chega a compreender os impactos sociais e culturais, e toma lugar de destaque na posição superior do mapa (nó 2 da Figura 37). Para L.B., a ramificação de um critério de impacto cultural (nó 8) é dissociado do impacto social (nó 7), porém são conceitos pertencentes ao *endpoint* do valor ético (nó 2). Há conformidade destes entrevistados no entendimento de que critérios ambientais e de custo permeiam todo o ciclo de vida do produto, e elementos da LCA são nitidamente notados, como emissão de gases, toxicidade, geração de resíduos, mudanças climáticas, entre outros. O discurso de L.B. (Figura 37) coloca que a perspectiva de custo no ciclo de vida perpassa além dos custos de produção, uso, distribuição e descarte, contemplando também o custo ambiental e social do produto (de forma monetizável). Tal perspectiva contempla assim uma abordagem de custo total de propriedade, e colabora para demonstrar qual alternativa de compra é mais vantajosa. Para T.C. (Figura 42), o elemento “*compliance do fornecedor*” (nó 21), que compreende cumprimento de normas e garantias através de auditorias, é o que toma posição topográfica de destaque em paralelo aos conceitos abrangentes de impacto ambiental, econômico e social.

No mapa cognitivo da Figura 34 é possível verificar que a maior preocupação do entrevistado (D.D.) diz respeito ao fornecedor apresentar garantias da produção sustentável (nó 1), governança da cadeia (nó 3) e preço competitivo para o produto (nó 2). O conceito de preço competitivo no discurso do entrevistado remeteu a abordagem tradicional de compras, ou seja, de se considerar o menor custo nominal do produto, e por conta disto, foi representado sem mais desdobramentos de elementos constituintes. Contudo, na montagem do mapa congregado, tal conceito

precisa compreender mais esclarecimentos e uma cadeia de elementos e indicadores. O discurso do entrevistado apresentou foco nos aspectos constitutivos dos processos internos e cultura organizacional do fornecedor, envolvendo critérios de governança e adoção de práticas para garantia da produção sustentável. Neste aspecto, surgem práticas como o uso de certificação e rotulagem ambiental, oferecimento de logística reversa, e a maturidade da gestão ambiental. Aspectos sociais e ambientais são, portanto, constitutivos nos processos internos do fornecedor e são refletidos na sua cultura e modelo de gestão. Estes resultados parecem estar em consonância com a experiência pessoal do entrevistado em estudar compras sustentáveis pela Engenharia de Produção, ou seja, sendo um pesquisador nesta área da ciência, trouxe uma contribuição voltada para os processos internos de produção e gestão do fornecedor.

Por outro lado, a perspectiva de L.M. (Figura 35), envolvido na condução dos trabalhos de divulgação e educação em Compras Sustentáveis e das políticas da A3P no município de São José dos Campos-SP, permeou com profundidade distintos aspectos constitutivos de uma compra sustentável. Isto pode ser verificado pela significativa caracterização de elementos nas partes intermediárias e inferiores do seu mapa cognitivo. Aqui, pela perspectiva do processo de aquisição no setor público, surge o entendimento de que uma compra sustentável é compatível com o conceito de compra mais vantajosa. Isto ocorre pelo fato de que a legislação de licitação pública compreende a melhor alternativa de compra é a que apresente a maior vantagem. Para tanto, há que se considerar, na opinião do entrevistado, a perspectiva de impactos ambientais, econômicos e sociais ao longo de todo o ciclo de vida do produto, associado ao respeito à legislação vigente e à consideração de práticas previstas em manuais, guias e rotulagem para uma especificação de compra que permita demonstrar a alternativa mais vantajosa no conjunto destes aspectos.

O discurso de R.R. (mapa na Figura 40), na posição de parte interessada representando interesse dos fornecedores sustentáveis, isto por pertencer à Gerência de Sustentabilidade da FIRJAN, corrobora com o posicionamento do elemento de *compliance* (nó 28) como estratégico para compras, envolvendo olhar toda a cadeia de fornecimento, a gestão, transparência e cumprimento à legislação. A abordagem de R.R. dá destaque à relevância de custo (nó 12) como forma de consolidar a cadeia de causa e efeito dos impactos sociais e ambientais, juntamente

com propriamente os custos do produto. Em outras palavras, os impactos ambientais (nó 1) e os sociais (nó 16) precisam ser traduzidos de uma forma a demonstrar a vantagem da compra (nó 14), culminando com uma demonstração completa do custo do produto (nó 12). Tal posicionamento corresponde à perspectiva identificada também nos discursos de L.M, L.B., e A.J., (respectivamente nos mapas das Figuras 35, 37 e 41).

Dos entrevistados ligados à área de atuação em certificação e rotulagem, a saber, C.T. e A.J. (mapas respectivamente nas Figuras 39 e 41), seus discursos pautaram a atividade de rotulagem como ponto substancial em um processo de avaliação de alternativas para compras sustentáveis. O argumento principal consiste no fato de que os critérios de avaliação presentes nos processos de rotulagem, particularmente no que envolve rotulagem ambiental, contemplam os elementos de análise de impacto do ciclo de vida do produto, correspondendo aos componentes da LCA. Isto pode ser verificado a partir do conteúdo do centro à esquerda nos mapas das Figuras 39 e 41. Se, por um lado, os critérios de impacto para rotulagem ambiental têm relação estreita com a metodologia da LCA, os elementos de avaliação de custos e de impactos sociais foram relativamente menos abordados pelos entrevistados. Isto corresponde mais uma vez ao fato de que a abordagem ambiental da sustentabilidade é a mais difundida e utilizada. Contudo, seja na parte mais à direita do mapa da Figura 39, ou com mais detalhes na parte central da Figura 41, verifica-se que os elementos qualificadores de impactos sociais convergem com o conteúdo já anteriormente identificado, tais como: impacto ao consumidor final, na comunidade local, condições de trabalho, existência de iniciativas e programas sociais, entre outros. O fato de que significativamente a maior parte dos elementos mapeados, principalmente no que compõe o conteúdo compreendido entre os impactos ambientais e sociais, já estava anteriormente identificada e estar aparecendo de modo redundante na série de entrevistas, por um lado apontou para a convergência e ratificação dos conceitos, por outro passou a indicar que os resultados já estavam se tornando saturados. Uma contribuição adicional da penúltima entrevista realizada (A.J., Figura 41), é a explicitação por parte do entrevistado da necessidade de que a avaliação do produto seja verificada como forma de validar as informações inseridas para análise das alternativas (nó 10). Uma forma para realizar isto seria a partir de uma auditoria de terceira parte, que verificaria critérios de anuência legal e a qualidade do produto.

A entrevista de P.O., mapeada na Figura 43, trouxe mais uma vez a visão distintiva das três abordagens de sustentabilidade (ambiental, econômica e social) como forma de convergir para a avaliação da opção de compra mais vantajosa. Na perspectiva econômica, tal como no mapa cognitivo da entrevista de D.D. (Figura 34), o mesmo conceito de preço competitivo da abordagem tradicional de compras em considerar o menor custo nominal do produto foi elucidado (nó 24), sem mais desdobramentos em termos de elementos constitutivos na cadeia de causa e efeito no mapa individual, mas com necessidade de pleno desenvolvimento no mapa congregado. Na composição do elemento de impactos sociais (nó 15), colocou-se um critério de avaliação das características do fornecedor, mas que compreende elementos já considerados, envolvendo respeito à legislação, condições de trabalho, enfim, relação com *compliance* e governança. Em paralelo, os elementos qualificadores do nó de impactos ambientais convergiram para os mesmos aspectos anteriormente descritos, correspondendo aos componentes da LCA. Desta forma, o conjunto semântico dos elementos elucidados no mapa nitidamente atesta que se atingiu o critério de saturação de resultados.

Os mapas individuais das entrevistas e também das fontes bibliográficas relacionadas aos documentos da A3P, ICLEI e Norma ISO 20400 apontaram preocupação em “minimizar os impactos ambientais”, o que seria realizado por meio de objetivos como: “redução de uso de materiais”; “repensar”; “reutilizar”; “prevenção da poluição” ou “uso sustentável dos recursos”, questões essas não tão específicas e técnicas quanto necessário para as categorias de impacto de LCA. Porém, as categorias de LCA comumente usadas são diretamente relacionadas a elas. Isso demonstra que o grupo de especialistas teve uma boa perspectiva sobre os problemas ambientais relacionados e que a metodologia utilizada forneceu uma verificação cruzada sobre a situação do problema do ponto de vista ambiental.

Além da abordagem ambiental, muitas das potenciais categorias de impacto identificadas nas entrevistas estão alinhadas com as estruturas de referência para LCC e SLCA. Isto pode ser verificado pela comparação dos mapas individuais dos Apêndices 3 e 4 (respectivamente, referente ao mapeamento da bibliografia e das entrevistas) e pela composição de elementos na Tabela 3 na Seção 4.1. É o caso de “condições de trabalho”; “acesso a recursos materiais”; “herança cultural”, entre outros. O mesmo se aplica aos custos de aquisição e externalidades, que podem ser considerados o cerne da LCC conforme descrito na Seção 2.2.2.

Por outro lado, novas questões pertinentes surgiram exclusivamente nas entrevistas e não constavam nos resultados da revisão bibliográfica. Exemplos ilustrativos são alguns elementos ligados aos impactos sociais, dentre eles “iniciativas para egressos do sistema prisional”, “iniciativas para mulheres vítimas de violência doméstica”, “iniciativas de fomento à agricultura familiar”; “iniciativas de fomento à indústria nacional”; “estímulo à liderança negra”. No contexto brasileiro, tais elementos elicitados no discurso dos especialistas podem ser entendidos como questões sociais emergentes, sendo resultantes de processos sociais de discussão e identificados como movimentos atuais presentes ou despontando na sociedade. Algumas inovadoras potenciais categorias de impacto descobertas nas entrevistas foram: “adoção de sistemas de gestão da qualidade e ambiental”; “modelo de governança com visão sistêmica da sustentabilidade”; e “cultura organizacional voltada para sustentabilidade”. Sem o mapeamento sistemático de todo o conteúdo mencionado pelos especialistas, tais questões inovadoras poderiam ter sido negligenciadas.

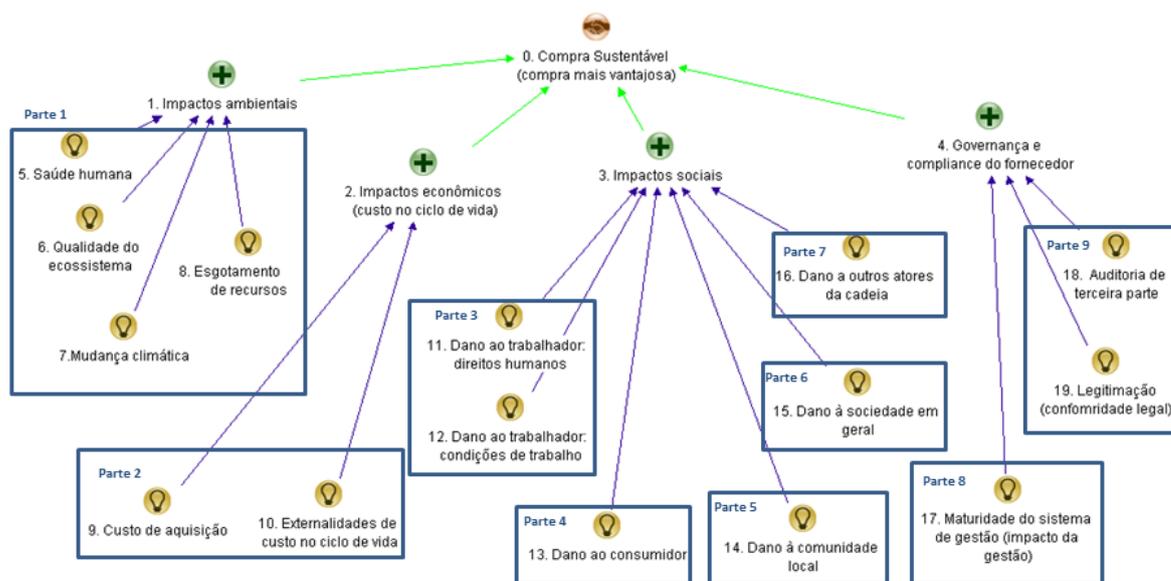
#### 4.2.3. Mapa congregado

O mapa congregado (disponível no Apêndice 5) foi elaborado a partir de todo o conteúdo dos mapas individuais (Apêndices 3 e 4). Para um conceito idêntico presente em mais de um mapa individual, apenas um nó correspondente foi deixado no mapa congregado. Da mesma forma, se determinado conceito apareceu em apenas um mapa, foi considerado no mapa congregado, respeitando a hierarquia de relação com outros conceitos já presente no mapa individual onde ele surgiu. Ao mesclar os mapas individuais em um único, foi possível analisar os conceitos e suas conexões causais em busca de identificar as categorias de impacto de sustentabilidade para compras sustentáveis. Se por um lado o mapa congregado consolidou todo o conteúdo já elucidado nos mapas anteriores, também contou com acréscimos adicionais de novas rodadas de consulta aos especialistas. Isto ocorreu como forma de compilar um mapa final representando categoricamente o resultado do entendimento do time de especialistas para o problema em estudo.

Para efeito de permitir plena visualização, o mapa congregado foi subdividido em partes que o compõem integralmente (*clusters*). A Figura 22 demonstra de modo unívoco como cada parte é ligada à estrutura do mapa principal. Desta forma, a

partir da estrutura da Figura 22, é possível identificar a ligação de cada parte constitutiva do mapa congregado, compondo um único mapa. Tais partes estão apresentadas nas Figuras de 44 a 52 no Apêndice 5 (respectivamente Partes de 1 a 9 ilustradas no mapa da Figura 22).

Figura 22: Estrutura do mapa congregado. Elaborado pelo autor.



Através do mapa da Figura 22 (estrutura do mapa congregado) é possível visualizar que todas as abordagens de sustentabilidade (Ambiental, Econômica e Social) foram contempladas no mapa. Contudo, a hierarquia dos conceitos nos mapas individuais já indicava que alguns conteúdos não se relacionavam diretamente com as três abordagens tradicionais de sustentabilidade. Conceitos como legitimação, governança do fornecedor, *compliance* e processos de gestão não se enquadraram nas três abordagens tradicionais, e convergiram para uma quarta abordagem (nó 4 da Figura 22 – Governança e *Compliance* do fornecedor). Isto não representou um problema metodológico porque, uma vez que a pesquisa se propõe a identificar critérios para avaliação de compras sustentáveis e se pauta em observar requisitos para estruturação MCDA, o fato de haver um conjunto distinto de critérios que não Ambientais, Econômicos e Sociais não representa em si uma inconsistência. Contudo, isto foi motivo de significativas discussões na elaboração do mapa congregado. Houve dúvida para alguns especialistas se tal elemento de “Governança e *Compliance* do fornecedor” se configuraria como dimensão (objetivo mais estratégico) ou como meio inserido em outro elemento. A convergência para o

consenso se deu a partir de uma análise minuciosa do conjunto dos mapas individuais, já validados cada um individualmente, onde se verificou que distintamente o elemento tendia a (mesmo em outras nomenclaturas, mas com mesma semântica) uma posição topológica superior e com elementos à montante, ou seja, para baixo, similares. Concomitantemente, os critérios de decisão ligados diretamente às três abordagens tradicionais da sustentabilidade representaram com consistência as potenciais categorias de impacto de sustentabilidade do ciclo de vida para LCA, LCC e SLCA, o que pode ser visto pelos mapas cognitivos da bibliografia. Esta coesão nas três abordagens ainda esclareceu, diante do entendimento do todo, que os demais elementos com ligação fraca ou inexistente para estas três abordagens tinham uma relação causal forte com um componente de gestão, governança e *compliance* do fornecedor, o que colaborou no entendimento amplo desta quarta dimensão.

A diversidade de potenciais categorias de impacto identificada nas fontes bibliográficas foi explicitada nos mapas individuais do Apêndice 3, onde se procurou deixá-las todas presentes e mostrando as relações causais entre si. Porém, coube ao procedimento de construção do mapa congregado, com a consulta interativa aos especialistas, remover redundâncias e deixar cada indicador ligado apenas a uma categoria unívoca e específica.

Na bibliografia, conforme os mapas das Figuras de 26 a 30 do Apêndice 3, confunde-se elementos de “respeito à legislação” nas estruturas de impactos sociais com dano a distintas partes interessadas. Na abordagem ambiental, melhor estruturada pela difusão da LCA, vê-se nitidamente a relação causal dos elementos culminando no impacto ambiental do produto, não tratando de conceitos de sistemas de gestão, governança ou respeito à normatização e legislação. A consulta aos especialistas (mapas do Apêndice 4) demonstrou que os elementos de gestão organizacional, bem como os relacionados a conformidade interna (ex. normas e procedimentos corporativos) ou externa (ex. legislação), transcendem às três abordagens de sustentabilidade tradicionais (ambiental, econômico e social), e por consequência, devem ser consideradas separadamente. Assim, os elementos da LCC e SLCA, semelhante à LCA, consideram distintamente os impactos do produto em um sistema de ciclo de vida, enquanto os critérios de conformidade (*compliance*) tratam propriamente da gestão e atendimento de requisitos normativos que não são

específicos e distintamente relacionados a uma das abordagens da sustentabilidade tradicional, mas sim perpassando a eles.

Neste sentido, a estrutura causal do mapa congregado indica que existem distintas dimensões críticas para alcançar o objetivo principal de executar uma compra sustentável. Tais dimensões são desdobradas em objetivos gerais (mais abrangentes e estratégicos) e específicos (mais operacionais). Os objetivos gerais identificados para cada dimensão foram interpretados como *endpoints* da modelagem do ciclo de vida. Já os objetivos específicos, localizados em uma posição topológica abaixo dos objetivos gerais, foram interpretados como categorias *midpoint*. O nível mais inferior do mapa, por sua vez, registrou os indicadores de categoria. Respeitando esta estrutura causal, para facilitar o entendimento frente a cada classificação (dimensão, categorias e indicadores) do conteúdo mapeado, foi adotada uma simbologia, que pode ser identificada na Figura 23.

Figura 23: Simbologia da estrutura de causa e efeito do mapa congregado. Fonte: elaborado pelo autor.



A Figura 23 apresenta a lógica causal do mapa congregado representando o desdobramento do objetivo principal até o nível de indicadores. Pela Figura 22, visualiza-se que no nível logo abaixo do objetivo principal, são identificadas as quatro dimensões anteriormente referidas (Ambiental, Econômica, Social e

Governança). Nas partes seguintes que constituem o mapa, são identificados os conceitos relacionados a cada dimensão, respeitando a simbologia descrita na Figura 23.

Na estrutura metodológica da pesquisa (Figura 15), a construção do mapa congregado situa-se entre a montagem dos mapas individuais e a etapa de análise crítica, e está intimamente relacionada à identificação das potenciais categorias de impacto. Por um lado, a construção do mapa congregado prevê a consulta aos especialistas e tem como ponto de partida os mapas individuais. Por outro, não perde de vista o objetivo de consolidar os conceitos já os encaminhando para a definição das categorias de impacto, que na etapa de análise crítica se lapidam com base novamente na consulta aos especialistas e nos critérios descritos na Tabela 1. Desta forma, a construção do mapa congregado detém um papel central no método de pesquisa, atuando como canalizador das informações, mas também como via de mão dupla no processo interativo de consulta aos especialistas e registro cognitivo para culminar na identificação das categorias de impacto e seus indicadores. Não se perde de vista, portanto, a etapa de análise crítica, mas sim é realizado em grande medida de forma concomitante a ela. Por este motivo, o mapa congregado já trata problemas de redundância ou quebra elos (ligações) mais fracos presentes nos mapas individuais, deixando os conceitos de forma mais coerente com os critérios da etapa de análise crítica. Assim, visualiza-se nas figuras do Apêndice 5 uma relação de setas diretas e unívocas entre os conceitos, e não como um emaranhado de conceitos interligados entre si (como uma teia de aranha), até então presente em muitos dos mapas individuais da bibliografia ou das entrevistas, conforme pode ser visto nos excertos de mapas nas Figuras 20 e 21. Um exemplo de que o mapa congregado readequou elementos por maior força de relação de causa e efeito pode ser visto pelos conceitos relacionados a plano de gerenciamento de resíduos, ou gestão de resíduos, que por se tratar de um aspecto relacionado à gestão (GUARNIERI; SILVA; LEVINO, 2016), ou seja, a processos gerenciais e de governança, foram considerados, com anuência dos especialistas, no *cluster* de Governança e *Compliance* e não no de Impactos Ambientais.

Um ponto de discussão importante na construção do mapa congregado foi relativo ao conteúdo de “ética”, ou “valor ético”. Segundo as primeiras percepções de TV, coletadas nas consultas interativas do mapa congregado e análise crítica, o elemento “ético” poderia se configurar como uma dimensão de sustentabilidade à

parte (ou seja, em posição topológica mais superior). Isto estaria em conformidade com o discurso de LB (visível no seu mapa individual), o que abriu uma pertinente discussão. Contudo, decidiu-se ao final por não considerar tal elemento pelos seguintes motivos principais:

- i. O conceito de ética permeia todas as dimensões, e seu entendimento epistemológico se confunde de certa forma ao de sustentabilidade (BOAK et al., 2016; ERIKSSON; SVENSSON, 2016; WALKER; PHILLIPS, 2009). Desta forma, não se configura como uma dimensão à parte e distinta da social, econômica e ambiental;
- ii. Tal dimensão explicitamente não se configurou no discurso dos demais especialistas entrevistados. Ao contrário, os aspectos de governança da cadeia e propriamente da gestão da organização foram mais evidentes e estiveram em posição topológica superior nos mapas das entrevistas individuais, o que justifica a inclusão apenas desta dimensão além das tradicionais. Inclusive no mapa individual de TV, aspectos mais ligados à gestão e governança, como visão sistêmica de processos, do ciclo de vida econômico e da contratação inserida em um modelo de governança estavam em um primeiro nível, diretamente ligados ao nível zero de compra sustentável. Neste mapa, o conceito de ética é considerado como causa para a abordagem social, e tem desdobramento para aspectos de dignificação humana e respeito a aspectos culturais, sendo estes, olhando o conjunto dos demais mapas, nitidamente relacionados ao *cluster* social. No mapa da entrevista de LB, verificou-se que o mesmo ocorreu. Ou seja, o elemento de “valor ético” era ligado a conceitos de impacto social e cultural. Ao rever este discurso original de TV (que gerou seu mapa individual), certificou-se que o elemento ético era redundante e com relação fraca, sendo argumento para ser suprimido do mapa final.

Em relação às questões ambientais elicitadas no mapa congregado, é possível observar na Figura 44 do Apêndice 5 que a estrutura de elementos para avaliação ambiental é condizente com a estrutura de elementos da LCA apresentada no mapa individual da Figura 24 do Apêndice 3. Contudo, a construção do mapa individual procurou deixar evidente todas as descrições distintas que surgiram na análise bibliográfica. Isto, por um lado, permitiu deixar evidente todos os conceitos

que surgiram. Por outro lado, implicou que a construção do mapa congregado, com o auxílio da opinião dos especialistas, tratasse as redundâncias de conceitos e construísse a rede de ligações dos nós de forma a tornar a relação de categorias e indicadores condizentes com as propriedades necessárias para a abordagem de avaliação do ciclo de vida. Por exemplo, entendeu-se haver redundância dos conceitos de “esgotamento abiótico” com o “esgotamento de recursos minerais” e “uso de energia não renovável (combustíveis fósseis)”. Confrontando a bibliografia (CHOI et al., 2006; MAIER; SOWLATI; SALAZAR, 2019; ZHANG; GU; GUO, 2019), constatou-se que estes elementos, de fato, apareciam nos documentos ora em uma descrição, ora na outra, porém representando o mesmo conteúdo. Como consequência, de um mapa individual emaranhado e confuso, afunilaram-se os conceitos tornando esta parte do mapa congregado mais clara e com estrutura de causa e efeito mais bem definida.

Sobre as categorias de "Ecotoxicidade; Acidificação e Eutrofização", o sistema de medição de indicadores deve depender do perfil do corpo hídrico do sistema do produto (EC-JRC, 2010). Contudo, estes elementos são amplamente difundidos e utilizados na modelagem da LCA (OMETTO, 2005). Inclusive os indicadores mapeados para estas categorias foram extraídos de bibliografia relacionada à LCA. Como a LCA em sua execução vai considerar na etapa de definição de escopo tanto as fronteiras do sistema, como propriamente o sistema do produto, a modelagem deverá considerar adequadamente este escopo de indicadores para estas categorias.

No *cluster* das categorias de impacto de custo (Figura 45 do Apêndice 5), uma discussão junto dos especialistas foi a respeito da classificação causal do conceito de custo de disposição final. Por um lado, este elemento de custo poderia ser classificado na estrutura de custo de aquisição, isto se fosse considerado que de maneira geral o fornecedor realizasse a destinação final do produto, e, portanto, esta parcela do custeio estaria inserida no custo de aquisição. Porém, seria classificado na estrutura de externalidade se o comprador realizasse a destinação e precisasse arcar com seu custo. Neste sentido, considerando que de maneira geral para a maioria dos produtos a destinação é realizada pelo consumidor (ICLEI, 2015; LUTTENBERGER; LUTTENBERGER, 2017), isto pelo produto já estar em posse do cliente, decidiu-se por manter este elemento ligado ao conceito de custos de externalidade.

Na construção do mapa congregado, houve ainda uma discussão com os especialistas sobre a posição dos nós relacionados aos três tipos de rotulagem ambiental, se não deveriam estar mapeados em conjunto, ou ligados ao mesmo nó de efeito (vide *clusters* das partes 8 e 9 do mapa congregado). Ao final, validou-se que há razão para mencionar especificamente a rotulagem tipo 2 para atendimento ao quesito de "transparência da gestão". Isto se deve ao fato de que a rotulagem "tipo 2" se refere à autodeclaração para embalagem, portanto mais associada à divulgação (ou seja, transparência) do que a uma certificação externa, como é o caso dos rótulos tipo 1 e 3 (e por isto estas estão ligadas ao efeito de "garantia do produto") ou ainda à certificação do sistema de gestão (no caso gestão ambiental, ISO 14001) (BETIOL et al., 2012; MMA, 2009). Com este argumento, o mapa final tomou para estes elementos as ligações causais que estão representadas no Apêndice 5.

Outra discussão pertinente na mescla dos mapas se deu com relação aos conteúdos relacionados a "economia circular", "competição justa", e "contratos para micro e pequenas empresas". Na opinião de um dos especialistas, tais elementos poderiam estar ligados à abordagem econômica. O conceito de economia circular, por exemplo, é discutido muitas vezes como modelo econômico (KIRCHHERR; REIKE; HEKKERT, 2017; PONTES; ANGELO, 2019), o que seria um argumento para alocá-lo na dimensão econômica. O tema de competição tradicionalmente é alocado na área de direito econômico e trabalha com equilíbrio de mercado, livre iniciativa, princípios que estão reservados à ordem econômica e financeira (ABNT-NBR/ISO, 2017). Para micro e pequenas empresas, relaciona-se com "reserva/acesso a mercado", o que remete também à dimensão econômica (ICLEI, 2015). Contudo, apesar destes argumentos, na opinião dos demais especialistas, o conjunto de elementos mapeados na dimensão econômica ficou bem coeso em um sistema ligado ao LCC, com forte respaldo da literatura (CODAY et al., 2015; SANCHEZ; ECKELMAN; SHERMAN, 2020; VAN KEMPEN et al., 2017). Ainda, competição justa e reserva de contratos para micro e pequenas empresas foram consideradas com forte relação na abordagem social, ambos como impactantes em danos a outros atores da cadeia. Para economia circular, julgou-se que a relação é mais forte com relação à gestão da sustentabilidade estendida na cadeia de valor do que propriamente à dimensão estritamente econômica. Em resumo, considerando que estes elementos no discurso dos especialistas entrevistados, e com base no

estudo bibliográfico, pelo motivo da força de relação de causa e efeito, tais elementos ao final não ficaram ligados à dimensão econômica, mas sim à de governança e *compliance* do fornecedor ou à social.

Sobre os elementos relacionados a um aspecto cultural, significativamente assinalado nas entrevistas e fontes bibliográficas, na grande maioria dos mapas individuais se configurou como elemento da abordagem social e não como uma dimensão à parte. Por alguns motivos poderia haver dissociação dos aspectos culturais (como herança cultural; respeito a indígenas; ou respeito à cultura local) aos critérios sociais, dentre eles o fato de que os elementos culturais configuram costumes (vestimenta, religião, tradição, entre outros) enquanto os sociais têm a ver com questões como de discriminação, empregabilidade e saúde e segurança (UNEP/SETAC, 2013). Contudo, a bibliografia (FALCONE; IMBERT, 2018; FAN et al., 2018) e o discurso da maioria dos especialistas consultados trouxeram os elementos culturais relacionados à abordagem social. Por este motivo, o entendimento final coletivo convergiu os elementos culturais não dissociados dos sociais.

As descrições dos indicadores de categoria foram outro ponto de revisão durante a construção do mapa congregado. Isto como forma de representarem categoricamente uma proposta compreensível e viável para aferição do conceito ao qual remete. Havia antes descrições genéricas cujo conteúdo semântico poderia entendido, porém não estavam em uma formulação adequada de um indicador. Por exemplo: “política de prevenção de acidentes” foi reformulado para “existência de política de prevenção de acidentes”; e “organização realiza projetos de infraestrutura com mútuos benefícios para comunidade” reformulado para “número de projetos de infraestrutura com mútuos benefícios para a comunidade”.

Uma consequência da perspectiva metodológica utilizada é que algumas questões consideradas como superiores e mais abrangentes nas referências da literatura agora podem ser vistas, de outra forma, como pontos intermediários para questões mais amplas. Por exemplo: o conceito de “sensibilização e capacitação dos funcionários”, ao invés de ser visto em posição topológica superior (conforme mapa individual do Manual da A3P), agora é considerado, tomando em conta o contexto mais amplo, como um elemento indicador de um “modelo de governança com visão sistêmica da sustentabilidade”, tendo sido reformulado para “existência de processo de gestão por competência contemplando capacitação em sustentabilidade” (vide

Parte 8 do mapa congregado). Analogamente, na dimensão econômica, o mapa individual da bibliografia referente à LCC (Figura 25 do Apêndice 3) alocou na posição topológica mais superior os custos de material e de mão de obra, representando uma visão de que os demais custos no ciclo de vida iram compor estas duas categorias (SANCHEZ; ECKELMAN; SHERMAN, 2020). Porém, à ótica mais abrangente de custeio, confirmada pelos discursos dos especialistas, os custos de materiais e mão de obra são elementos de nível inferior que afetam os pontos médios relacionados às etapas do ciclo de vida, e que convergem para os pontos finais de “custo de aquisição” e “externalidades”, conforme Parte 2 do mapa congregado.

#### **4.3. Análise crítica e catalogação das categorias de impacto**

Ao analisar as conexões e a hierarquia dos elementos durante a construção do mapa congregado, foi possível conduzir o processo de mapeamento culminando com a identificação das categorias de *endpoint* e *midpoint* em potencial. Partindo-se do fato de que, logo abaixo do objetivo principal (compra sustentável), as dimensões de sustentabilidade são o primeiro nível de classificação, no segundo nível estão as categorias *endpoint* e, abaixo delas, as categorias *midpoint*. Uma interpretação de tal hierarquia dos elementos mapeados considerando categorias *endpoint* e *midpoint* está presente em todos os clusters do mapa congregado disponíveis no Apêndice 5.

Concomitante ao processo de construção do mapa congregado, junto da consulta interativa aos especialistas, avaliou-se e refinou-se o conjunto potencial de categorias de impacto (*midpoint* e *endpoint*), que pode ser considerado adequado quando, de acordo com o julgamento dos especialistas, satisfaz as propriedades esperadas apresentadas na Tabela 1 da Seção 3. Em tal tabela, apresentaram-se as propriedades que as categorias de impacto precisam apresentar sob as óticas das abordagens de análise do ciclo de vida, e também da abordagem das metodologias MCDA. O atendimento de tais requisitos é uma condição essencial no foco desta pesquisa, por razões explicadas na Seção 3.3 (Realizar análise crítica). Esta redefinição das categorias de impacto (como critérios de decisão) incluiu, conforme descrito na seção anterior (4.2.3 – Mapa congregado), a fusão de algumas categorias potenciais em uma única e a revisão dos indicadores de categorias. A revisão dos indicadores foi realizada também como forma de que as categorias

preenchem os requisitos da Tabela 1, por exemplo, no que se refere à operacionalização e não redundância.

Em outras palavras, os especialistas analisaram com base na estrutura hierárquica da Figura 23 o conjunto inicial de elementos, identificando e eliminando categorias de impacto dependentes, redundantes ou não operacionais. Por exemplo, considerou-se que a “contribuição ao desenvolvimento econômico” e “desenvolvimento de tecnologia” estão fortemente relacionadas, de modo que não são preferencialmente independentes, e foram mescladas como “contribuição ao desenvolvimento socioeconômico e desenvolvimento de tecnologia”. “*Marketing justo*” foi considerada uma categoria não operacional, e seu conceito está abrangido na categoria de “transparência da gestão”. Desta forma, os analistas desenvolveram um conjunto modificado de categorias de impacto que superou as inconsistências identificadas.

O estudo analisou um total de 58 categorias de *midpoint*, que se relacionam a 15 categorias de *endpoint*, por sua vez ligadas a 04 dimensões de sustentabilidade para compras. Para tanto, analisou-se também o último nível de elementos nos mapas, convergindo em 220 indicadores de categoria distintos. Das quatro dimensões de sustentabilidade em compras, a de “Governança e *Compliance* do fornecedor” se apresenta como uma das principais contribuições da pesquisa nos estudos de abordagens metodológicas para avaliação de alternativas de compras. A principal explicação e justificativa para esta nova dimensão proposta é o fato de que seus *endpoints* e *midpoints* não se relacionam com as dimensões tradicionais, e configuraram, no conjunto de indicadores de categoria propostos, um *cluster* claro e unívoco no mapa congregado, com elementos imprescindíveis para uma adequada avaliação de compras na opinião dos especialistas. Com isto, análise indicou que as três abordagens tradicionais de sustentabilidade são insuficientes para abordar aspectos de visão sistêmica, processos gerenciais, e certificações de terceira parte, sendo estes elementos necessários, e até imprescindíveis na avaliação de uma aquisição sustentável. Ainda, este resultado corrobora com conclusões de estudos anteriores (AHMED et al., 2020; GUARNIERI; SILVA; LEVINO, 2016) que já indicavam, respectivamente, a pertinência do componente de governança e *compliance* do fornecedor para compras sustentáveis e a necessidade de um elemento de estratégia pela abordagem do ciclo de vida.

Nas primeiras versões do mapa congregado durante a análise crítica, havia um conceito de "insumos materiais" no *cluster* de impactos de custo. Tal conceito contemplaria todos os custos envolvidos com aquisição de matérias-primas. Contudo, a consulta aos especialistas colocou uma observação pertinente no sentido de evidenciar o custo de matéria prima no que se refere à fonte primária. Desta forma, ao invés de considerar o nó "Insumos Materiais [\$]", foram considerados dois sendo "Matéria prima (inclusive extração) [\$]" (nó 212.1) e "Insumos materiais para produção (exceto matéria prima) [\$]" (nó 212.7).

Outro ponto de discussão importante na análise crítica referiu-se ao entendimento da descrição do indicador de "número de prisões anuais relacionadas a protestos". Foi necessário esclarecer aos especialistas que o conceito é primariamente proveniente do material da UNEP sobre SLCA. A questão envolvida é que as organizações podem ser cúmplices em suprimir a opinião local se membros da comunidade forem presos por protestar contra a corrupção dentro da organização (UNEP/SETAC, 2013). Da mesma forma, as organizações podem ser cúmplices em limitar a liberdade de expressão se jornalistas forem presos por reportar sobre corrupção organizacional. Para tratar a compreensão deste conceito, sua descrição foi reformulada para "número de prisões anuais relacionadas a protestos contra ações da organização". Com esta descrição, os especialistas entenderam que o conceito ficou mais específico e claro.

Outras sugestões diversas foram coletadas dos especialistas como forma de garantir que os conceitos mapeados fossem plenamente entendidos, refletindo o requisito das categorias serem compreensíveis, concisas e precisas. Por exemplo, conceitos relacionados à "evidência de respeito à legislação" foram reformulados para "evidência de atendimento à legislação".

Deve-se destacar o fato de como o processo de mapeamento constrói o entendimento do problema. Os mapas individuais são dispersos em termos de seu conteúdo, e isoladamente não são suficientes para convergir o entendimento. É o mapeamento congregado que permite identificar a saturação dos resultados que estão distribuídos nos diferentes mapas individuais, e completá-los à luz de novas reflexões e consultas aos especialistas (EDEN; ACKERMANN, 2018; SOUZA et al., 2015). Ainda, destaca-se o fator primordial para o resultado da pesquisa no que se refere à consulta aos especialistas, seja na etapa das entrevistas ou na construção interativa do mapa congregado. Tal colaboração foi essencial para trazer à luz

conceitos da bibliografia, ou expandi-los e confrontá-los para convergência da opinião do grupo consultado.

A catalogação de categorias (critérios para análises) compreendida nesta pesquisa considerou uma relação de indicadores que poderiam ser utilizados para sua aferição/medição. Neste sentido, sempre vai caber ao decisor de compras escolher os critérios e indicadores que vão fazer sentido para compor o método de avaliação para suportar sua decisão (ABNT-NBR/ISO, 2017; ICLEI, 2015; LAOSIRIHONGTHONG; SAMARANAYAKE; NAGALINGAM, 2019). Contudo, os resultados desta pesquisa servem como base e protocolo para orientar a escolha do rol de critérios de decisão e indicadores a serem utilizados. Ainda, há indicadores propostos que podem não ser aplicados ao contexto de algumas organizações. Por exemplo, para fornecedores que não tenham relação direta com comunidades indígenas, não faz sentido ser considerado este elemento no sistema de avaliação para compras.

Outra especificidade dos resultados é que tais critérios e indicadores catalogados para suportarem uma avaliação de compras podem ser olhados sob a ótica e abordagem de métodos de decisão multicritério. Esta foi uma preocupação presente na pesquisa, e neste sentido, diferentes métodos e ferramentas multicritério poderiam se valer do protocolo de categorias e indicadores para combiná-las entre si. Assim, um mesmo indicador poderia, sem prejuízo para seu entendimento epistemológico, tomar dimensões diferentes em análises distintas, podendo inclusive, dependendo do método de análise e da perspectiva do decisor, assumir caráter quantitativo ou qualitativo. O sistema de medição, portanto, não tem uma rigidez estrutural, mas por outro lado não é desarticulado a ponto de permitir redundâncias ou relações que gerem equívocos metodológicos para construção da recomendação de decisão.

Cada tipo de produto e diferentes fabricantes em cada setor possuem linhas de base de produção diferentes (EC-JRC, 2010). Desta forma, buscando abranger a pluralidade de especificidades envolvidas, a construção do catálogo de categorias e indicadores precisou ser generalista. Dependendo da característica do produto ou inclusive das condições do comprador ou do fornecedor, podem existir limitações técnicas e de viabilidade econômica para se aplicar e medir alguns dos critérios e indicadores propostos, ou a sua totalidade. Contudo, apesar da limitação poder ser um ponto de atenção pertinente, não inviabiliza o sistema de critérios propostos. Tal

conteúdo catalogado precisou ser generalista para não restringir produtos ou serviços a serem avaliados como um processo holístico de compras sustentáveis.

O resultado da pesquisa concentrou-se em mapear e catalogar as categorias de impacto de sustentabilidade e para isto, foram identificados e propostos indicadores de categorias como forma de avaliar o atendimento aos critérios de decisão. Tal consideração sobre a contemplação dos indicadores está em conformidade com o critério de não redundância utilizado na etapa de Análise Crítica (vide Tabela 1), isto porque a conformidade das categorias de decisão está sujeita à sua independência e não redundância, o que pode ser atestado pelo distinto conjunto de indicadores específicos para sua aferição. Desta forma, a pesquisa, apesar de ter confirmado a viabilidade operacional dos critérios de decisão, não buscou aprofundar como coletar ou construir a base de avaliação dos indicadores. Poderia, portanto, em um segundo momento, ou como sugestão de pesquisas futuras, aprofundar e delinear como realizar o sistema de medição para os indicadores.

Onde foi pertinente, procurou-se deixar a descrição de cada indicador o mais quantitativo possível para auxiliar na medição. Contudo, indicadores como o de “qualidade de reuniões com representantes da comunidade local” podem sofrer dificuldades de aferição, o que pode ser tratado em pesquisas futuras, buscando-se estudar e estabelecer modelos de sistemas de medição padronizados. Analogamente, os indicadores envolvendo “força de política organizacional” necessitam de aprofundamento para serem avaliados quantitativamente.

Todos os indicadores das categorias de impacto foram considerados operacionalizáveis. Tal condição é essencial para que suas respectivas categorias se configurem como operacionalizáveis (conforme Tabela 1). Neste sentido, há consenso do grupo de especialistas quanto à instrumentalização do rol de indicadores no contexto de avaliação de compras sustentáveis. Este entendimento não significa que os indicadores precisem obrigatoriamente ser mensuráveis (ou seja, quantitativos), mas sim que possibilitem ao tomador de decisão aplicá-los mesmo de forma qualitativa às alternativas de escolha. Desta forma, os indicadores propostos podem ser qualitativos, quantitativos, semi-qualitativos ou ainda semi-quantitativos. Isto está em conformidade com a metodologia de MCDA (GANGA et al., 2016), e ainda com a própria perspectiva da abordagem do ciclo de vida (UNEP/SETAC, 2011, 2013). Os indicadores qualitativos (ou semi-qualitativos)

poderiam, por exemplo, assumir (no sistema de avaliação) respostas de sim e não (binários) ou ainda considerados como variáveis discretas (e não contínuas), pautadas em evidências observadas pelo auditor ou tomador de decisão.

Neste sentido, os indicadores qualitativos devem passar por um crivo de subjetividade do auditor ou decisor do problema de compra. Isto está em conformidade com os métodos de MCDA, que em muitos casos utilizam-se de fatores de avaliação qualitativos, ou não eximem o fator de subjetividade, como é o caso dos métodos AHP e ANP. Ainda, processos de auditoria para certificações (ex. ISO 9001, ISO 14001) ou outros modelos de avaliação do sistema de gestão, como o Modelo de Excelência de Gestão (MEG) da Fundação Nacional da Qualidade (FNQ), consideram critérios qualitativos e reconhecem a subjetividade do auditor na avaliação. Tais métodos se pautam na apresentação de evidências objetivas ou outros elementos táticos que permitam ao auditor captar o nível de adequação ou atendimento aos requisitos estabelecidos.

Dependendo do sistema de avaliação adotado em cada problema de compras, que pode suprimir indicadores ou categorias de impacto que podem ser não relevantes para determinado contexto, o tomador de decisão pode ainda adotar diferentes critérios de decisão como elementos de decisão qualificadores (eliminatórios) ou classificadores. Isto poderia, por exemplo, diante de uma série de alternativas de decisão, primeiro aplicar categorias de impacto qualificadoras, o que reduziria o escopo de alternativas por eliminação, e em seguida aplicar critérios classificadores. Tal abordagem poderia incorrer em maior produtividade econômica, dependendo dos custos necessários para conduzir o processo de seleção e medição de alguns indicadores. Alguns critérios qualificadores inclusive poderiam ser tomados e registrados já na especificação de compra, a depender do tipo de produto e do tomador de decisão. A auditoria de terceira parte, por exemplo, conjuntamente com seus elementos constitutivos poderia constituir um dos critérios eliminatórios em um processo de decisão. Porém, a construção de tal estrutura de decisão pautada em critérios qualificadores e classificadores requer aprofundamento metodológico, e pode ser considerada como oportunidade para pesquisas futuras.

No discurso dos especialistas, é interessante destacar como os programas para dignificação humana foram citados. Alguns pautaram novas questões como “iniciativas para egressos do sistema prisional”, ou para mulheres e deficientes, e no mapa final, a composição de elementos de dignificação humana ficou mais

completa, e recebeu realce positivo por parte dos especialistas: ao visualizarem outros elementos que não estavam presentes unicamente no seu discurso, comentaram sobre a pertinência do conjunto final.

Alguns dos mapas individuais apontaram a relação dos impactos ambientais e sociais como componentes de custo (vide mapas individuais de LM e LB, onde há os elementos de custo ambiental no ciclo de vida e custo social). Contudo, a construção do mapa congregado retirou esta vinculação para atender aos critérios de não redundância e operacionalização (previstos na Tabela 1), tornando os *clusters* não dependentes entre si. Apesar de tais elementos não constituírem o rol de critérios finais para avaliação de compras, há uma oportunidade de integração dos distintos *endpoints* em uma unidade de custo. Tal abordagem metodológica precisaria ser definida (e é uma oportunidade para pesquisas futuras), mas entende-se que o resultado da LCSA neste caso poderia ser normalizado em uma referência monetária. Isto estaria ainda em conformidade com a necessidade de demonstrar o “custo benefício da compra” (vide mapa do entrevistado AJ), e como forma de demonstrar por meio financeiro a opção de compra mais vantajosa.

Outros elementos de mapas individuais e capturados nas entrevistas são pertinentes para pautarem uma discussão acerca do tema estudado. Isto vale para casos em que os elementos foram mantidos ou repensados à luz do mapa congregado, ou ainda para os casos onde na revisão da análise crítica foram desconsiderados. Um destes elementos é o de “aumento da oferta de produtos”, presente no mapa individual de LM. Este elemento foi considerado como uma consequência dos impactos da gestão da empresa, e de ações multiplicadoras, e, portanto, não se configurou como um critério de decisão. Porém, deve-se considerar que o aumento da oferta de produtos pode provocar uma redução nos custos, devendo os fornecedores estar atentos a meios para aumentar competitividade de seus produtos.

A versão final do catálogo de categorias e indicadores pode ser considerada abrangente e ampla no sentido que contemplou todo o processo metodológico descrito, considerando estado da arte da bibliografia e consulta a especialistas convergindo para um resultado consensual. Todavia, deve-se atentar ao fato de que esta pesquisa, partindo da fronteira de conhecimento existente acerca de estruturas metodológicas para avaliação de compras sustentáveis, buscou sistematizá-la e expandi-la, o que, portanto, não anula os métodos e estruturas de análise existentes

e que até serviram de base para o estudo. Por exemplo, os mapas individuais da ICLEI, da A3P ou da ISO 20.400 (disponíveis no Apêndice 3) apresentam particularmente critérios que podem ser aplicados como uma abordagem de análise específica. Eles possuem cada um, um conjunto de critérios e indicadores que bem modelados, poderiam oferecer uma estrutura de avaliação para compras sustentáveis. Porém, deve-se verificar as condições metodológicas necessárias, por exemplo, para consideração deles em um problema de MCDA ou outra abordagem de apoio à decisão.

Cabe-se ainda discutir a presença de subjetividade no método de pesquisa. Nenhum estudo qualitativo que se proponha a coletar entrevistas e criar um consenso por meio de um facilitador pode ser inteiramente isento de subjetividade (SOUZA, 2014). Por outro lado, a aplicação de um método estruturado, com etapas processuais claras e bem definidas, envolvendo inclusive análise crítica, critérios de saturação e interatividade entre as fases, bem como a consideração de fontes distintas de informação bibliográfica e uma quantidade significativa de especialistas consultados (10), colaboram juntos para a construção de um resultado objetivo. Embora os analistas possam sugerir redefinições e dar opiniões, exigiu-se durante a consulta, que trouxessem argumentos objetivos e coerência causal no discurso. Esses elementos da metodologia conferiram robustez objetivamente na construção do resultado e na sua discussão.

À luz dos resultados, também é possível analisar a aplicação do método. Em função da pandemia do Covid-19, que sobressaiu na etapa inicial da pesquisa, e considerando a localização dos entrevistados (espalhados por todo o Brasil, por exemplo, nas cidades de São Paulo, Rio de Janeiro e Brasília) não foi viável realizar reuniões presenciais individualmente ou coletivamente. No entanto, a utilização de entrevistas iterativas e a postura do pesquisador como facilitador na modelagem do problema, usando dos meios de comunicação digitais, permitiu que houvesse plena participação e engajamento dos entrevistados no encadeamento processual metodológico para convergir objetivamente nos resultados.

Por fim, destaca-se que o processo de mapeamento cognitivo não exigiu nenhuma intervenção radical por parte dos entrevistados. Como resultado, o *feedback* dos especialistas foi positivo no sentido de que entenderam plenamente o mecanismo cognitivo do mapa. Ainda, sentiram-se identificados e satisfeitos com a resultante do conjunto final de categorias de impacto e da relação de indicadores.

Esse senso de propriedade dos resultados pelos especialistas está em conformidade com os pontos positivos dos Métodos de Estruturação de Problemas, e particularmente com a ferramenta de mapeamento cognitivo.

Em resumo, o conjunto modificado de categorias analisado junto dos especialistas seguiu um processo de revisão interativa até que houve consenso de que os resultados satisfazem todas as propriedades da Tabela 1. Para todo o conjunto de elementos das 04 dimensões propostas, a resultante final da consulta aos especialistas indicou que a construção dos critérios e indicadores propostos é suficiente e válida para avaliar opções de compras sustentáveis. Ainda, validou-se que a relação dos indicadores com cada critério é coerente e que os critérios e indicadores finais não oferecem redundância ou inviabilidade operacional diante de um processo de avaliação de compras. Isto indica que o modelo é operacionalizável, com critérios e indicadores claros e inequívocos. Depois de todas as revisões, o conjunto final de categorias de impacto de sustentabilidade que satisfaziam todas as propriedades desejadas, conforme definido com os especialistas, é apresentado no Apêndice 6.

#### **4.4. Vantagens e limitações da metodologia**

Um aspecto metodológico considerado vantajoso consiste no fato da utilização da Revisão Sistemática de Literatura, que permitiu:

- i. A expansão das fontes bibliográficas para mapeamento cognitivo (conforme Tabela 2);
- ii. A análise de conteúdo dos artigos como forma de elicitar as potenciais categorias de impacto (demonstradas na Tabela 3);
- iii. O estabelecimento de critérios para escolha dos especialistas relevantes (conforme Figura 19).

O critério para escolha dos especialistas foi essencial para nortear esta etapa metodológica. A identificação e consulta dos especialistas foi fundamental para muitas etapas da metodologia. Ainda, a bibliografia adicional (conforme Tabela 2) também foi fundamental para constituir o mapeamento de conteúdo disponibilizado no Apêndice 3.

Outra vantagem metodológica consistiu no critério de saturação de resultados para determinar quando seria momento de parar as entrevistas. Sabendo que a

condução de muitas entrevistas pode ser um fator limitante para a pesquisa, o uso do critério de saturação permitiu que à medida que mais especialistas são entrevistados, novas ideias e questões surgem são confrontados com os já elicitados anteriormente.

A utilização do mapeamento cognitivo foi fundamental para a estruturação do problema. Tratando-se de um problema complexo, que envolve diferentes perspectivas e opiniões, a utilização do mapeamento cognitivo conseguiu proporcionar a elicitação de novos conteúdos e a convergência para um entendimento de grupo.

Embora ofereça um apoio significativo aos estudos de LCSA, de Compras Sustentáveis e de Problemas de Seleção de Fornecedores, especialmente na utilização de mapeamento cognitivo como meio para estruturação do problema, a metodologia apresenta algumas limitações que precisam ser abordadas para entregar toda a sua contribuição potencial para a avaliação de sustentabilidade:

- i. A tarefa de determinar o nível hierárquico dos problemas é exigente para o facilitador e especialistas. Quanto mais rico é o conjunto do mapeamento individual, mais complexos se tornam os seus elementos e conexões causais. É fundamental que os emaranhados sejam refinados e tratados na construção do mapa congregado e na análise crítica.
- ii. A avaliação dos conjuntos potenciais de categorias de impacto é qualitativa e com subjetividade. A avaliação de categorias de impacto potenciais envolve a percepção subjetiva dos especialistas, e o entendimento qualitativo pode variar dependendo de cada entrevistado. O processo de construção do mapa congregado facilita o consenso, porém outras técnicas, como MCDA, Método Delphi, ou ainda abordagens quantitativas poderiam ser utilizadas para colaborar na construção objetiva do consenso.
- iii. Avaliar as categorias de impacto entre si por classe de importância ou grandeza. Apesar de haver a classificação hierárquica entre *endpoints* e *midpoints*, dentro do conjunto total de categorias, não é possível identificar quais são mais importantes, por exemplo, em comparações pareadas. Obviamente para cada sistema de produto ou problema de decisão específico o tomador de decisão pode se valer de parte das categorias ou da totalidade delas, contudo, não há uma sequência lógica de priorização

entre as categorias para um caso genérico e abrangente. Isto poderia ser tratado através de MCDA ou abordagem quantitativa que permitisse um *ranking*.

## 5. Conclusões e recomendações

O principal resultado da pesquisa concentra-se em ter analisado, mapeado, identificado e catalogado um conjunto de 58 categorias de *midpoint*, que se relacionam a 15 categorias de *endpoint*, o que contribui para que distintos atores na sociedade e nas cadeias de suprimentos possam avaliar suas opções de aquisição pelo processo de compras sustentáveis. A participação dos especialistas enriqueceu a compreensão do problema, elicitando uma quarta dimensão de sustentabilidade para compras, compreendendo Governança e *Compliance* do fornecedor. Ao catalogar as categorias de impacto, foram identificados e propostos 220 indicadores de categorias como forma de avaliar o atendimento aos critérios de decisão.

Isto foi possível a partir do desenvolvimento e aplicação de uma metodologia que combina Mapeamento Cognitivo, Revisão Sistemática de Literatura, e Entrevistas Semiestruturadas. Desta forma, foi combinada a ferramenta de mapeamento cognitivo à abordagem da LCSA em uma metodologia de apoio à decisão em compras sustentáveis. Ainda, foi elicitado que a seleção de categorias de impacto de sustentabilidade do ciclo de vida está associada à avaliação de opções em compras sustentáveis por servir como construção metodológica de critérios de avaliação, correspondendo à estruturação de um MCDA. Também foi demonstrado que as categorias de impacto de sustentabilidade do ciclo de vida para compras sustentáveis podem ser classificadas hierarquicamente em *midpoint* e *endpoint* em função de suas relações de causa e efeito, o que permite ao tomador de decisão elencar distintos níveis de abrangência a serem considerados na avaliação das alternativas de compras, o que enriquece e robustece o processo metodológico de avaliação sustentável de produtos ou fornecedores.

As categorias de impacto de sustentabilidade catalogadas para aplicação em compras sustentáveis mostraram-se suficientes e válidas. Ainda, o mapeamento cognitivo e o envolvimento dos especialistas revelaram categorias de impacto já estabelecidas nas abordagens metodológicas do ciclo de vida, as quais são amplamente difundidas na literatura de LCA, LCC e SLCA, tais como “mudança climática”, “externalidades de custo no ciclo de vida”, e “dano social ao trabalhador”, mas também elicitaram outras inovadoras e pertinentes ao contexto brasileiro em particular, dentre elas: “estímulo a movimentos e novas questões sociais”, “cultura

organizacional voltada para sustentabilidade” e “modelo de governança com visão sistêmica da sustentabilidade”.

Algumas recomendações para trabalhos futuros são:

- i. Aprofundar e delinear como realizar o sistema de medição para alguns dos indicadores propostos;
- ii. Estudar e estabelecer modelos de sistema de medição padronizados para o conjunto de indicadores propostos;
- iii. Classificar as categorias de impacto de sustentabilidade com base em outros critérios, tais como elementos classificadores e qualificadores (eliminatórios).
- iv. Integrar a análise conjunta das categorias de impacto em uma unidade única (por exemplo, monetária) permitindo a normalização dos elementos e que o tomador de decisão enxergue em uma unidade padrão a alternativa de compra mais vantajosa.

## 6. Referências Bibliográficas

- A, R.; PATI, R. K.; PADHI, S. S. Sustainable supply chain management in the chemical industry: Evolution, opportunities, and challenges. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 149, n. June, p. 275–291, 2019.
- ABNT-NBR/ISO. ABNT ISO 14040:2009 Gestão ambiental - Avaliação do ciclo de vida - Princípios e estrutura. p. 21, 2009.
- \_\_\_\_\_. **ABNT ISO 20.400 Compras sustentáveis**. [S.l: s.n.], 2017.
- ABUABARA, L. et al. A systemic framework based on Soft or approaches to support teamwork strategy: An aviation manufacturer Brazilian company case. **Journal of the Operational Research Society**, v. 69, n. 2, p. 220–234, 2018.
- ACKERMANN, F. et al. In defence of Soft OR: Reflections on teaching Soft OR. **Journal of the Operational Research Society**, v. 71, n. 1, p. 1–15, 2020.
- ACKERMANN, F.; EDEN, C. Strategic Management of Stakeholders: Theory and Practice. **Long Range Planning**, v. 44, n. 3, p. 179–196, 2011.
- ACKERMANN, F.; EDEN, C.; CROPPER, S. Getting Started with Cognitive Mapping. 1992, [S.l: s.n.], 1992. p. 65–82.
- AHMED, S. U. et al. Policy framework for implementation of sustainable procurement practices in healthcare industry. **Environment, Development and Sustainability**, v. 23, n. 3, p. 3929–3945, 2020.
- ALHOLA, K. et al. Exploiting the Potential of Public Procurement: Opportunities for Circular Economy. **Journal of Industrial Ecology**, v. 23, n. 1, p. 96–109, 2019.
- ASSUNÇÃO, E. R. G. T. R. et al. Rethinking urban sustainability using fuzzy cognitive mapping and system dynamics. **International Journal of Sustainable Development and World Ecology**, v. 27, n. 3, p. 261–275, 2020.
- AWASTHI, A.; OMRANI, H. A scenario simulation approach for sustainable mobility project evaluation based on fuzzy cognitive maps. **International Journal of Modelling and Simulation**, v. 38, n. 4, p. 262–272, 2018.
- BETIOL, L. S. et al. **Compra sustentável**. [S.l: s.n.], 2012.
- BIDERMAN, R. et al. **Guia de compras públicas sustentáveis**. [S.l: s.n.], 2008.
- BOAK, G. et al. Procuring a sustainable future: an action learning approach to the development and modelling of ethical and sustainable procurement practices. **Action Learning: Research and Practice**, v. 13, n. 3, p. 204–218, 2016.
- BRUNO, G. et al. The Analytical Hierarchy Process in the Supplier Selection Problem. 2009, [S.l.]: Proceedings of the 10th International Symposium on the Analytic Hierarchy/Network Process, 2009. p. 16.
- BUTT, A. A.; TOLLER, S.; BIRGISSON, B. Life cycle assessment for the green procurement of roads: A way forward. **Journal of Cleaner Production**, v. 90, p. 163–170, 2015.
- BWANALI, S.; RWELAMILA, P. D. Public private partnerships: A possible alternative for delivery of infrastructure projects in Africa. **International Journal of Construction Supply Chain Management**, v. 7, n. 3, p. 93–109, 2017.
- CAPITANO, C.; TRAVERSO, M.; RIZZO, G. Life Cycle Sustainability Assessment : an implementation to marble products. **Life Cycle Management Conference LCM**, 2011.
- CHAI, J.; LIU, J. N. K.; NGAI, E. W. T. Application of decision-making techniques in supplier selection: A systematic review of literature. **Expert Systems with Applications**, v. 40, n. 10, p. 3872–3885, 2013.
- CHERUBINI, E. et al. Environmental sustainability for highways operation: Comparative analysis of plastic and steel screen anti-glare systems. **Journal of Cleaner Production**, v. 240, 2019.
- CHOI, B. C. et al. Life cycle assessment of a personal computer and its effective recycling rate.

**International Journal of Life Cycle Assessment**, v. 11, n. 2, p. 122–128, 2006.

CODAY, B. D. et al. Life cycle and economic assessments of engineered osmosis and osmotic dilution for desalination of Haynesville shale pit water. **Desalination**, v. 369, p. 188–200, 2015.

CORREIA, F. et al. Low carbon procurement: An emerging agenda. **Journal of Purchasing and Supply Management**, v. 19, n. 1, p. 58–64, 2013.

COSTA, D.; QUINTEIRO, P.; DIAS, A. C. A systematic review of life cycle sustainability assessment: Current state, methodological challenges, and implementation issues. **Science of the Total Environment**, v. 686, p. 774–787, 2019.

CUNHA, A.; MORAIS, D. Problem structuring methods in group decision making: a comparative study of their application. **International Journal of Operational Research**, v. 19, n. 4, p. 1081–1100, 2019.

DARA, C.; HACHEM-VERMETTE, C.; ASSEFA, G. Life cycle assessment and life cycle costing of container-based single-family housing in Canada: A case study. **Building and Environment**, v. 163, n. July, p. 106332, 2019.

DE GIACOMO, M. R. et al. Does Green Public Procurement lead to Life Cycle Costing (LCC) adoption? **Journal of Purchasing and Supply Management**, v. 25, n. 3, p. 100500, 2019.

DEL BORGHI, A.; MORESCHI, L.; GALLO, M. Communication through ecolabels: how discrepancies between the EU PEF and EPD schemes could affect outcome consistency. **International Journal of Life Cycle Assessment**, v. 25, n. 5, p. 905–920, 2020.

DELMONICO, D. et al. Unveiling barriers to sustainable public procurement in emerging economies: Evidence from a leading sustainable supply chain initiative in Latin America. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 134, n. March, p. 70–79, 2018.

DUARTE, A. D.; SILVA, G. L. Aplicação da ferramenta de Análise de Ciclo de Vida ( ACV ) no processo de tratamento de efluentes em uma lavanderia de beneficiamento de jeans. **Exacta**, v. 18 (02), n. April 2020, p. 355–367, 2020.

EC-JRC. **International Reference Life Cycle Data System (ILCD) Handbook -- General guide for Life Cycle Assessment -- Detailed guidance**. [S.l: s.n.], 2010.

EDEN, C. Analyzing cognitive maps to help structure issues or problems. **European Journal of Operational Research**, v. 159, n. 3, p. 673–686, 2004.

EDEN, C.; ACKERMANN, F. Theory into practice, practice to theory: Action research in method development. **European Journal of Operational Research**, v. 271, n. 3, p. 1145–1155, 2018.

EISENHARDT, K. M. Building Theories from Case Study Research. **Academy of Management Review**, v. 14, n. 4, p. 532–550, 1989.

ERIKSSON, D.; SVENSSON, G. The Process of Responsibility, Decoupling Point, and Disengagement of Moral and Social Responsibility in Supply Chains: Empirical Findings and Prescriptive Thoughts. **Journal of Business Ethics**, v. 134, n. 2, p. 281–298, 2016.

FALCONE, P. M.; IMBERT, E. Social life cycle approach as a tool for promoting the market uptake of bio-based products from a consumer perspective. **Sustainability (Switzerland)**, v. 10, n. 4, 2018.

FAN, L. et al. Evaluation for social and humanity demand on green residential districts in China based on SLCA. **International Journal of Life Cycle Assessment**, v. 23, n. 3, p. 640–650, 2018.

FARSARI, I.; BUTLER, R. W.; SZIVAS, E. The use of cognitive mapping in analysing sustainable tourism policy: Methodological implications. **Tourism Recreation Research**, v. 35, n. 2, p. 145–160, 2010.

FLORINDO, T. J. et al. Carbon footprint and Life Cycle Costing of beef cattle in the Brazilian midwest. **Journal of Cleaner Production**, v. 147, p. 119–129, 2017.

FOOLMAUN, R. K.; RAMJEAWON, T. Life cycle sustainability assessments (LCSA) of four disposal scenarios for used polyethylene terephthalate (PET) bottles in Mauritius. **Environment, Development and Sustainability**, v. 15, n. 3, p. 783–806, 2013.

FRANCO, L. A.; MONTIBELLER, G. Problem Structuring for Multicriteria Decision Analysis Interventions. **Wiley Encyclopedia of Operations Research and Management Science**, 2010.

- GALO, N. R.; CALACHE, L. D. D. R.; CARPINETTI, L. C. R. A group decision approach for supplier categorization based on hesitant fuzzy and ELECTRE TRI. **International Journal of Production Economics**, v. 202, n. May, p. 182–196, 2018.
- GANGA, G. M. D. et al. Métodos quantitativos para seleção de fornecedores sustentáveis: uma revisão sistemática da literatura. **Revista Produção Online**, v. 16, n. 4, p. 1434, 2016.
- GEORGIU, I. Cognitive Mapping and Strategic Options Development and Analysis (SODA). **Wiley Encyclopedia of Operations Research and Management Science**, 2011.
- GOVINDAN, K. et al. Multi criteria decision making approaches for green supplier evaluation and selection: A literature review. **Journal of Cleaner Production**, v. 98, p. 66–83, 2015.
- GOVINDAN, K.; HASANAGIC, M. A systematic review on drivers, barriers, and practices towards circular economy: a supply chain perspective. **International Journal of Production Research**, v. 56, n. 1–2, p. 278–311, 2018.
- GROB, S.; MCGREGOR, I. Sustainable organisational procurement: a progressive approach towards sustainable development. **International Journal of Environment, Workplace and Employment**, v. 1, n. 3–4, p. 280–295, 2005.
- GUARNIERI, P.; SILVA, L. C.; LEVINO, N. A. Analysis of electronic waste reverse logistics decisions using Strategic Options Development Analysis methodology: A Brazilian case. **Journal of Cleaner Production**, v. 133, p. 1105–1117, 2016.
- HALOG, A.; MANIK, Y. Advancing integrated systems modelling framework for life cycle sustainability assessment. **Sustainability**, v. 3, n. 2, p. 469–499, 2011.
- HARRIS, K.; DIVAKARLA, S. Supply Chain Risk to Reward: Responsible Procurement and the Role of Ecolabels. **Procedia Engineering**, v. 180, p. 1603–1611, 2017.
- HEIKKINEN, M. et al. Transnational municipal networks and climate change adaptation: A study of 377 cities. **Journal of Cleaner Production**, v. 257, 2020.
- HERVANI, A.; HELMS, M. M.; SARKIS, J. Performance Measurement for Green Supply Chain Management. **Benchmarking An International Journal**, v. 12, n. 4, p. 330–353, 2005.
- HOWICK, S.; ACKERMANN, F. Mixing or methods in practice: Past, present and future directions. **European Journal of Operational Research**, v. 215, n. 3, p. 503–511, 2011.
- HUPPONEN, M.; GRÖNMAN, K.; HORTTANAINEN, M. How should greenhouse gas emissions be taken into account in the decision making of municipal solid waste management procurements? A case study of the South Karelia region, Finland. **Waste Management**, v. 42, n. 2015, p. 196–207, 2015.
- ICLEI. **The Procura+ Manual: A Guide to Implementing Sustainable Procurement**. [S.l.: s.n.], 2015.
- IEC. **Application Guide – Life cycle costing**. [S.l.: s.n.], 2004. v. 1.
- IGARASHI, M.; DE BOER, L.; FET, A. M. What is required for greener supplier selection? A literature review and conceptual model development. **Journal of Purchasing and Supply Management**, v. 19, n. 4, p. 247–263, 2013.
- ISMAEEL, W. S. E. Midpoint and endpoint impact categories in Green building rating systems. **Journal of Cleaner Production**, v. 182, p. 783–793, 2018.
- JENSSEN, M. M.; DE BOER, L. Implementing life cycle assessment in green supplier selection: A systematic review and conceptual model. **Journal of Cleaner Production**, v. 229, p. 1198–1210, 2019.
- JØRGENSEN, A.; HERRMANN, I. T.; BJØRN, A. Analysis of the link between a definition of sustainability and the life cycle methodologies. **International Journal of Life Cycle Assessment**, v. 18, n. 8, p. 1440–1449, 2013.
- JUNIOR, J. O. D. ; TEIXEIRA, B. A. N.; SILVA, A. F. Plano de Gestão de Logística Sustentável: Desafios e Perspectivas na Elaboração das Principais Temáticas deste Plano em uma Instituição Federal de Ensino Superior. 2019, [S.l.]: 2º Congresso Sul-Americano de Resíduos sólidos e Sustentabilidade, 2019. p. 1–6.

- KALLIO, H. et al. Systematic methodological review: developing a framework for a qualitative semi-structured interview guide. **Journal of Advanced Nursing**, v. 72, n. 12, p. 2954–2965, 2016.
- KAUR, H.; SINGH, S. P. Sustainable procurement and logistics for disaster resilient supply chain. **Annals of Operations Research**, v. 283, n. 1, p. 1–46, 2016.
- KIRCHHERR, J.; REIKE, D.; HEKKERT, M. Conceptualizing the circular economy: An analysis of 114 definitions. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 127, n. April, p. 221–232, 2017.
- KLOEPFFER, W. Life Cycle Sustainability Assessment of Products. **International Journal of Life Cycle Assessment**, v. 13, n. 2, p. 95, 2008.
- KOKKINOS, K. et al. Fuzzy cognitive map-based modeling of social acceptance to overcome uncertainties in establishing waste biorefinery facilities. **Frontiers in Energy Research**, v. 6, n. OCT, p. 1–17, 2018.
- LANGLOIS, J. et al. Sea-use impact category in life cycle assessment: State of the art and perspectives. **International Journal of Life Cycle Assessment**, v. 19, n. 5, p. 994–1006, 2014.
- LAOSIRIHONGTHONG, T.; SAMARANAYAKE, P.; NAGALINGAM, S. A holistic approach to supplier evaluation and order allocation towards sustainable procurement. **Benchmarking**, v. 26, n. 8, p. 2543–2573, 2019.
- LEITH, P. et al. Analysis of operating environments: A diagnostic model for linking science, society and policy for sustainability. **Environmental Science and Policy**, v. 39, p. 162–171, 2014.
- LIM, B. T. H.; ZHANG, W.; OO, B. L. Sustainable procurement in Australia: Quantity surveyors' perception on life cycle costing. **International Journal of Integrated Engineering**, v. 10, n. 2, p. 1–6, 2018.
- LUTTENBERGER, A.; LUTTENBERGER, L. R. Sustainable procurement and environmental life-cycle costing in maritime transport. **WMU Journal of Maritime Affairs**, v. 16, n. 2, p. 219–231, 2017.
- MAIER, J. M.; SOWLATI, T.; SALAZAR, J. Life cycle assessment of forest-based biomass for bioenergy: A case study in British Columbia, Canada. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 146, n. April, p. 598–609, 2019.
- MANSI, M. Sustainable procurement disclosure practices in central public sector enterprises: Evidence from India. **Journal of Purchasing and Supply Management**, v. 21, n. 2, p. 125–137, 2015.
- MARCOT, B. G. et al. Recent advances in applying decision science to managing national forests. **Forest Ecology and Management**, v. 285, p. 123–132, 2012.
- MARTTUNEN, M.; LIENERT, J.; BELTON, V. Structuring problems for Multi-Criteria Decision Analysis in practice: A literature review of method combinations. **European Journal of Operational Research**, v. 263, n. 1, p. 1–17, 2017.
- MASON, M. Sample size and saturation in PhD studies using qualitative interviews. **Forum Qualitative Sozialforschung**, v. 11, n. 3, 2010.
- MCCRUDDEN, C. Using public procurement to achieve social outcomes. **Natural Resources Forum**, v. 28, n. 4, p. 257–267, 2004.
- MCPHERSON, B.; SHARIP, M.; GRIMMOND, T. The impact on life cycle carbon footprint of converting from disposable to reusable sharps containers in a large US hospital geographically distant from manufacturing and processing facilities. **PeerJ**, v. 2019, n. 2, p. 2019, 2019.
- MEJÍAS, A. M.; PAZ, E.; PARDO, J. E. Efficiency and sustainability through the best practices in the Logistics Social Responsibility framework. **International Journal of Operations and Production Management**, v. 36, n. 2, p. 164–199, 2016.
- MICHELSEN, O.; DE BOER, L. Green procurement in Norway; a survey of practices at the municipal and county level. **Journal of Environmental Management**, v. 91, n. 1, p. 160–167, 2009.
- MIEMCZYK, J.; JOHNSEN, T. E.; MACQUET, M. Sustainable purchasing and supply management: A structured literature review of definitions and measures at the dyad, chain and network levels. **Supply Chain Management: An International Journal**, v. 17, n. 5, p. 478–496, 2012.
- MIGLIORE, M.; TALAMO, C.; PAGANIN, G. **Strategies for Circular Economy and Cross- sectoral**

**Exchanges for Sustainable Building Products.** [S.l.]: Springer Tracts in Civil Engineering Marco, 2019.

MIGUEL, P. A. C. Estudo de caso na engenharia de produção: estruturação e recomendações para sua condução. **Revista Produção**, v. 17, n. 1, p. 216–229, 2007.

MINGERS, J.; ROSENHEAD, J. Problem structuring methods in action. **European Journal of Operational Research**, v. 152, n. 3, p. 530–554, 2004.

MITKIDIS, K.; PERKOVIC, S.; MITKIDIS, P. Tendencies in contractual governance to promote human and labour rights in transnational supply chains. **Competition and Change**, v. 23, n. 4, p. 397–419, 2019.

MMA. **Agenda Ambiental na Administração Pública (A3P).** [S.l.: s.n.], 2009. v. 3.

NAWAZ, W.; KOÇ, M. Exploring organizational sustainability: Themes, functional areas, and best practices. **Sustainability (Switzerland)**, v. 11, n. 16, 2019.

NAZÁRIO, L. C. S. **Caracterização e Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) da Produção de Telhas Cerâmicas no Município de Parelhas/RN.** 2019. Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), 2019.

NYUMBA, T. O. et al. The use of focus group discussion methodology: Insights from two decades of application in conservation. **Methods in Ecology and Evolution**, v. 9, n. 1, p. 20–32, 2018.

OLIVEIRA, M. V. de S. S.; SIMÃO, J.; CAEIRO, S. S. F. da S. Stakeholders' categorization of the sustainable public procurement system: the case of Brazil. **Journal of Public Procurement**, v. 20, n. 4, p. 423–449, 2020.

OMETTO, A. R. **Life Cycle Assessment of Ethyl Alcohol Hydrated Fuel by EDIP, Exergy and Emery Methods.** 2005. 1–209 f. Escola de Engenharia de São Carlos - EESC/USP, 2005.

PATALA, S. et al. Sustainable value propositions: Framework and implications for technology suppliers. **Industrial Marketing Management**, v. 59, p. 144–156, 2016.

PEGORIN, M. C.; SANTOS, D. C. dos; MARTINS, I. de S. C. A aplicação da Agenda Ambiental no setor público: Estudo de caso em uma Instituição da Administração Pública Federal Direta. **Congresso Nacional de Excelência em Gestão**, p. 1–11, 2014.

PEREIRA, L. de S.; MORAIS, D. C. Multicriteria Decision Model to Establish Maintenance Priorities for Wells in a Groundwater System. **Water Resources Management**, v. 34, n. 1, p. 377–392, 2020.

PETTI, L.; SERRELI, M.; DI CESARE, S. Systematic literature review in social life cycle assessment. **International Journal of Life Cycle Assessment**, v. 23, n. 3, p. 422–431, 2018.

PONCE, H. G.; GIL, M. T. N.; DURÁN, M. P. Responsible public procurement. Design of measurement indicators. **CIRIEC-Espana Revista de Economia Publica, Social y Cooperativa**, n. 96, p. 253–280, 2019.

PONTES, A. T.; ANGELO, A. C. M. Utilização da Avaliação do Ciclo de Vida no Contexto da Economia Circular: uma Revisão de Literatura. **Sistemas & Gestão**, v. 14, p. 424–434, 2019.

POWELL, R. A.; SINGLE, M. Methodology Matters-V Focus Groups. **International Journal for Quality in Health Care**, v. 8, n. 5, p. 499–504, 1996.

PREUSS, L. Addressing sustainable development through public procurement: The case of local government. **Supply Chain Management**, v. 14, n. 3, p. 213–223, 2009.

PULLMAN, M.; WIKOFF, R. Institutional sustainable purchasing priorities: Stakeholder perceptions vs environmental reality. **International Journal of Operations and Production Management**, v. 37, n. 2, p. 162–181, 2017.

RIGAMONTI, L. et al. Life cycle costing of energy recovery from solid recovered fuel produced in MBT plants in Italy. **Waste Management**, v. 99, p. 154–162, 2019.

RUPARATHNA, R.; HEWAGE, K. Sustainable procurement in the Canadian construction industry: Current practices, drivers and opportunities. **Journal of Cleaner Production**, v. 109, p. 305–314, 2015.

SALA, S. et al. Research needs and challenges from science to decision support. Lesson learnt from

the development of the international reference life cycle data system (ILCD) recommendations for life cycle impact assessment. **Sustainability**, v. 4, n. 7, p. 1412–1425, 2012.

SALA, S.; FARIOLI, F.; ZAMAGNI, A. Life cycle sustainability assessment in the context of sustainability science progress (part 2). **International Journal of Life Cycle Assessment**, v. 18, n. 9, p. 1686–1697, 2013a.

\_\_\_\_\_. Progress in sustainability science: Lessons learnt from current methodologies for sustainability assessment: Part 1. **International Journal of Life Cycle Assessment**, v. 18, n. 9, p. 1653–1672, 2013b.

SANCHEZ, S. A.; ECKELMAN, M. J.; SHERMAN, J. D. Environmental and economic comparison of reusable and disposable blood pressure cuffs in multiple clinical settings. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 155, n. December 2019, p. 104643, 2020.

SANTOS, P. R.; CURO, R. S. G.; BELDERRAIN, M. C. N. Aplicação do mapa cognitivo a um problema de decisão do setor aeroespacial de defesa do Brasil. **Journal of Aerospace Technology and Management**, v. 3, n. 2, p. 215–226, 2011.

SCHRAMM, V. B.; SCHRAMM, F. An Approach for Supporting Problem Structuring in Water Resources Management and Planning. **Water Resources Management**, v. 32, n. 9, p. 2955–2968, 2018.

SEURING, S.; MÜLLER, M. From a literature review to a conceptual framework for sustainable supply chain management. **Journal of Cleaner Production**, v. 16, n. 15, p. 1699–1710, 2008.

SHI, J. et al. Life Cycle Assessment: State of the Art and Future Perspectives. **Recent Patents on Mechanical Engineering**, v. 8, n. 3, p. 211–221, 2015.

SILVA, G. F. P. da; BELDERRAIN, M. C. N. Prioritization of strategic initiatives in the context of natural disaster prevention. **Brazilian Journal of Operations & Production Management**, v. 16, n. 3, p. 473–489, 2019.

SOARES, R. M. B. S. Ambiente e práticas de sustentabilidade : Implementação da agenda ambiental na administração pública (A3P) como estratégia de gestão ambiental. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental**, p. 44–50, 2019.

SOFIYESSI, E. Agro-industrial supply chain development with cluster system approach: A systematic literature review and future research. **International Journal of Supply Chain Management**, v. 8, n. 4, p. 60–71, 2019.

SONMEZ, M. A Review and Critique of Supplier Selection Process and Practices. **Loughborough University. Occasional Paper Series**, p. 34, 2006.

SOUZA, R. G. et al. Definition of sustainability impact categories based on stakeholder perspectives. **Journal of Cleaner Production**, v. 105, p. 41–51, 2015.

\_\_\_\_\_. **Modelling and Sustainability Assessment of Waste Management Systems Based on Multiple Stakeholders' Perspectives**. 2014. Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2014.

SVENSSON, G. Supplier segmentation in the automotive industry: A dyadic approach of a managerial model. **International Journal of Physical Distribution & Logistics Management**, v. 34, n. 1, p. 12–38, 2004.

TING, S. C.; CHO, D. I. An integrated approach for supplier selection and purchasing decisions. **Supply Chain Management**, v. 13, n. 2, p. 116–127, 2008.

TONINI, D. et al. Quantitative sustainability assessment of household food waste management in the Amsterdam Metropolitan Area. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 160, n. March, p. 104854, 2020.

TRIGO, A. M. et al. Environmental change in sustainable management approach in Brazilian public education: Multiple case study. **Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management**, v. 2017, n. OCT, p. 1046–1055, 2017.

TURNER, I. et al. Building an ILCD/EcoSPOLD2–compliant data-reporting template with application to Canadian agri-food LCI data. **The International Journal of Life Cycle Assessment**, 2020.

UNEP/SETAC. **Guidelines for social life cycle assessment of products**. [S.l.: s.n.], 2009.

\_\_\_\_\_. **The methodological sheets for sub-categories in Social Life Cycle Assessment (SLCA)**. [S.l: s.n.], 2013. v. 29.

\_\_\_\_\_. **Towards a Life Cycle Sustainability Assessment**. [S.l: s.n.], 2011.

VAN KEMPEN, E. A. et al. Using life cycle sustainability assessment to trade off sourcing strategies for humanitarian relief items. **International Journal of Life Cycle Assessment**, v. 22, n. 11, p. 1718–1730, 2017.

WALKER, H. et al. Sustainable procurement: Past, present and future. **Journal of Purchasing and Supply Management**, v. 18, n. 4, p. 201–206, 2012.

WALKER, H.; BRAMMER, S. Sustainable procurement in the United Kingdom public sector. **Supply Chain Management**, v. 14, n. 2, p. 128–137, 2009.

\_\_\_\_\_. The relationship between sustainable procurement and e-procurement in the public sector. **International Journal of Production Economics**, v. 140, n. 1, p. 256–268, 2012.

WALKER, H.; PHILLIPS, W. Sustainable procurement: Emerging issues. **International Journal of Procurement Management**, v. 2, n. 1, p. 41–61, 2009.

WARIS, M. et al. An application of analytic hierarchy process (ahp) for sustainable procurement of construction equipment: Multicriteria-based decision framework for malaysia. **Mathematical Problems in Engineering**, v. 2019, 2019.

WOLFSLEHNER, B.; VACIK, H. Mapping indicator models: From intuitive problem structuring to quantified decision-making in sustainable forest management. **Ecological Indicators**, v. 11, n. 2, p. 274–283, 2011.

ZAMAGNI, A. Life Cycle Sustainability Assessment. **Int J Life Cycle Assess**, p. 1–13, 2012.

ZHANG, W.; GU, F.; GUO, J. Can smart factories bring environmental benefits to their products?: A case study of household refrigerators. **Journal of Industrial Ecology**, v. 23, n. 6, p. 1381–1395, 2019.

## Apêndice 1 - Lista de artigos da avaliação sistemática de literatura

#	Título	Autores	Revista	Ano
1	Environmental and economic comparison of reusable and disposable blood pressure cuffs in multiple clinical settings	Sarah A. Sanchez, Matthew J. Eckelmanb, Jodi D. Sherman	Resources, Conservation & Recycling	2020
2	Communication through ecolabels: how discrepancies between the EU PEF and EPD schemes could affect outcome consistency	Adriana Del Borghi; Luca Moreschi; Michela Gallo	The International Journal of Life Cycle Assessment	2020
3	A holistic approach to supplier evaluation and order allocation towards sustainable procurement	Tritos Laosirihongthong; Premaratne Samaranayake; Sev Nagalingam	Benchmarking	2019
4	Tendencies in contractual governance to promote human and labour rights in transnational supply chains	Katerina Mitkidis; Sonja Perkovic; Panagiotis Mitkidis	Competition and Change	2019
5	Environmental sustainability for highways operation: Comparative analysis of plastic and steel screen anti-glare systems	Edivan Cherubini, Guilherme Marcelo Zanghelini, Decio Piemonte, Natalia Batistucci Muller, Ricardo Dias, Yuki Hamilton Onda Kabe, Jorge Soto	Journal of Cleaner Production	2019
6	Can smart factories bring environmental benefits to their products?	Wujie Zhang, Fu Gu, Jianfeng Guo	Journal of Industrial Ecology	2019
7	Life cycle assessment of forest-based biomass for bioenergy: A case study in British Columbia, Canada	Jan Moritz Maier, Taraneh Sowlatia, James Salazar	Resources, Conservation & Recycling	2019
8	Responsible public procurement. Design of measurement indicators	Herenia Gutiérrez Ponce; M <sup>a</sup> Teresa NevadoGil; María Pache Durán	Rev. Economía Pública, Social y Cooperativa	2019
9	The application of life cycle assessment (LCA) in municipal solid waste management: A comparative study on street sweeping services	Irene Bartolozzi, Elena Baldereschi, Tiberio Daddi, Fabio Iraldo	Journal of Cleaner Production	2018
10	An environmental Life Cycle Assessment of rooftop solar in Bangkok, Thailand	John Eskew, Meredith Ratledge, Michael Wallace, Shabbir H. Gheewala, Pattana Rakkwamsuk	Renewable Energy	2018

11	Unveiling barriers to sustainable public procurement in emerging economies: Evidence from a leading sustainable supply chain initiative in Latin America	Diego Delmonico; Charbel Jose Chiappetta Jabbour; Susana Carla Farias Pereira; Ana Beatriz Lopes de Sousa Jabbour; Douglas William Scott Renwick; Antônio Márcio Tavares Thomé	Resources, Conservation & Recycling	2018
12	Social Life Cycle Approach as a Tool for Promoting the Market Uptake of Bio-Based Products from a Consumer Perspective	Pasquale Marcello Falcone, Enrica Imbert	Sustainability	2018
13	Public private partnerships: A possible alternative for delivery of infrastructure projects in Africa	Salim Bwanali; Pantaleo Rwelamila;	International Journal of Construction Supply Chain Management	2017
14	How to Obtain Forty Percent Less Environmental Impact by Healthy, Protein-Optimized Snacks for Older Adults	Henrik Saxe, Signe Loftager Okkels, Jørgen Dejgård Jensen	International Journal of Environmental Research and Public Health	2017
15	Environmental sustainability of agri-food supply chains: An LCA comparison between two alternative forms of production and distribution of endive in northern Italy	Andrea Luca Tasca, Simone Nessi, Lucia Rigamonti	Journal of Cleaner Production	2017
16	Prospective techno-economic and environmental assessment of carbon capture at a refinery and CO2 utilisation in polyol synthesis	Cora Fernández-Dacosta, Mijndert van der Speka, Christine Roxanne Hungb, Gabriel David Oregionnib, Ragnhild Skagestadc, Prashant Parihard, D.T. Gokakd, Anders Hammer Strømmanb, Andrea Ramireza	Journal of CO2 Utilization	2017
17	Supply chain risk to reward: Responsible procurement and the role of ecolabels	Kate Harris; Shaila Divakarla	Procedia Engineering	2017
18	Using life cycle sustainability assessment to trade off sourcing strategies for humanitarian relief items	Elisah Antonia van Kempen, Eirini Spiliotopoulou, Goran Stojanovski, Sander de Leeuw	The International Journal of Life Cycle Assessment	2017
19	Procuring a sustainable future: an action learning approach to the development and modelling of ethical and sustainable procurement practices	George Boak; Peter Watt; Jeff Gold; David Devins; Robert Garvey	Action Learning: Research and Practice	2016

20	The Process of Responsibility, Decoupling Point, and Disengagement of Moral and Social Responsibility in Supply Chains: Empirical Findings and Prescriptive Thoughts	David Eriksson; Goran Svensson	Journal of Business Ethics	2016
21	Reducing impacts from ammunitions: A comparative life-cycle assessment of four types of 9 mm ammunitions	Carlos Ferreira, José Ribeiro, Sara Almada, Traian Rotariu, Fausto Freire	Science of the Total Environment	2016
22	Analysis of key environmental areas in the design and labelling of furniture products: Application of a screening approach based on a literature review of LCA studies	Mauro Cordella, Carmen Hidalgo	Sustainable Production and Consumption	2016
23	10-year experience with the Thai national LCI database: case study of Brefinery products <sup>^</sup>	Kirana Chomkhamisri, Thumrongrut Mungcharoen, Chantana Yuvaniyama	The International Journal of Life Cycle Assessment	2016
24	Life cycle assessment of consumption choices: a comparison between disposable and rechargeable household batteries	Giovanni Dolci, Camilla Tua, Mario Grosso, Lucia Rigamont	The International Journal of Life Cycle Assessment	2016
25	A life cycle assessment model for evaluating the environmental impacts of building construction in Hong Kong	Ya Hong Dong, S. Thomas Ng	Building and Environment	2015
26	Life cycle and economic assessments of engineered osmosis and osmotic dilution for desalination of Haynesville shale pit water	Bryan D. Coday, Leslie Miller-Robbie, Edward G. Beaudry, Junko Munakata-Marr, Tzahi Y. Cath	Desalination	2015
27	Life cycle assessment as a decision support tool for bridge procurement: environmental impact comparison among five bridge designs	Guangli Du, Mohammed Safi, Lars Pettersson, Raid Karoumi	The International Journal of Life Cycle Assessment	2014
28	Low carbon procurement: An emerging agenda.	Fernando Correia; Mickey Howard; Beverley Hawkins; Annie Pye; Richard Lamming	Journal of Purchasing and Supply Management	2013
29	Comparing environmental impacts of additive manufacturing vs traditional machining via life-cycle assessment	Jeremy Faludi, Cindy Bayley, Suraj Bhogal, Myles Iribarne	Rapid Prototyping Journal	2013
30	Life cycle optimization of energy-intensive processes using eco-costs	Etienne Bernier, François Maréchal, Réjean Samson	The International Journal of Life Cycle Assessment	2013

31	The Importance of Normalization References in Interpreting Life Cycle Assessment Results	Junbeum Kim, Yi Yang, Junghan Bae, Sangwon Suh	Journal of Industrial Ecology	2012
32	Environmental assessment of cod ( <i>Gadus morhua</i> ) from autoline fisheries	Erik Svanes, Mie Vold, Ole Jørgen Hanssen	The International Journal of Life Cycle Assessment	2011
33	Restaurant and food service life cycle assessment and development of a sustainability standard	Cheryl Baldwin, Nana Wilberforce, Amit Kapur	The International Journal of Life Cycle Assessment	2011
34	Evaluating the sustainability impacts of packaging: the plastic carry bag dilemma	Helen Lewis, Karli Verghese, Leanne Fitzpatrick	Packaging Technology and Science	2010
35	Simplified tools for global warming potential evaluation: when 'good enough' is best	Alba Bala, Marco Raugei, Gabriela Benveniste, Cristina Gazulla, Pere Fullana-i-Palmer	The International Journal of Life Cycle Assessment	2010
36	Addressing sustainable development through public procurement: The case of local government	Lutz Preuss	Supply Chain Management	2009
37	Life Cycle Impact Assessment Weights to Support Environmentally Preferable Purchasing in the United States	Thomas Gloria, Barbara Lippiatt, Jennifer Cooper	Environmental, Science & Technology	2007
38	Life Cycle Assessment of a Personal Computer and its Effective Recycling Rate	Byung-Chul Choi, Hang-Sik Shin, Su-Yol Lee, Tak Hur	Korean Computer Industry	2006

## Apêndice 2 - Lista de especialistas e profissionais entrevistados

#	Nome (iniciais)	Instituição	Relevância para o problema em estudo	Modo de consulta	Relação com nós do mapa da Figura 19
1	D.D.	FEB/UNESP	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Doutorando em Engenharia de Produção com tema de pesquisa em Sustentabilidade Social, Logística e Índices de Tráfego pela FEB/UNESP;</li> <li>- Mestre em Engenharia de Produção, com tema de pesquisa em Compras Sustentáveis pela FEB/UNESP;</li> <li>- Autor de artigo publicado na <i>Resources, Conservation &amp; Recycling</i> em 2018, tratando de barreiras às compras públicas sustentáveis no Brasil;</li> </ul>	e-mail	5; 9; 13
2	L. M.	Secretaria da Educação da Prefeitura Municipal de São José dos Campos-SP	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Doutorando em Educação Ambiental;</li> <li>- Envolvimento na condução dos trabalhos de divulgação e educação em Compras Sustentáveis e das políticas da A3P no município de São José dos Campos-SP;</li> <li>- Organizador de eventos de disseminação e estruturação de compras públicas sustentáveis para a prefeitura de São José dos Campos-SP.</li> </ul>	Entrevista	9; 12; 13
3	T. V.	Câmara Nacional de Sustentabilidade da Advocacia Geral da União	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Doutora em Ciência Ambiental;</li> <li>- Coordenadora da Câmara Nacional de Sustentabilidade da Advocacia Geral da União;</li> <li>- Especialista em legislação pública de compras;</li> <li>- Filósofa; Advogada da União; Conferencista; Professora e Escritora.</li> <li>- Autora do livro "Licitações Sustentáveis no Brasil" (Fórum, 2019);</li> <li>- Livros como co-coordenadora: "Panorama de Licitações Sustentáveis: direito e gestão pública" (FÓRUM, 2014); "Licitações e Contratações Públicas Sustentáveis" (FÓRUM, 2011).</li> </ul>	Entrevista	1; 2; 3; 5; 6; 7; 8; 9

4	L. B.	EAESP/FGV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Doutora e pesquisadora em Sustentabilidade do Consumo e Produção;</li> <li>- Mestre em Direito Ambiental pela <i>Universidad Complutense de Madrid</i>;</li> <li>- Revisora de periódicos nacionais e internacionais;</li> <li>- Coordenadora da dimensão natureza do produto do Índice de Sustentabilidade Empresarial - FGV e Bovespa-B3.</li> <li>- Consultora externa na <i>World Resources Institution</i> Brasil (WRI) nos temas Mudanças Climáticas, florestas e governança, democracia ambiental e consumo;</li> <li>- Conselheira do IDEC (Instituto de Defesa do Consumidor)</li> <li>- Professora convidada em cursos de pós graduação stricto sensu em Gestão para a Competitividade na linha de <i>gestão de supply chain</i> junto à FGV/EAESP e pós graduação lato sensu junto ao IDE - Instituto de Desenvolvimento Educacional da FGV, FIA, St. Paul e PUC-COGEAE nos temas de Sustentabilidade e consumo e produção sustentável, onde aborda o uso da LCA em Compras Sustentáveis;</li> <li>- Autora dos livros “Compra sustentável: A força do consumo público e empresarial para uma economia verde e inclusiva” (2012) e “Poder público e consumo de madeira: Desafios e alternativas para a gestão responsável da madeira amazônica” (2011).</li> </ul>	Entrevista	1; 3; 4; 5; 6; 7; 8; 9; 11
5	D. C.	Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente do Governo do Estado de São Paulo	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Especialista em Direito Público pela Escola Superior da OAB/SP com foco em Sustentabilidade e Políticas Públicas;</li> <li>- Experiência profissional de 17 anos na Administração Pública, sendo os 12 últimos na área de Sustentabilidade, incluindo Licitações e Contratações Públicas Sustentáveis, Produção e Consumo Sustentáveis, Gestão de Resíduos, Rotulagem Ambiental e Economia Circular;</li> <li>- Palestrante e Professora em cursos e treinamentos nas áreas de Licitações e Contratos Públicos e Sustentabilidade;</li> <li>- Executiva na Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente do Governo do Estado de São Paulo;</li> <li>- Experiência de Consultora na ONU nos anos de 2016 e 2017 em parceria com Governo Federal Brasileiro para elaboração de critérios de sustentabilidade em compras;</li> </ul>	Entrevista	1; 2; 3; 5; 6; 12; 13

6	C. T.	ABNT	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mestre em Metrologia e Qualidade com a dissertação: “O Mercado Voluntário de Carbono no Brasil: Oportunidades de Negócios para Organismos de Validação e Verificação de Gases de Efeito Estufa”;</li> <li>- MBA em Gestão da Qualidade, Saúde Ocupacional, Segurança e Meio Ambiente;</li> <li>- Analista de Sustentabilidade e Certificação Ambiental da ABNT;</li> <li>- 8 anos de experiência em Sistemas de Gestão, atuando em Projetos de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação aplicados à Sustentabilidade;</li> <li>- Experiência na gestão de programas de sustentabilidade;</li> <li>- Experiência técnica em homologação de fornecedores;</li> <li>- Experiência em coordenação de comitês técnicos da ABNT;</li> </ul>	Entrevista	10; 4
7	R. R.	FIRJAN	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mestranda do Programa de Práticas de Desenvolvimento Sustentável pela UFRRJ;</li> <li>- MBA em Gestão Ambiental;</li> <li>- Analista de meio ambiente na Gerência de Sustentabilidade da Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro (FIRJAN), onde trabalha com Gestão Ambiental, Produção e Consumo Sustentáveis, Obrigações Ambientais, Diversidade e ODS.</li> <li>- Atuou na área de auditoria e certificações ambientais de empresas e produtos: Auditora líder de Sistema de Gestão Ambiental (ISO 14001), Rótulo Ecológico da ABNT (Rotulagem Ambiental Tipo I), Verificadora líder de Inventários Corporativos de Gases de Efeito Estufa.</li> <li>- Trabalhou com o Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID) em projetos de fomento à gestão de gases de efeito estufa no Brasil e sobre eficiência energética e financiamento verde.</li> </ul>	Entrevista	10; 11; 12; 13
8	A.J.	Ministério da Economia do Governo Federal Brasileiro	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Especialização, Mestrado e Doutorado em Desenvolvimento Sustentável pela UNB;</li> <li>- Analista do Ministério da Economia desde 2001 (antes: Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio);</li> <li>- Experiência em critérios de sustentabilidade para compras sustentáveis por meio de rotulagem;</li> <li>- Experiência em projetos de cooperação com União Europeia, ABNT e ONU em rotulagem ambiental para acesso facilitado de produtos sustentáveis brasileiros nos mercados externos;</li> </ul>	Entrevista	4; 5; 9; 10;

9	T. C.	Felsberg Advogados	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Doutor em direito ambiental pela Universidade de Bremen (Alemanha) e pela Universidade de São Paulo (USP) com pesquisa em gerenciamento de áreas contaminadas;</li> <li>- Advogado com experiência nacional e internacional em regulação de produtos (incluindo economia circular e avaliação de ciclo de vida), gestão de resíduos e gerenciamento de áreas contaminadas.</li> </ul>	Entrevista	1; 3;
10	P. O.	Jardim Botânico do Rio de Janeiro	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Coordenador da Comissão de Sustentabilidade do Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro (JBRJ), órgão do Ministério do Meio Ambiente (MMA);</li> <li>- Experiência pioneira em Compras Sustentáveis no Brasil, com trabalhos em especificação e cadastramento de materiais sustentáveis;</li> </ul>	Entrevista	9; 11; 12; 13;

### Apêndice 3 - Mapas cognitivos parciais elaborados a partir das fontes bibliográficas.

Figura 24: Mapa de Impacto Ambiental. Elaborado a partir das fontes: Documentos de LCSA, Manual ILCD, Norma ISO 14.040 e Artigos Científicos.

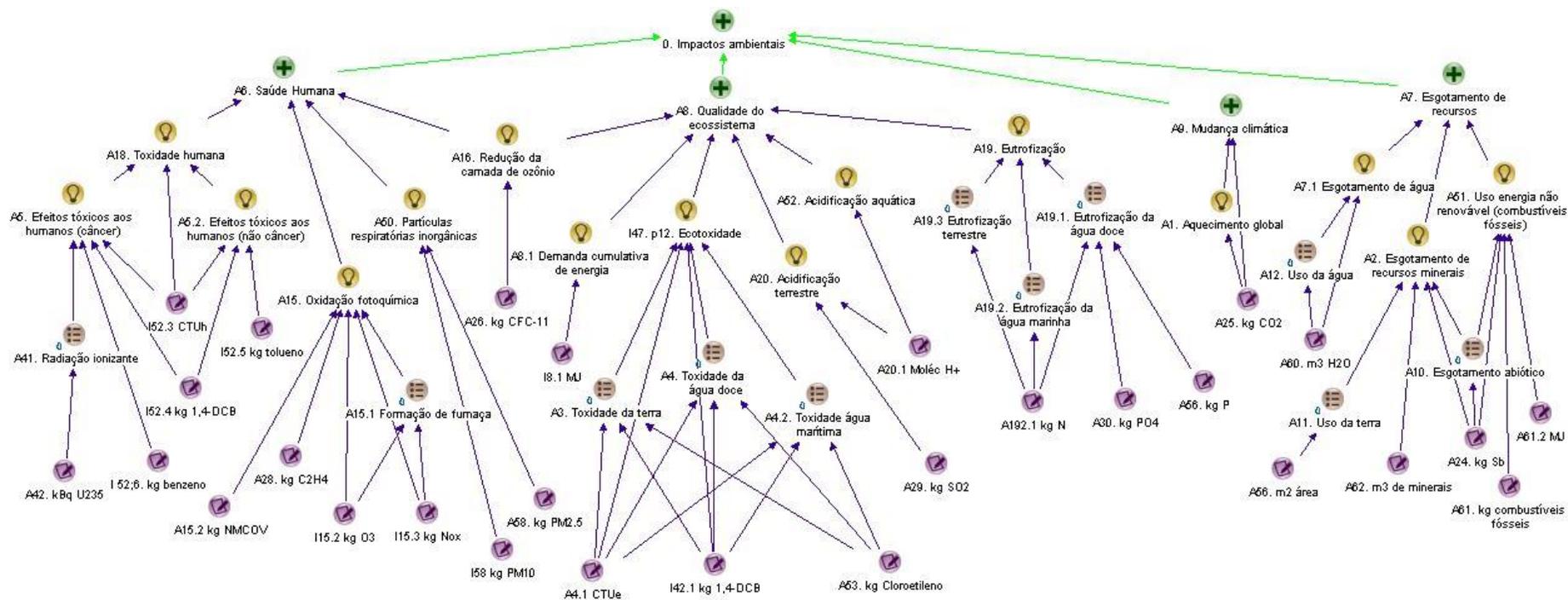


Figura 25: Mapa de Impacto de Custo. Elaborado a partir das fontes: Documentos de LCSA e Artigos Científicos.

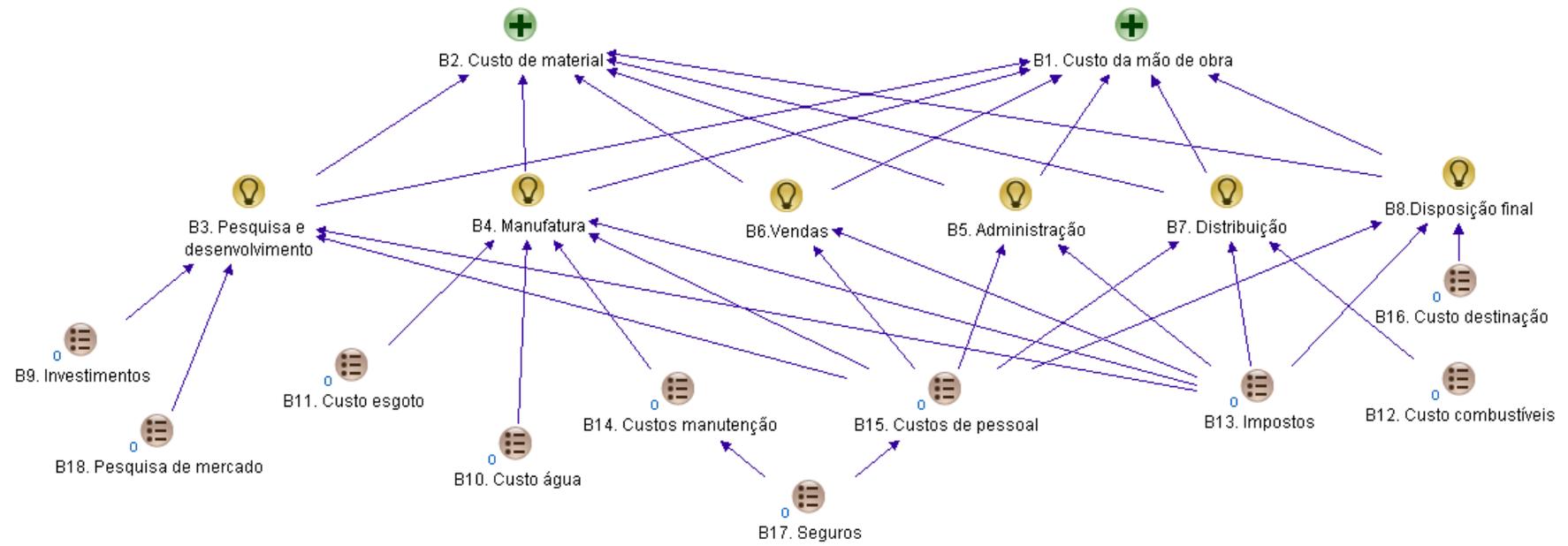


Figura 26: Mapa de Impacto Social: dano ao trabalhador. Elaborado a partir das fontes: Documentos de LCSA e Artigos Científicos.

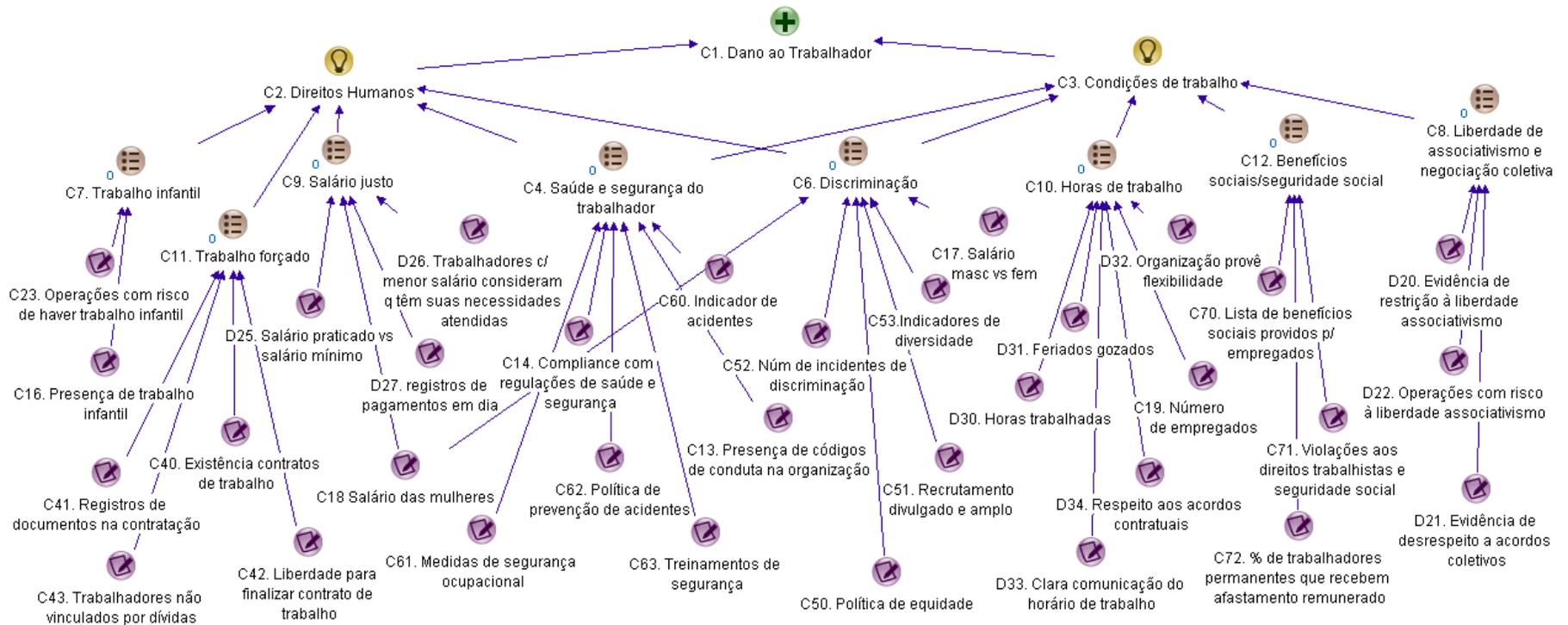


Figura 27: Mapa de Impacto Social: dano ao consumidor. Elaborado a partir das fontes: Documentos de LCSA e Artigos Científicos.

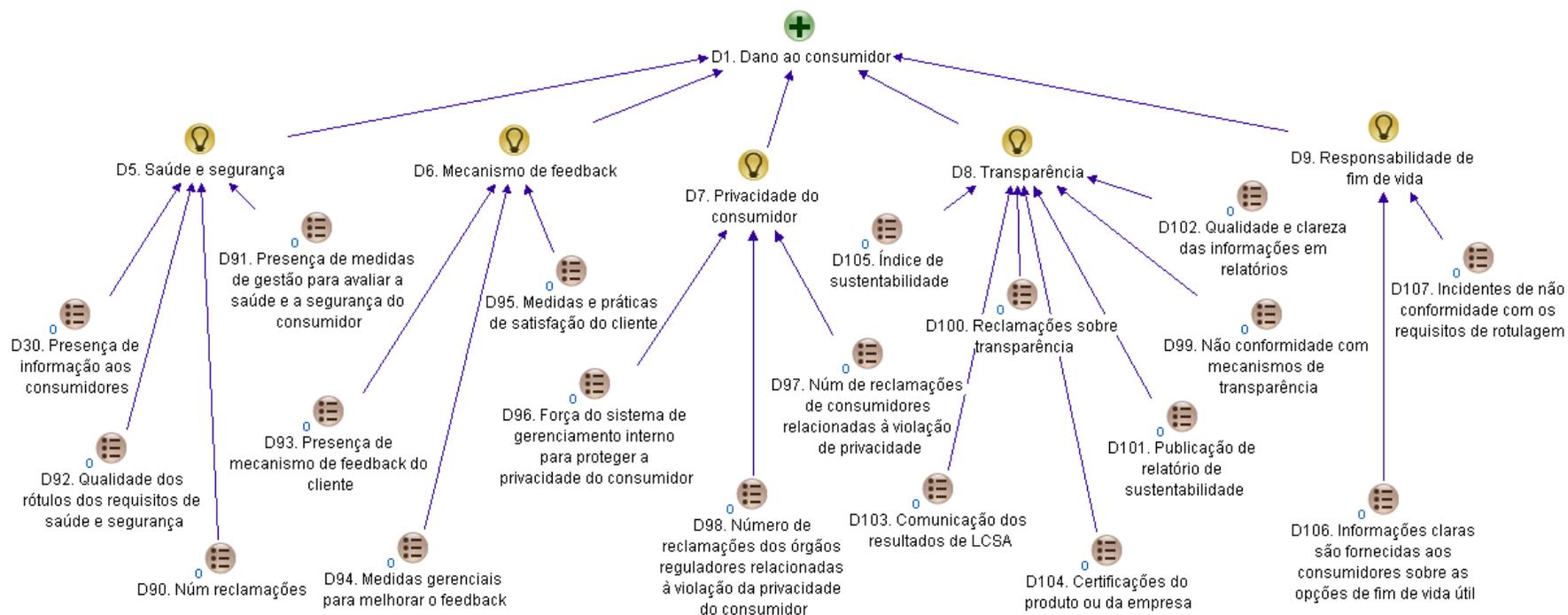


Figura 28: Mapa de Impacto Social: dano à comunidade local. Elaborado a partir das fontes: Documentos de LCSA e Artigos Científicos.

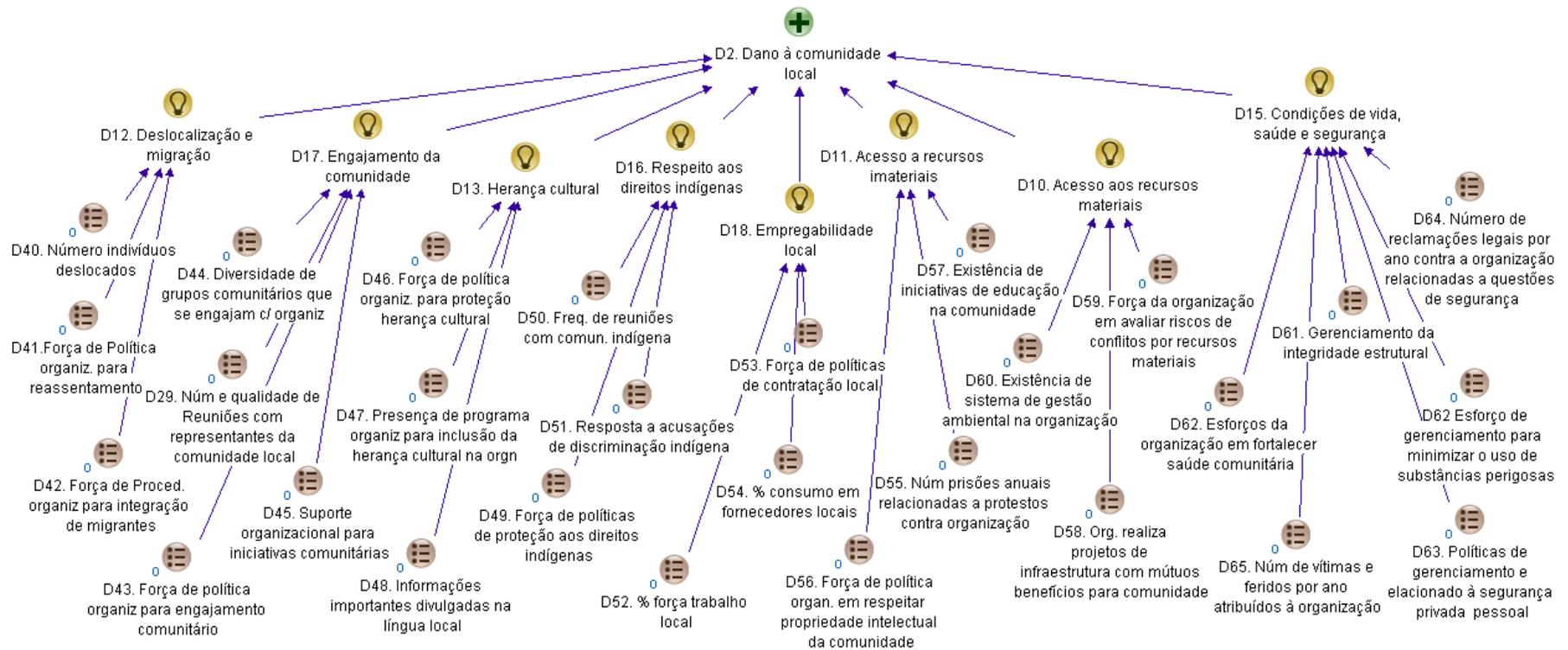


Figura 29: Mapa de Impacto Social: dano à sociedade. Elaborado a partir das fontes: Documentos de LCSA e Artigos Científicos.

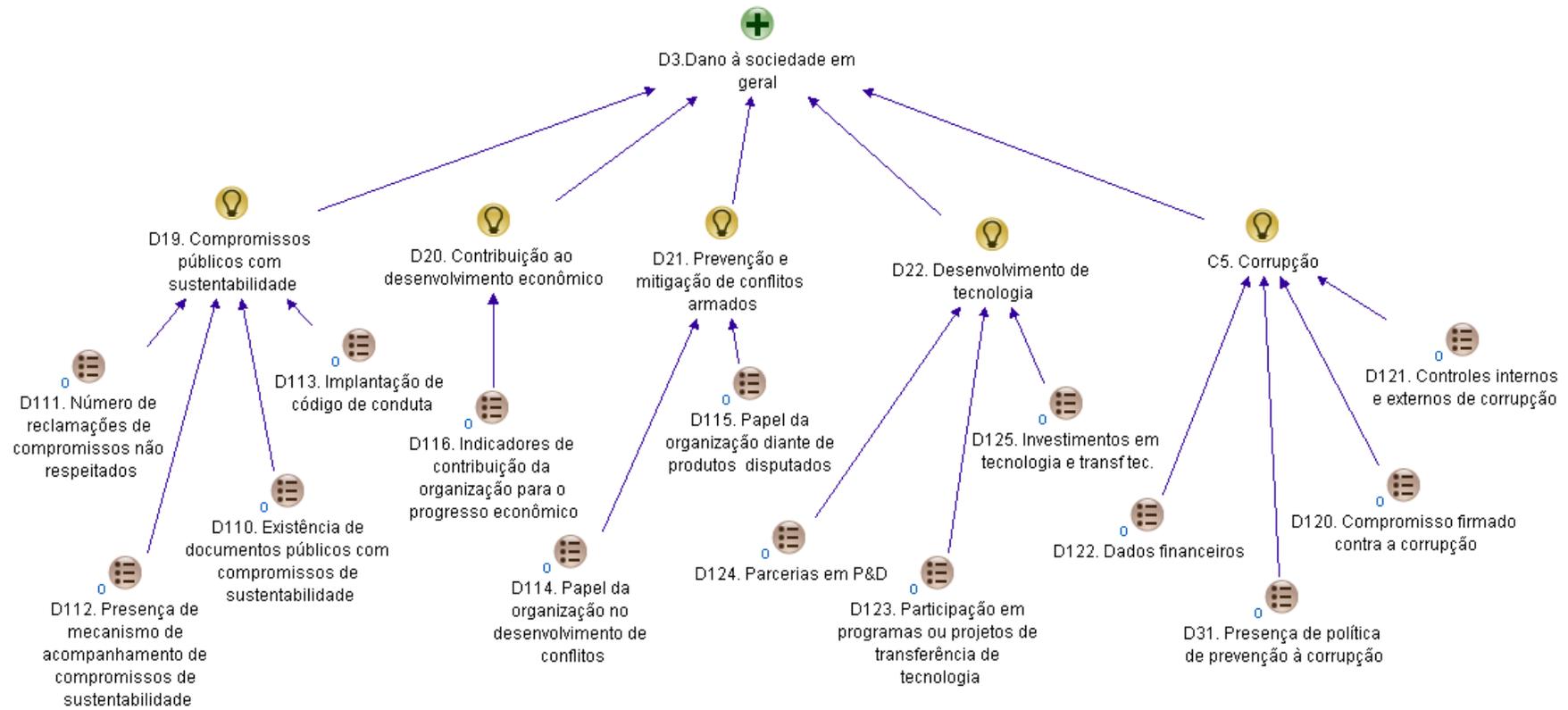


Figura 30: Mapa de Impacto Social: dano a outros atores da cadeia. Elaborado a partir das fontes: Documentos de LCSA e Artigos Científicos.

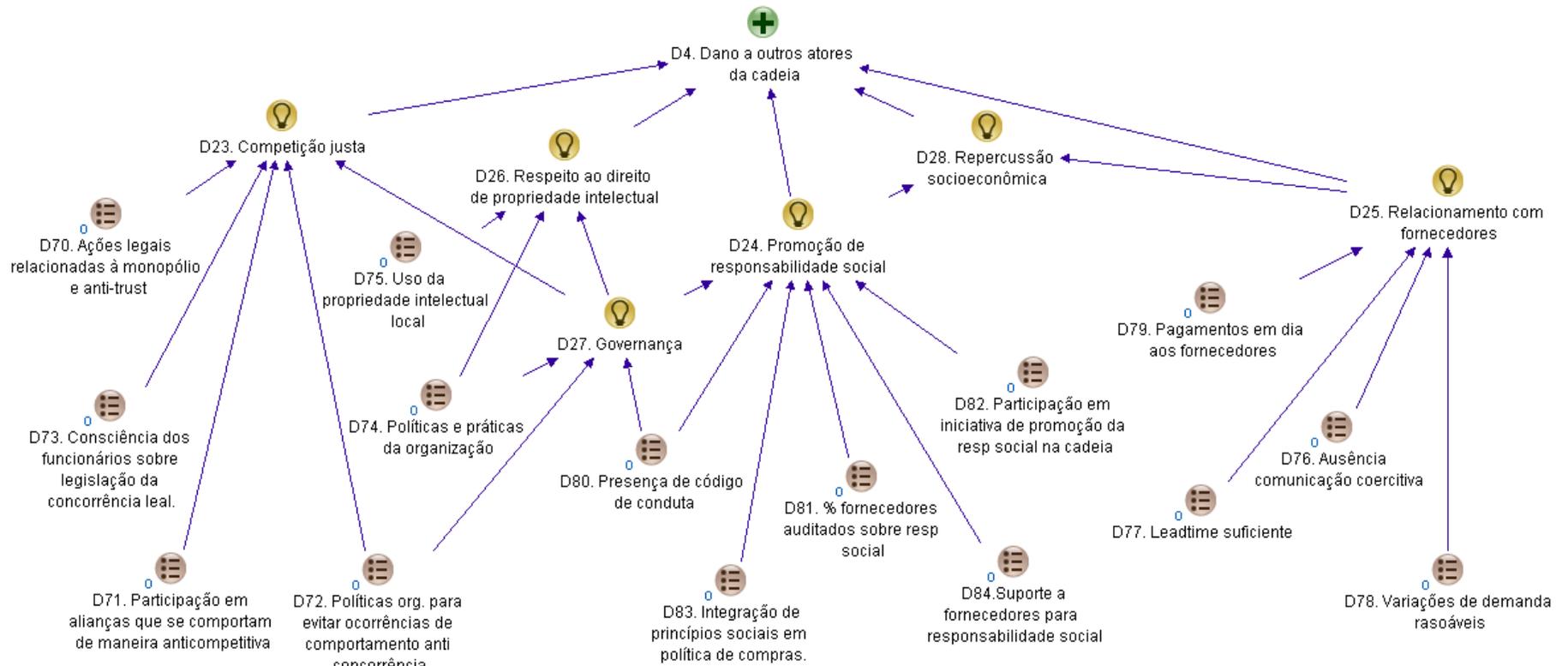


Figura 31: Mapa de impacto de sustentabilidade. Elaborado a partir da fonte: NBR ISO 20.400.

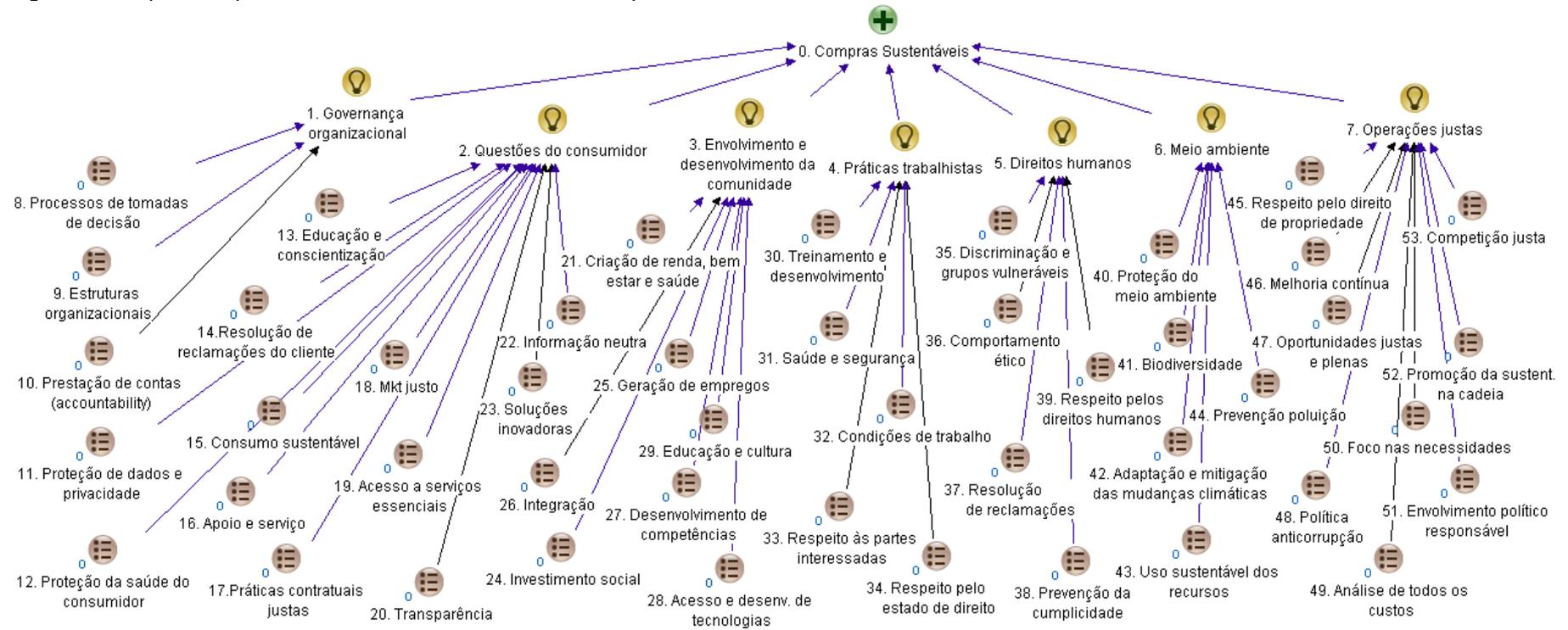


Figura 32. Mapa de impacto de sustentabilidade. Elaborado a partir das fontes: Documentos da ICLEI.

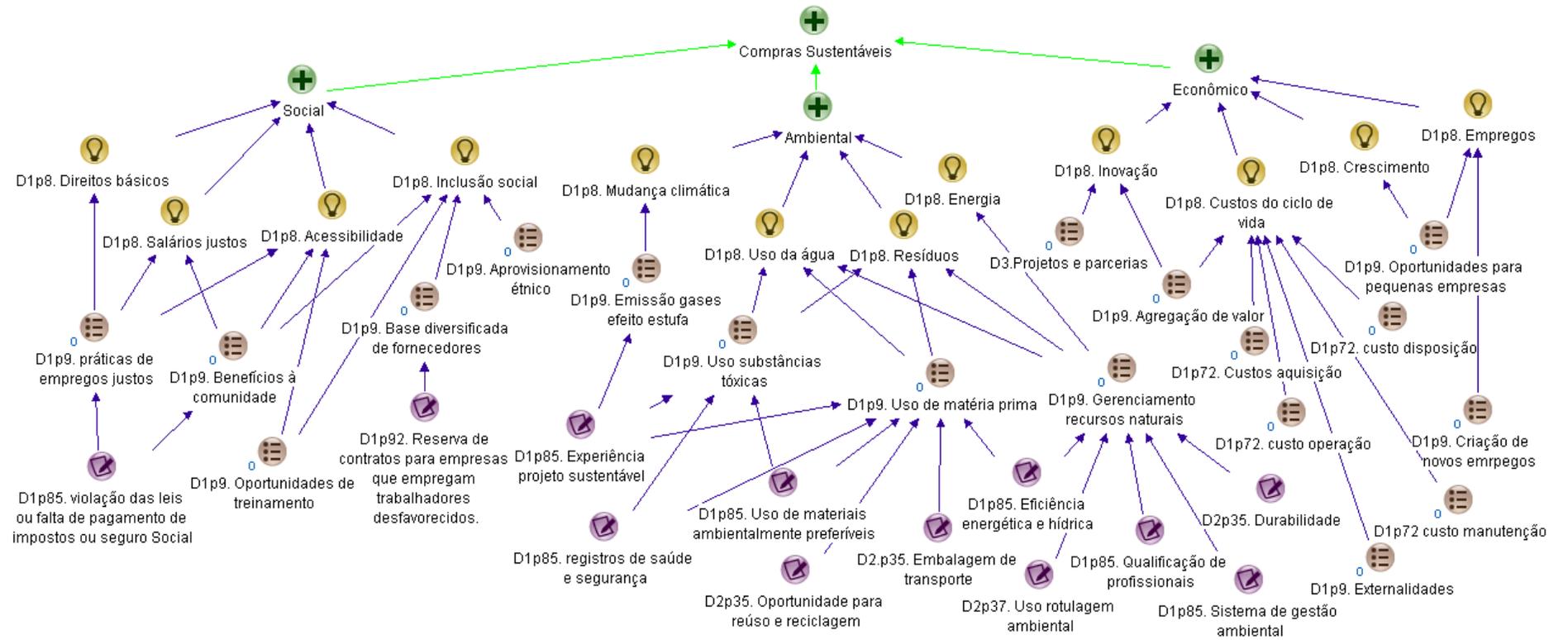
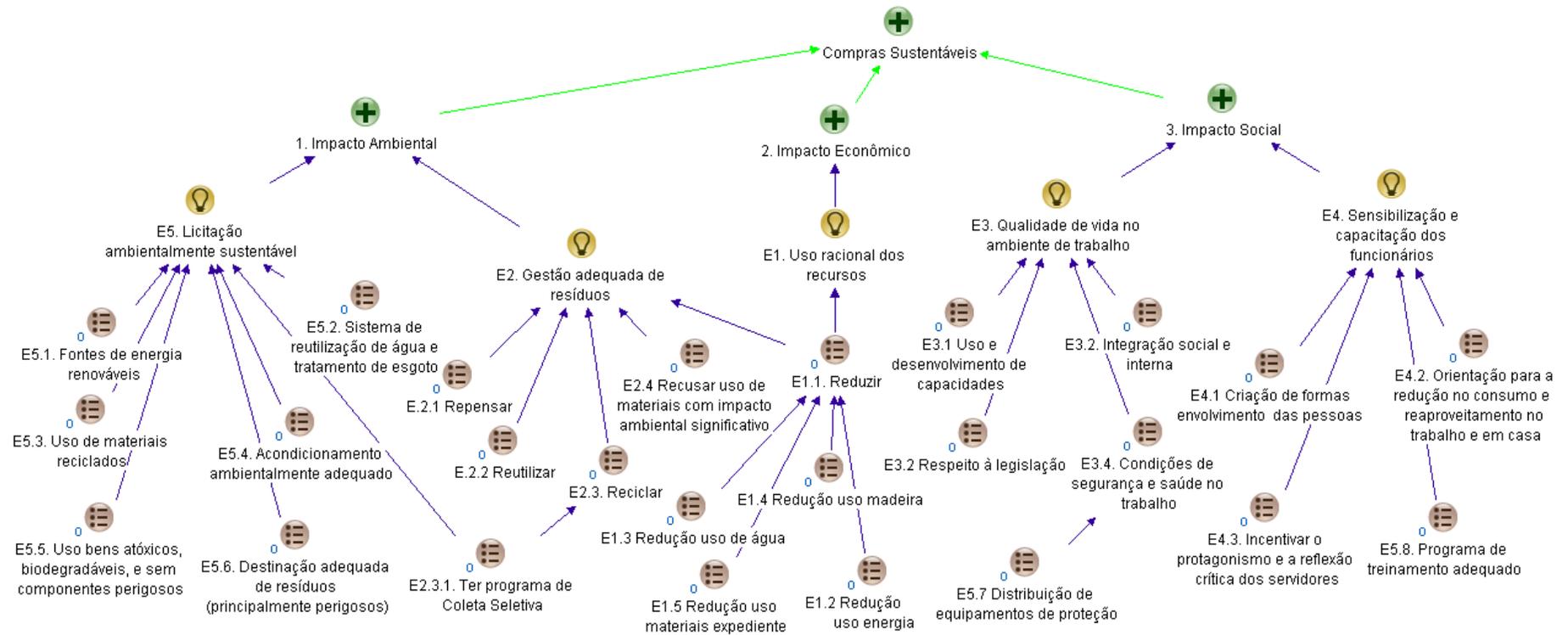


Figura 33. Categorias de Impacto de sustentabilidade. Elaborado a partir da fonte: Manual da A3P.



## Apêndice 4 - Mapas cognitivos elaborados a partir das entrevistas.

Figura 34: Mapa cognitivo de entrevista. Entrevistado: DD.

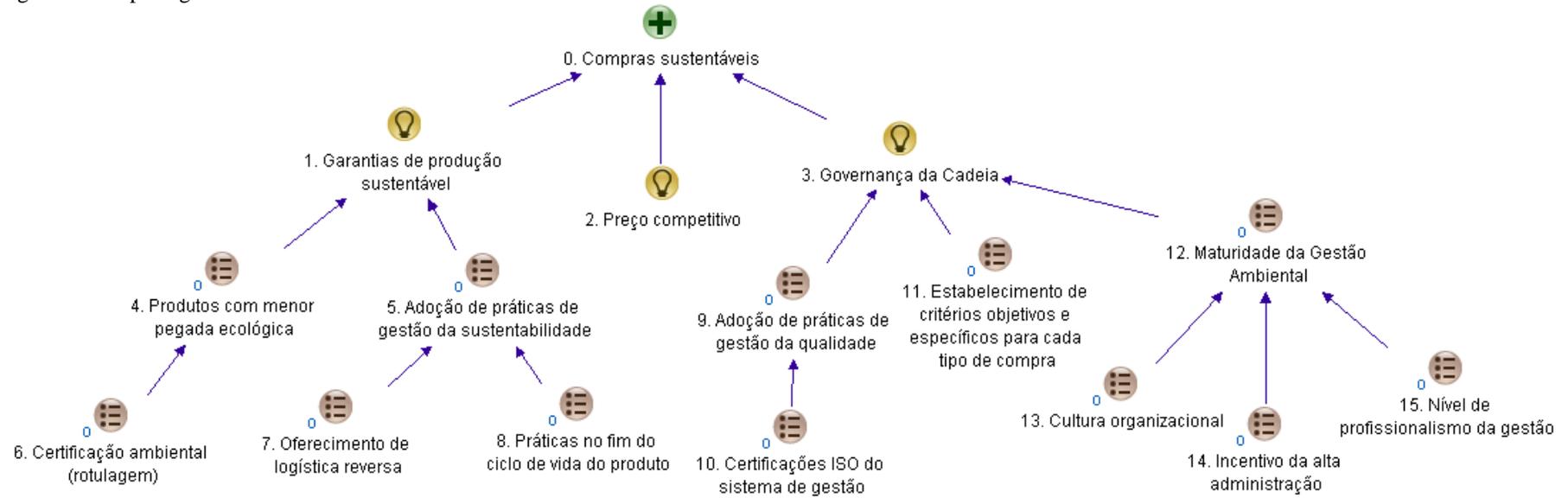


Figura 35: Mapa cognitivo de entrevista. Entrevistado: LM.

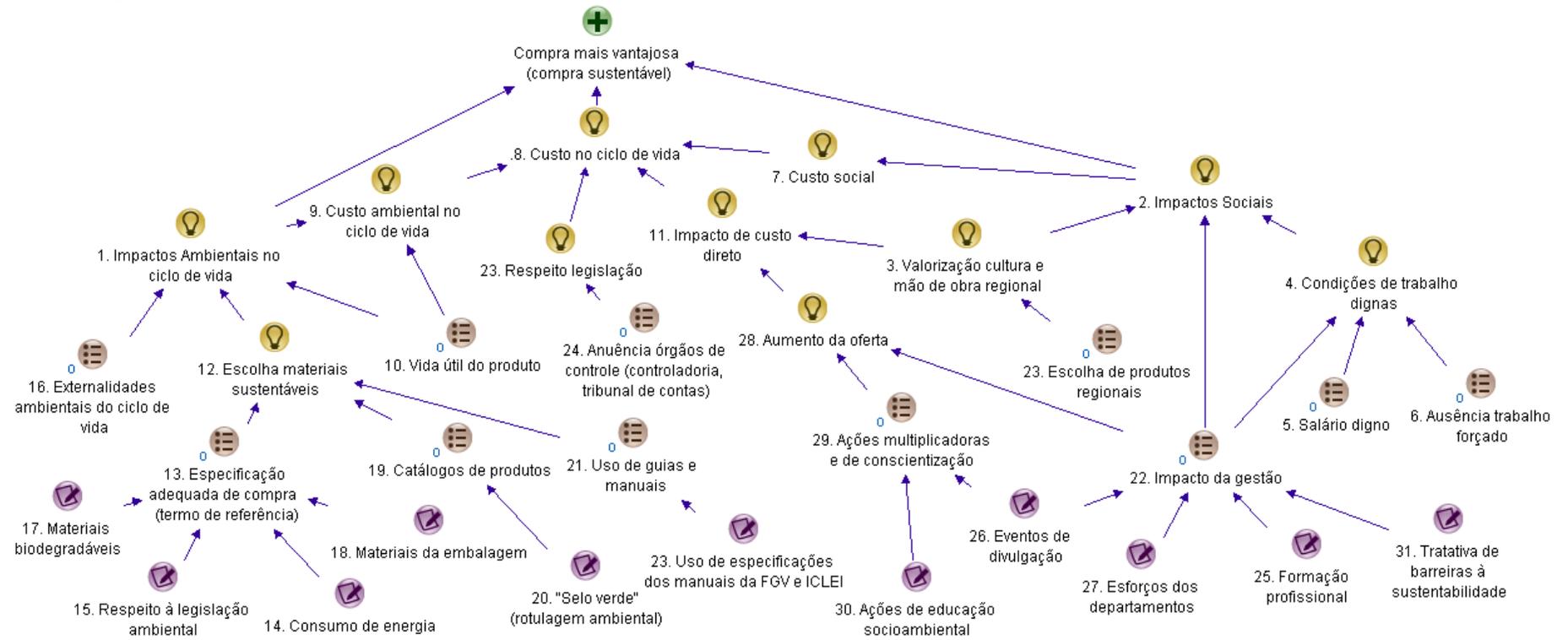


Figura 36: Mapa cognitivo de entrevista. Entrevistado: TV.

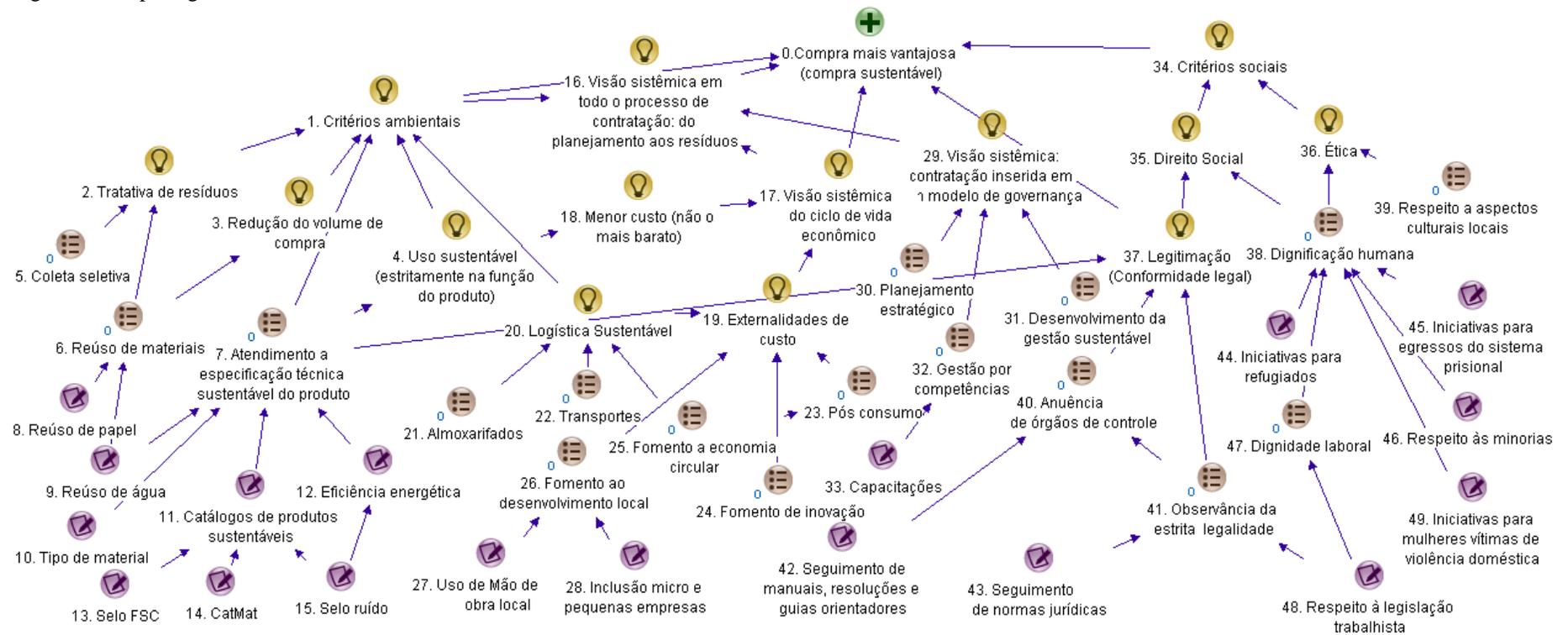


Figura 37: Mapa cognitivo de entrevista. Entrevistado: LB.

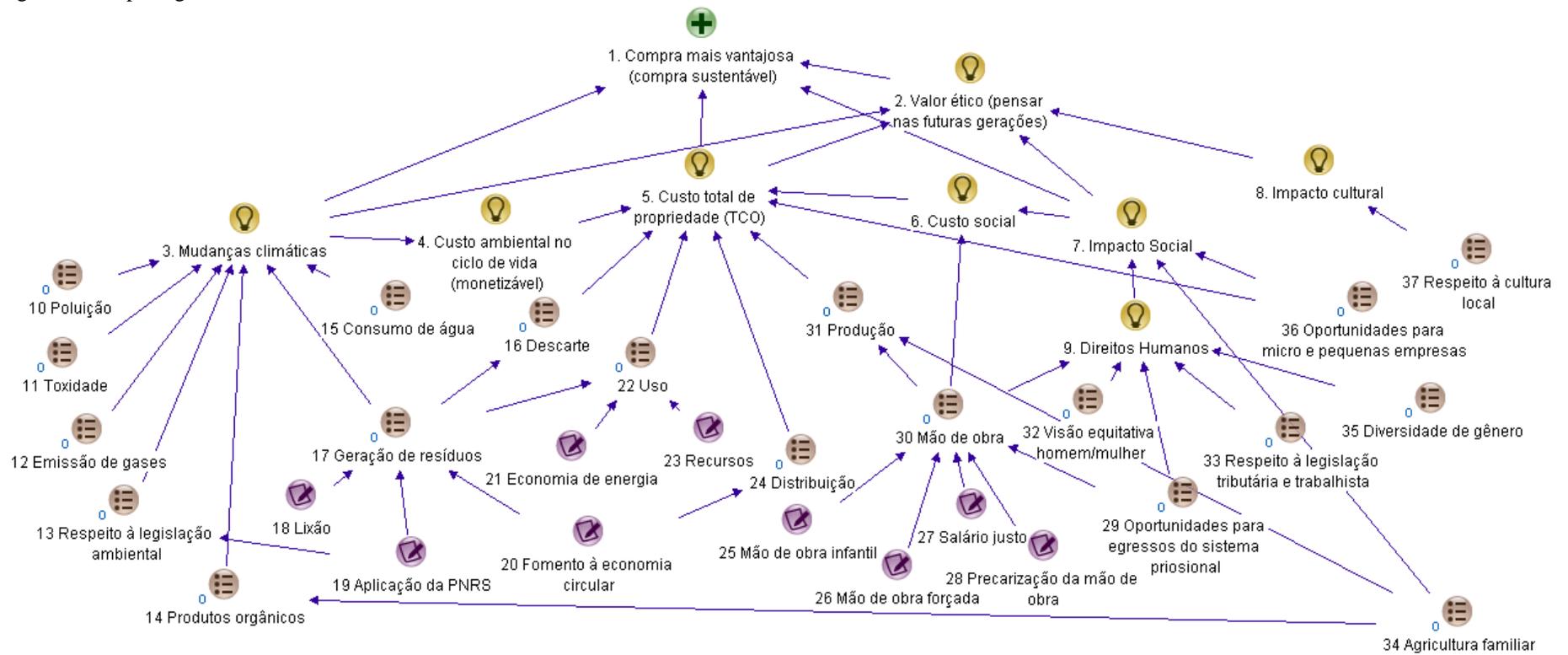


Figura 38: Mapa cognitivo de entrevista. Entrevistado: DC.

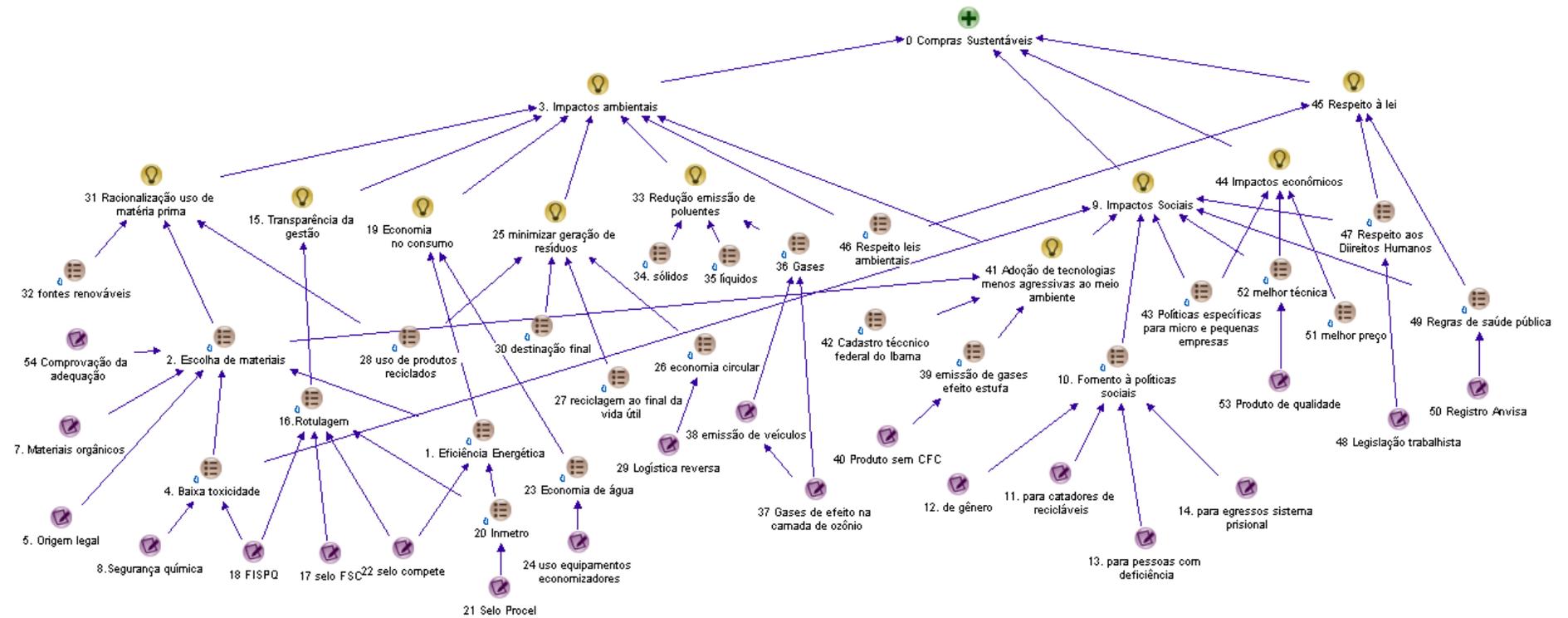


Figura 39: Mapa cognitivo de entrevista. Entrevistado: CT.

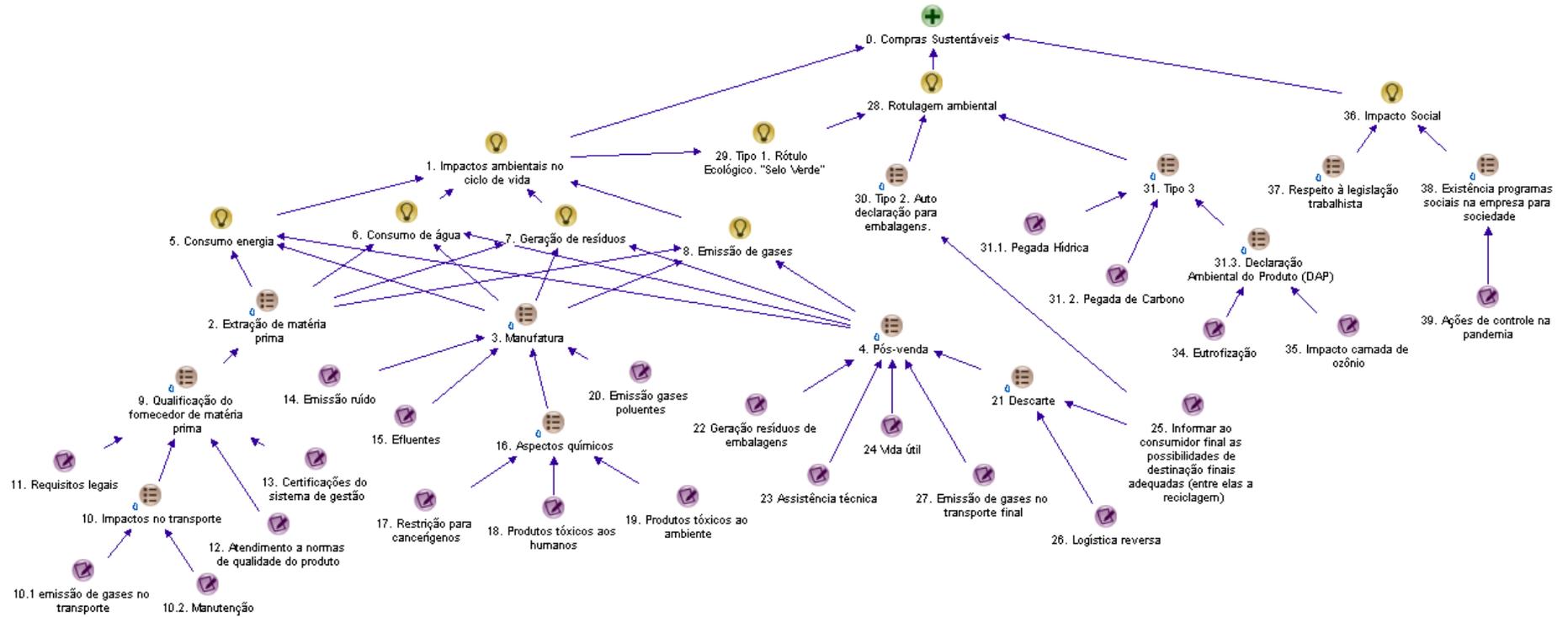


Figura 40: Mapa cognitivo de entrevista. Entrevistado: RR.

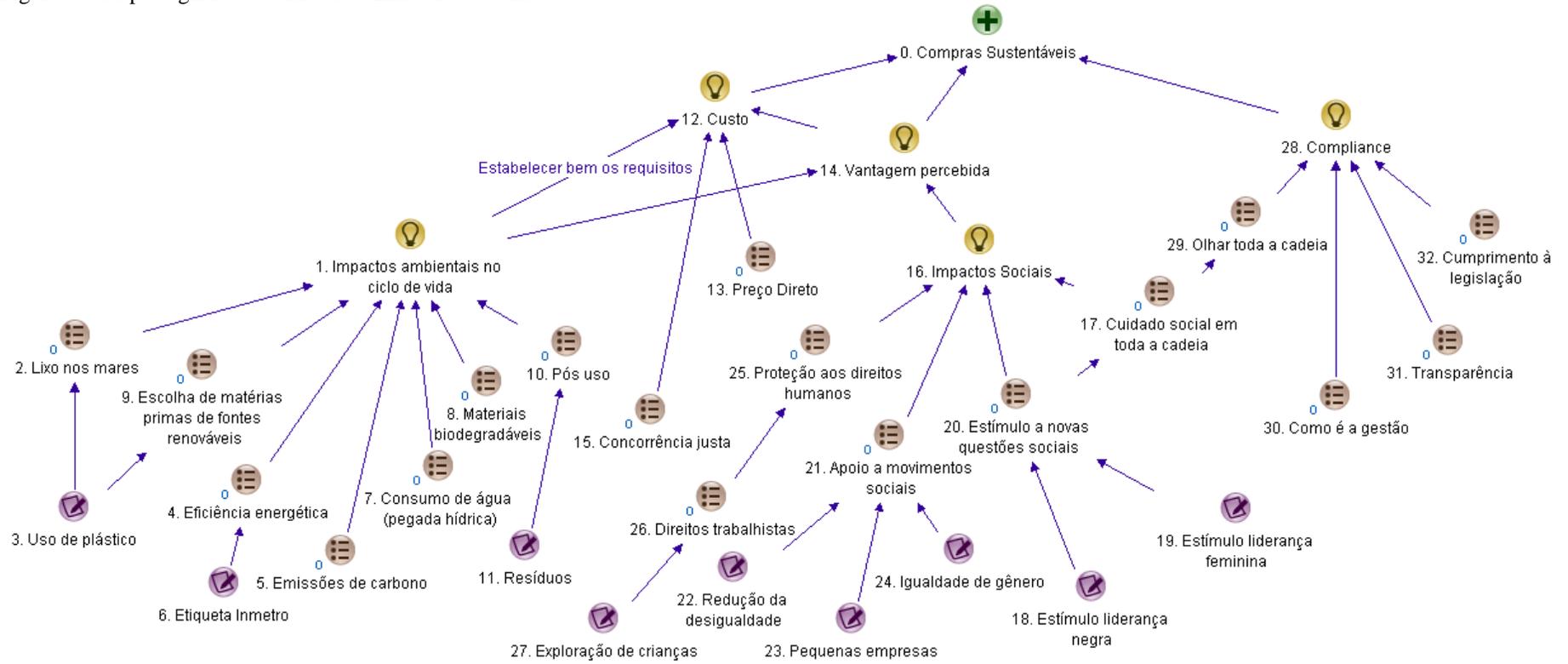


Figura 41: Mapa cognitivo de entrevista. Entrevistado: AJ.

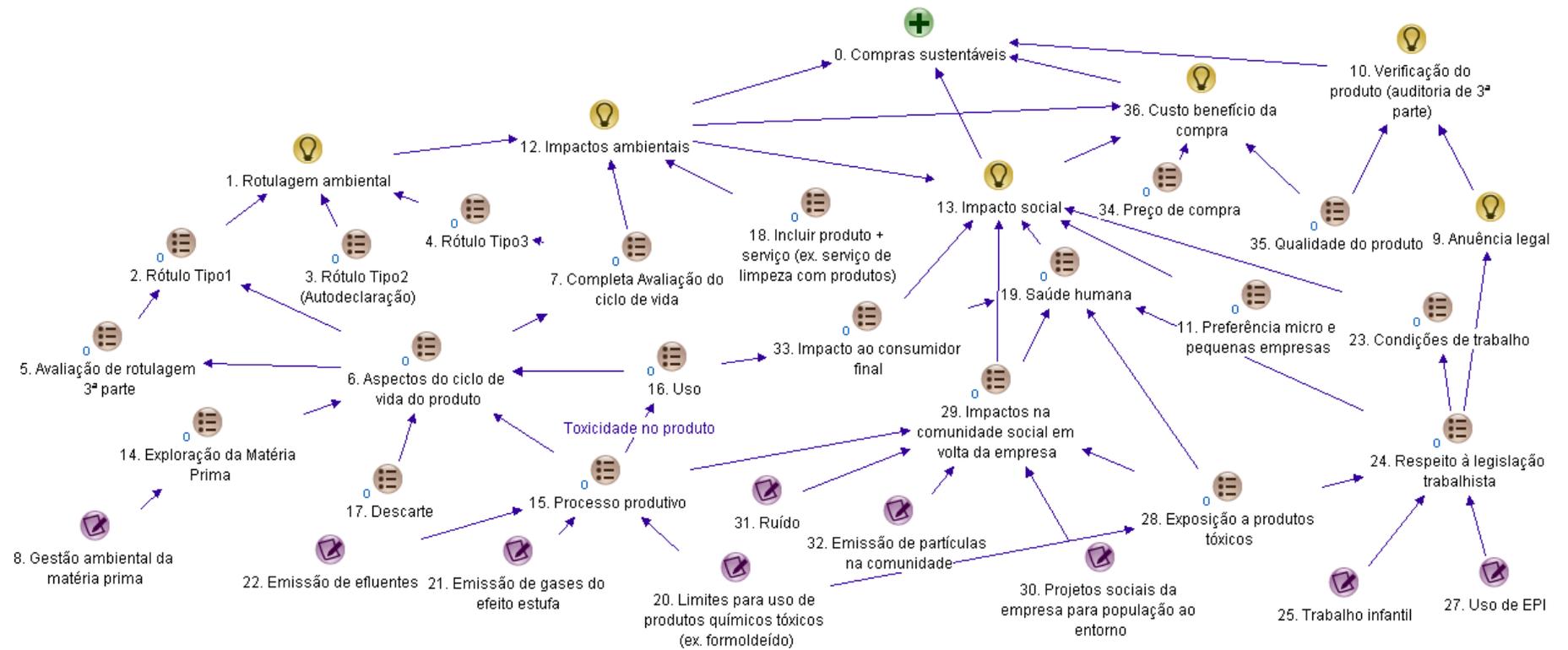


Figura 42: Mapa cognitivo de entrevista. Entrevistado: TC.

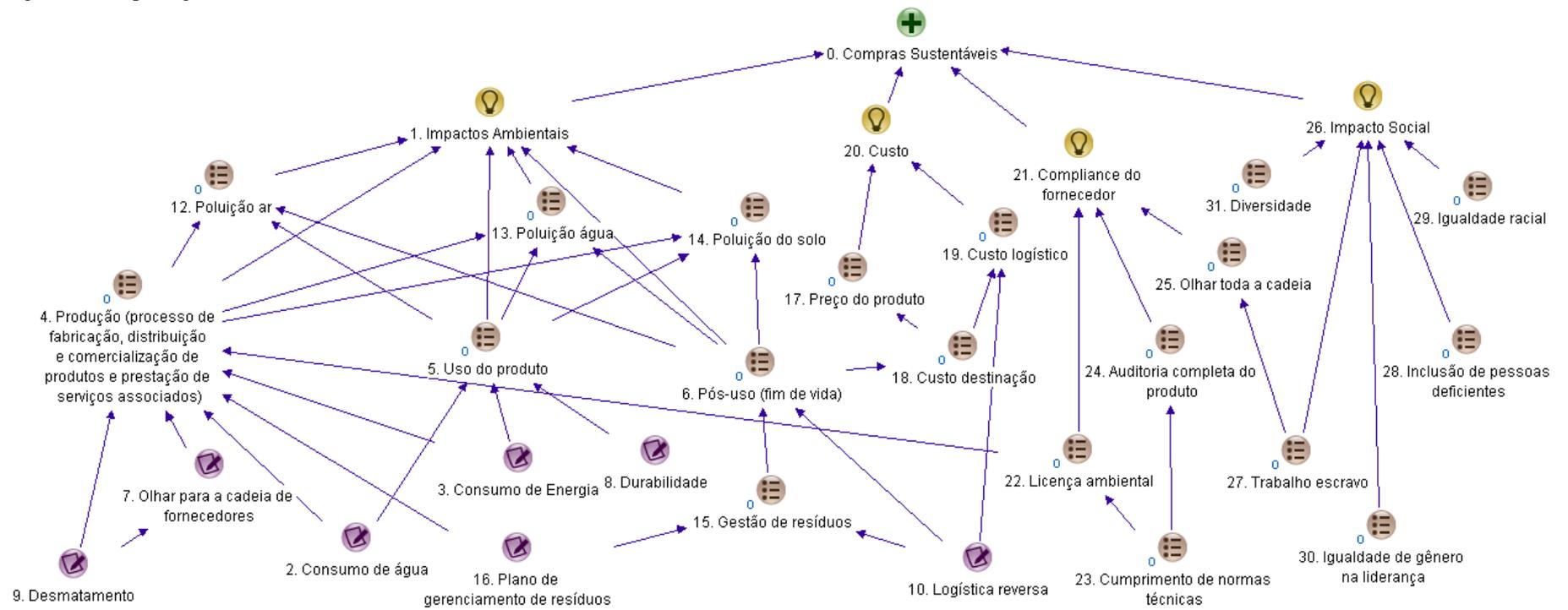
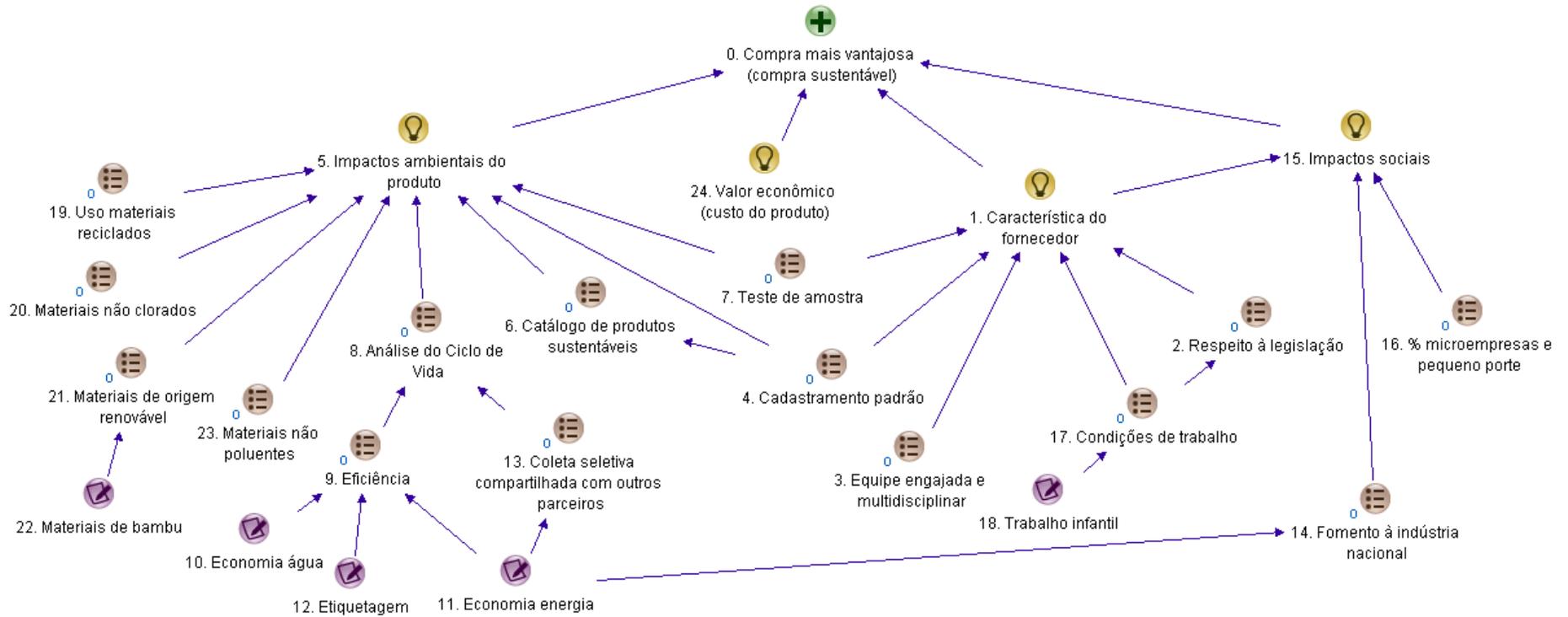


Figura 43: Mapa cognitivo de entrevista. Entrevistado: PO.



## Apêndice 5 - Mapa congregado.

Figura 44: Composição do mapa congregado - Parte 1. Elaborado pelo autor.

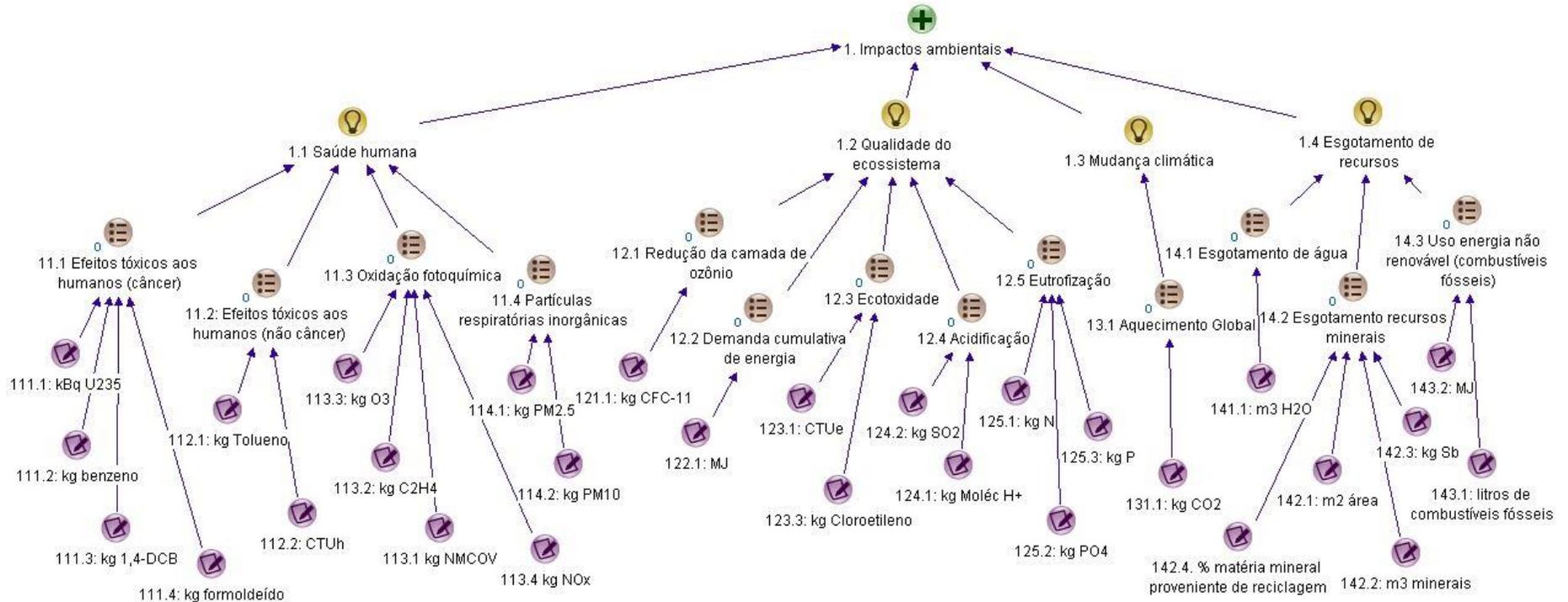


Figura 45: Composição do mapa congregado - Parte 2. Elaborado pelo autor.

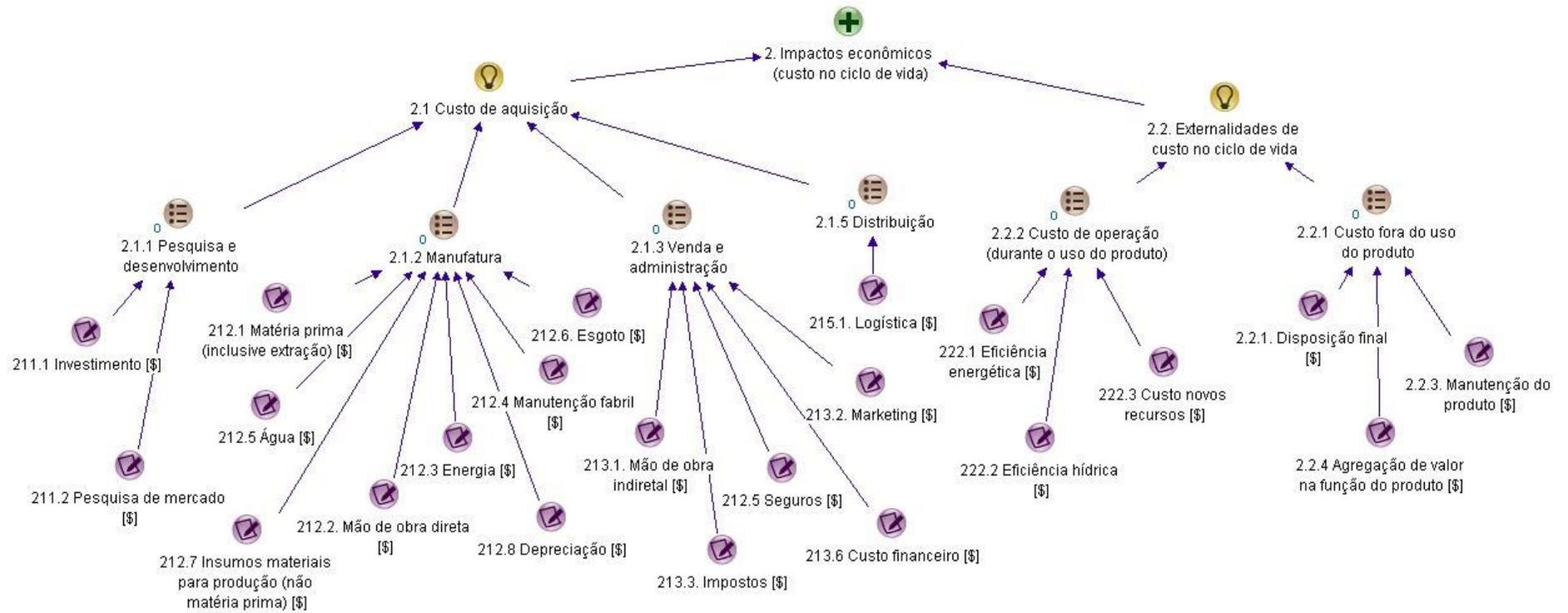


Figura 46: Composição do mapa congado - Parte 3. Elaborado pelo autor.

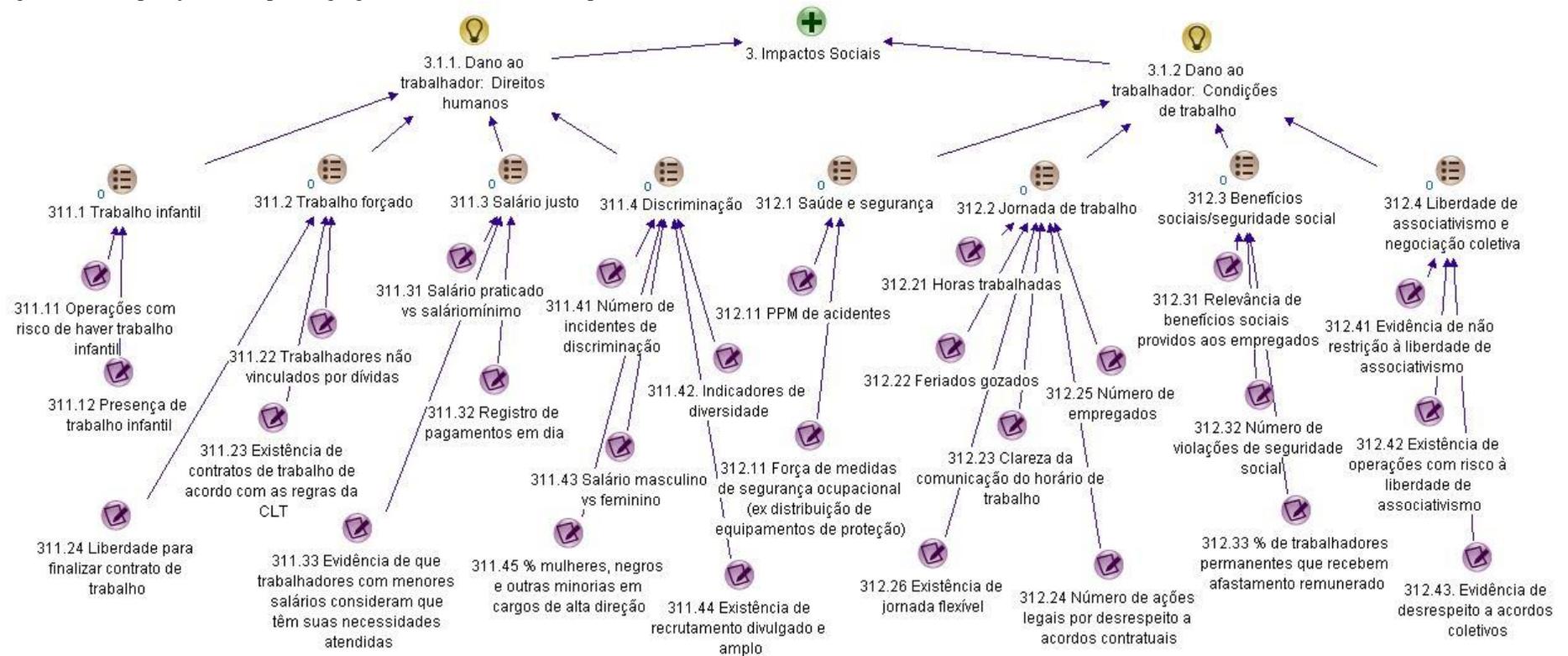


Figura 47: Composição do mapa congregado - Parte 4. Elaborado pelo autor.

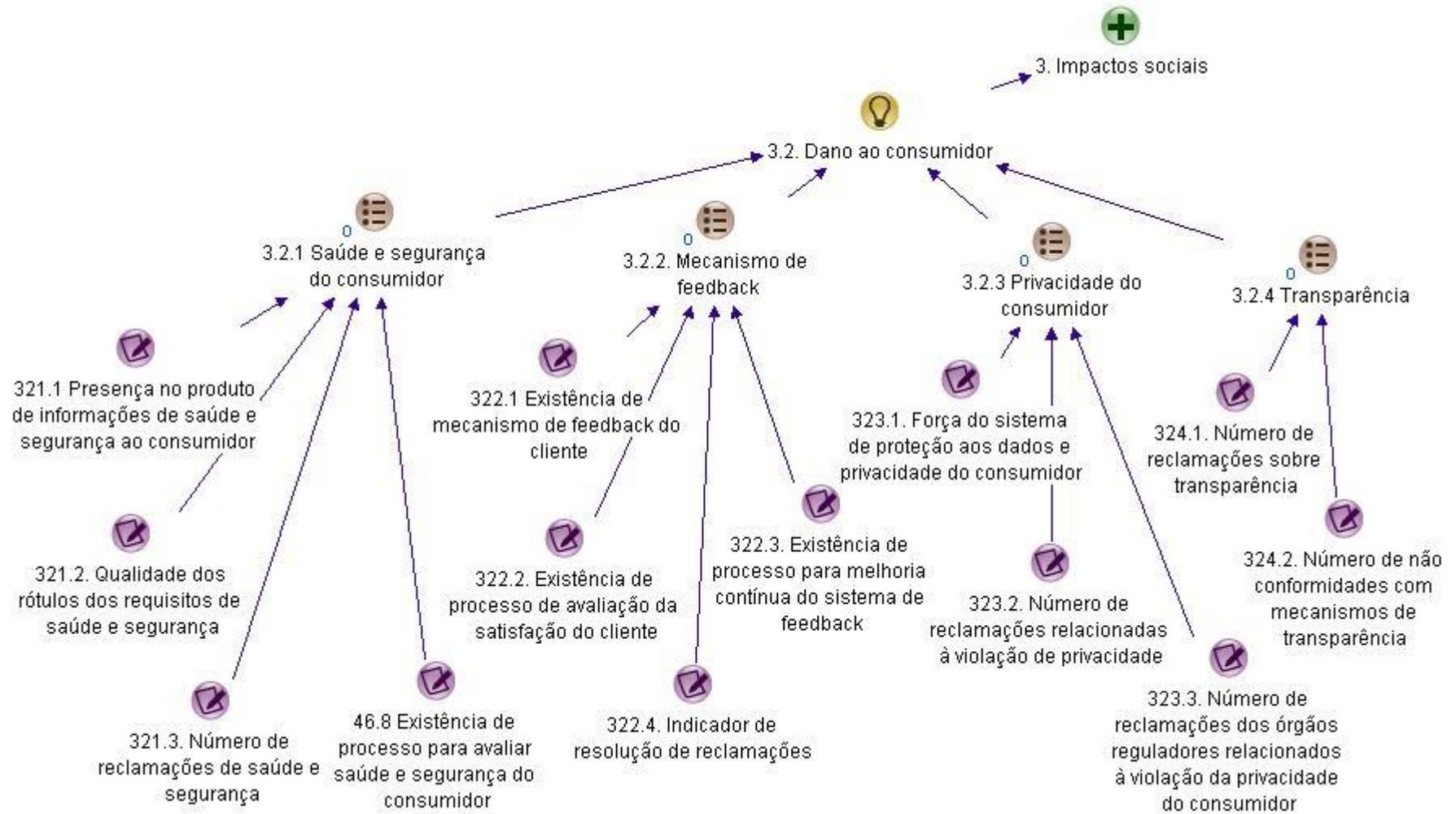


Figura 48: Composição do mapa congregado - Parte 5. Elaborado pelo autor.

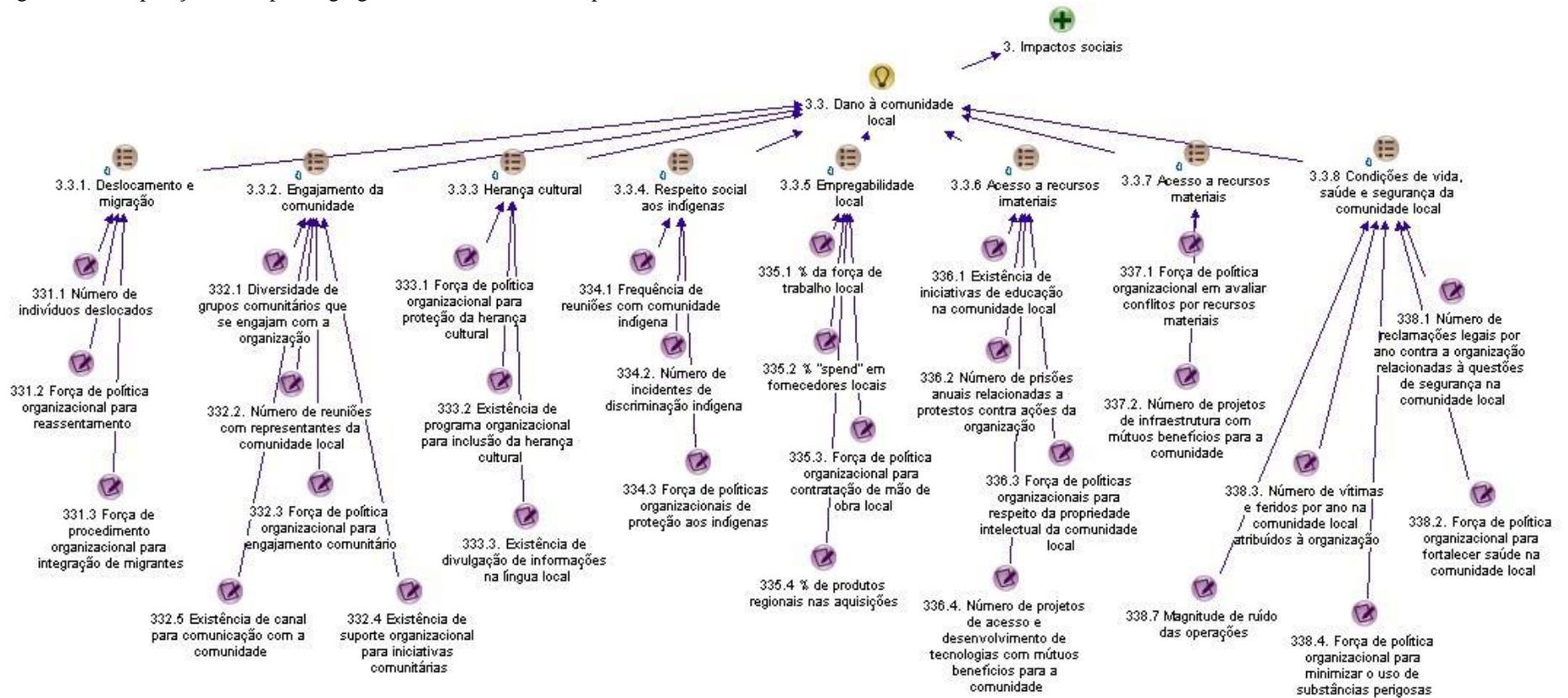


Figura 49: Composição do mapa congregado - Parte 6. Elaborado pelo autor.

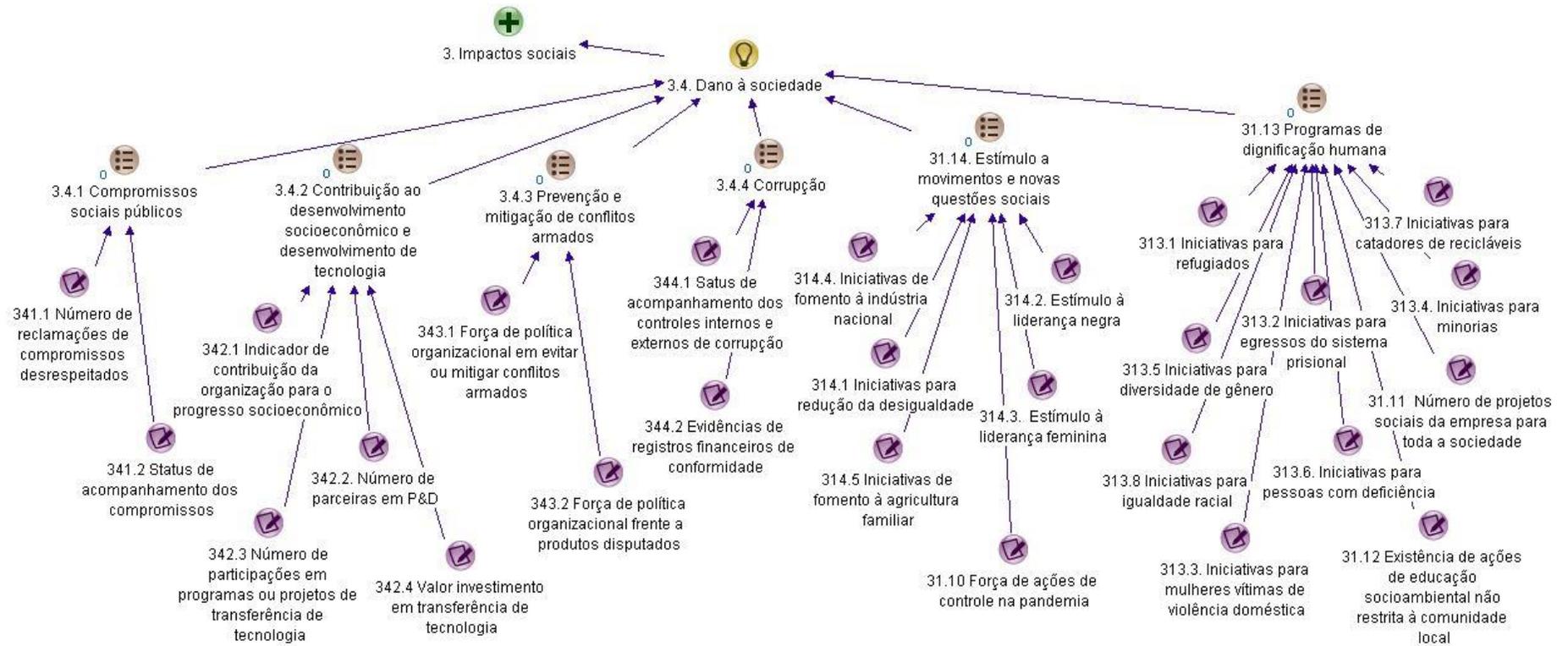


Figura 50: Composição do mapa congregado - Parte 7. Elaborado pelo autor.

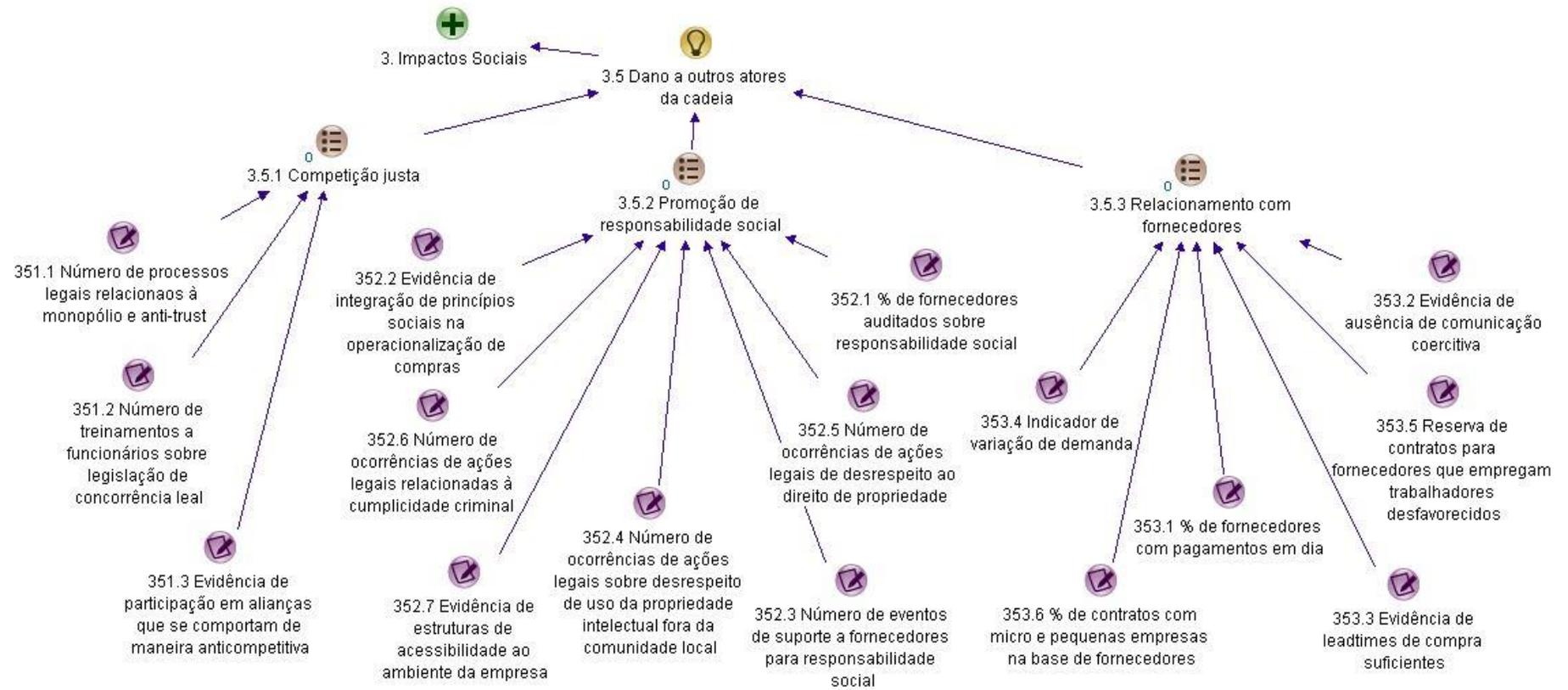


Figura 51: Composição do mapa congregado - Parte 8. Elaborado pelo autor.

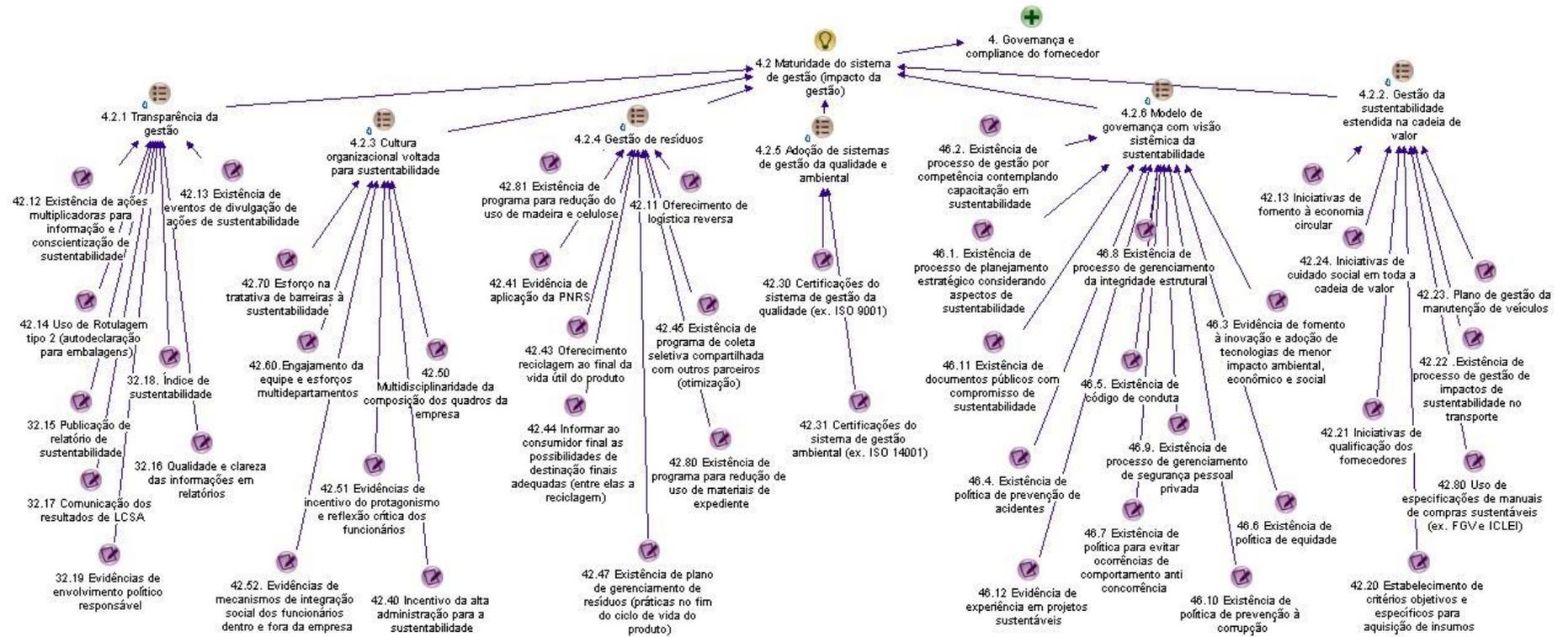
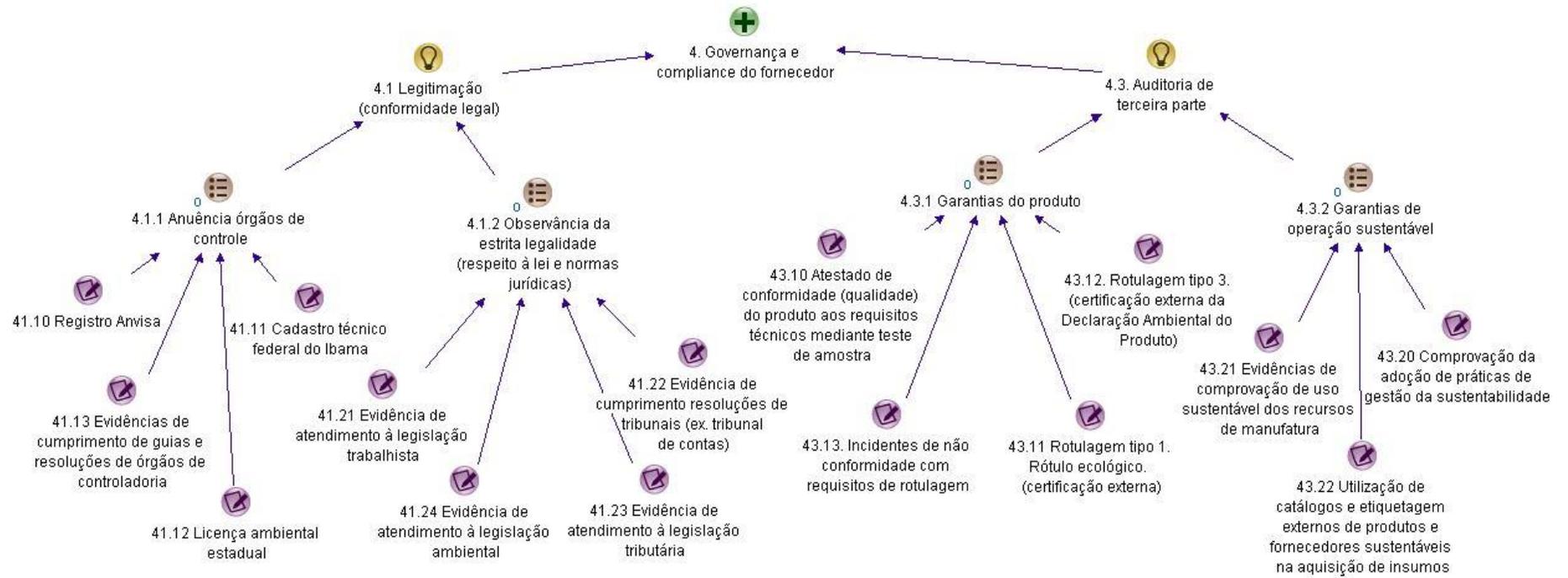


Figura 52: Composição do mapa congregado - Parte 9. Elaborado pelo autor.



**Apêndice 6 - Catálogo de Categorias de Impacto de Sustentabilidade do Ciclo de Vida para Compras Sustentáveis.**

Dimensão de sustentabilidade para compras	Categorias de impacto de sustentabilidade do ciclo de vida em compras sustentáveis (critérios de avaliação)		Indicadores de categoria
	Endpoint	Midpoint	
Ambiental	Saúde Humana	Efeitos tóxicos aos humanos (câncer)	kBq U235
			kg benzeno
			kg 1,4-DCB
			kg formoldeído
		Efeitos tóxicos aos humanos (não câncer)	kg Tolueno
			CTUh
		Oxidação fotoquímica	kg O3
			kg C2H4
			kg NMCOV
			kg Nox
	Partículas respiratórias inorgânicas	kg PM2.5	
		kg PM10	
	Qualidade do ecossistema	Redução da camada de ozônio	kg CFC-11
		Demanda cumulativa de energia	MJ
		Ecotoxicidade	CTUe
			kg Cloroetileno
		Acidificação	kg Moléc H+
			kg SO2
		Eutrofização	kg N
			kg PO4
kg P			
Mudança climática	Aquecimento global	kg CO2	
Esgotamento de recursos	Esgotamento de água	m³ H2O	
	Esgotamento recursos minerais	m2 área	
		% matéria mineral proveniente de reciclagem	
		m³ minerais	
		kg Sb	
	Uso energia não renovável (combustíveis fósseis)	MJ	
		litros de combustíveis fósseis	

Dimensão de sustentabilidade para compras	Categorias de impacto de sustentabilidade do ciclo de vida em compras sustentáveis (critérios de avaliação)		Indicadores de categoria			
	Endpoint	Midpoint				
Econômica	Custo de aquisição	Pesquisa e desenvolvimento	Investimento [\$] Pesquisa de mercado [\$]			
		Manufatura	Matéria prima (inclusive extração) [\$] Insumos materiais para produção (não matéria prima) [\$] Mão de obra direta [\$] Água [\$] Energia [\$] Esgoto [\$] Depreciação [\$] Manutenção fabril [\$]			
			Venda e administração	Mão de obra indireta [\$] Impostos [\$] Custo financeiro [\$] Seguros [\$] Marketing [\$]		
				Distribuição	Logística [\$]	
				Externalidades de custo no ciclo de vida	Custo de operação (durante o uso do produto)	Eficiência energética [\$] Eficiência hídrica [\$] Custo novos recursos [\$]
					Custo fora do uso do produto	Disposição final [\$] Agregação de valor na função do produto [\$] Manutenção do produto [\$]

Dimensão de sustentabilidade para compras	Categorias de impacto de sustentabilidade do ciclo de vida em compras sustentáveis (critérios de avaliação)		Indicadores de categoria
	Endpoint	Midpoint	
Social	Dano ao trabalhador: direitos humanos	Trabalho infantil	Operações com risco de trabalho infantil
			Presença de trabalho infantil
		Trabalho forçado	Existência de contrato de trabalho de acordo com as regras da CLT
			Trabalhadores não vinculados por dívidas
			Liberdade para finalizar contrato de trabalho
			Salário praticado vs salário mínimo
		Salário justo	Registro de pagamentos em dia
			Evidência de que trabalhadores com menores salários consideram que têm suas necessidades atendidas
		Discriminação	Número de incidentes de discriminação
			Indicadores de diversidade
			% de mulheres, negros e outras minorias em cargos de alta direção
			Salário masculino vs feminino
	Existência de recrutamento divulgado e amplo		
	Dano ao trabalhador: condições de trabalho	Saúde e segurança	PPM de acidentes
			Força de medidas de segurança ocupacional (ex. distribuição de equipamentos de proteção)
		Jornada de trabalho	Horas trabalhadas
			Feridos gozados
			Clareza da comunicação do horário de trabalho
			Existência de jornada flexível
			Número de ações legais por desrespeito a acordos contratuais
			Número de empregados
		Benefícios sociais/seguridade social	Relevância de benefícios sociais providos aos empregados
			Número de violações de seguridade social
% de trabalhadores permanentes que recebem afastamento remunerado			
Liberdade de associativismo e negociação coletiva		Evidência de não restrição à liberdade de associativismo	
	Existência de operações com risco à liberdade de associativismo		
	Evidência de desrespeito a acordos coletivos		

Dimensão de sustentabilidade para compras	Categorias de impacto de sustentabilidade do ciclo de vida em compras sustentáveis (critérios de avaliação)		Indicadores de categoria
	Endpoint	Midpoint	
Social	Dano ao consumidor	Saúde e segurança do consumidor	Presença no produto de informações de saúde e segurança ao consumidor
			Qualidade dos rótulos dos requisitos de saúde e segurança
			Número de reclamações de saúde e segurança
			Existência de processo para avaliar saúde e segurança do consumidor
		Mecanismo de feedback	Existência de mecanismo de feedback do cliente
			Existência de processo de avaliação da satisfação do cliente
			Existência de processo para melhoria contínua do sistema de feedback
			Indicador de resolução de reclamações
		Privacidade do consumidor	Força do sistema de proteção aos dados e privacidade do consumidor
			Número de reclamações relacionadas à violação de privacidade
			Número de reclamações dos órgãos reguladores relacionados à violação da privacidade do consumidor
		Transparência	Número de reclamações sobre transparência
			Número de não conformidades com mecanismos de transparência

Dimensão de sustentabilidade para compras	Categorias de impacto de sustentabilidade do ciclo de vida em compras sustentáveis (critérios de avaliação)		Indicadores de categoria
	Endpoint	Midpoint	
Social	Dano à comunidade local	Deslocamento e migração	Número de indivíduos deslocados
			Força de política organizacional para reassentamento
			Força de procedimento organizacional para integração de migrantes
		Engajamento da comunidade	Diversidade de grupos comunitários que se engajam com a organização
			Existência de canal para comunicação com a comunidade
			Número de reuniões com representantes da comunidade local
			Força de política organizacional para engajamento comunitário
			Existência de suporte organizacional para iniciativas comunitárias
		Herança cultural	Força de política organizacional para proteção da herança cultural
			Existência de programa organizacional para inclusão da herança cultural
			Existência de divulgação de informações na língua local
		Respeito social aos indígenas	Frequência de reuniões com comunidade indígena
			Número de incidentes de discriminação indígena
			Força de políticas organizacionais de proteção aos indígenas
		Empregabilidade local	% da Força de trabalho local
			% consumo em fornecedores locais
			Força de política organizacional para contratação de mão de obra local
			% de produtos regionais nas aquisições
		Acesso a recursos imateriais	Existência de iniciativas de educação na comunidade local
			Número de prisões anuais relacionadas a protestos contra ações da organização
			Força de políticas organizacionais para respeito da propriedade intelectual da comunidade local
			Número de projetos de acesso e desenvolvimento de tecnologias com mútuos benefícios para a comunidade
		Acesso a recursos materiais	Força de política organizacional em avaliar conflitos por recursos materiais
			Número de projetos de infraestrutura com mútuos benefícios para a comunidade
Condições de vida, saúde e segurança da comunidade local	Número de reclamações legais contra a organização relacionadas à questões de segurança na comunidade local		
	Magnitude de ruído das operações		
	Número de vítimas e feridos por ano na comunidade local atribuídos à organização		
	Força de política organizacional para fortalecer saúde na comunidade local		
	Força de política organizacional para minimizar o uso de substâncias perigosas		

Dimensão de sustentabilidade para compras	Categorias de impacto de sustentabilidade do ciclo de vida em compras sustentáveis (critérios de avaliação)		Indicadores de categoria
	Endpoint	Midpoint	
Social	Dano à sociedade em geral	Compromissos sociais públicos	Número de reclamações de compromissos desrespeitados
			Status de acompanhamento dos compromissos
		Contribuição ao desenvolvimento socioeconômico e desenvolvimento de tecnologia	Indicador de contribuição da organização para o progresso socioeconômico
			Número de parceiras em P&D
			Número de participações em programas ou projetos de transferência de tecnologia
		Prevenção e mitigação de conflitos armados	Valor de investimento em transferência de tecnologia
			Força de política organizacional em evitar ou mitigar conflitos armados
		Corrupção	Força de política organizacional frente a produtos disputados
			Status de acompanhamento dos controles internos e externos de corrupção
		Estímulo a movimentos e novas questões sociais	Evidências de registros financeiros de conformidade
			Iniciativas de fomento à indústria nacional
			Iniciativas para redução da desigualdade
			Iniciativas de fomento à agricultura familiar
			Estímulo à liderança negra
			Estímulo à liderança feminina
			Força de ações de controle na pandemia
		Programas de dignificação humana	Iniciativas para refugiados
			Iniciativas para diversidade de gênero
			Iniciativas para igualdade racial
			Iniciativas para mulheres vítimas de violência doméstica
			Iniciativas para egressos do sistema prisional
			Iniciativas para pessoas com deficiência
			Iniciativas para catadores de recicláveis
Iniciativas para minorias			
Número de projetos sociais da empresa para toda a sociedade			
Existência de ações de educação socioambiental não restrita à comunidade local			

Dimensão de sustentabilidade para compras	Categorias de impacto de sustentabilidade do ciclo de vida em compras sustentáveis (critérios de avaliação)		Indicadores de categoria
	Endpoint	Midpoint	
Social	Dano a outros atores da cadeia	Competição justa	Número de processos legais relacionados à monopólio e anti-trust
			Número de treinamentos a funcionários sobre legislação de concorrência leal
			Evidência de participação em alianças que se comportam de maneira anticompetitiva
		Promoção de responsabilidade social	% de fornecedores auditados sobre responsabilidade social
			Evidência de integração de princípios sociais na operacionalização de compras
			Número de eventos de suporte a fornecedores para responsabilidade social
			Número de ocorrências de ações legais sobre desrespeito de uso da propriedade intelectual fora da comunidade local
			Evidência de estruturas de acessibilidade ao ambiente da empresa
			Número de ocorrências de ações legais relacionadas à cumplicidade criminal
			Número de ocorrências de ações legais de desrespeito ao direito de propriedade
		Relacionamento com fornecedores	% de fornecedores com pagamentos em dia
			Evidência de ausência de comunicação coercitiva
			Evidência de leadtimes de compra suficientes
			Indicador de variação de demanda
			% de contratos com micro e pequenas empresas na base de fornecedores
		Reserva de contratos para fornecedores que empregam trabalhadores desfavorecidos	

Dimensão de sustentabilidade para compras	Categorias de impacto de sustentabilidade do ciclo de vida em compras sustentáveis (critérios de avaliação)		Indicadores de categoria
	Endpoint	Midpoint	
Governança e <i>Compliance</i> do fornecedor	Maturidade do sistema de gestão (impacto da gestão)	Transparência da gestão	Existência de ações multiplicadoras para informação e conscientização de sustentabilidade
			Uso de Rotulagem tipo 2 (autodeclaração para embalagens)
			Publicação de relatório de sustentabilidade
			Comunicação dos resultados de LCSA
			Evidências de envolvimento político responsável
			Existência de eventos de divulgação de ações de sustentabilidade
			Qualidade e clareza das informações em relatórios
			Índice de sustentabilidade
		Cultura organizacional voltada para sustentabilidade	Incentivo da alta administração para a sustentabilidade
			Engajamento da equipe e esforços multidepartamentos
			Esforço na tratativa de barreiras à sustentabilidade
			Evidências de incentivo do protagonismo e reflexão crítica dos funcionários
			Multidisciplinaridade da composição dos quadros da empresa
			Evidências de mecanismos de integração social dos funcionários dentro e fora da empresa
		Gestão de resíduos	Existência de plano de gerenciamento de resíduos (práticas no fim do ciclo de vida do produto)
			Evidência de aplicação da PNRS
			Oferecimento reciclagem ao final da vida útil do produto
			Informar ao consumidor final as possibilidades de destinação finais adequadas (entre elas a reciclagem)
			Existência de programa para redução do uso de madeira e celulose
			Oferecimento de logística reversa
			Existência de programa de coleta seletiva compartilhada com outros parceiros (otimização)
			Existência de programa para redução de uso de materiais de expediente
		Adoção de sistemas de gestão da qualidade e ambiental	Certificações do sistema de gestão da qualidade (ex. ISO 9001)
			Certificações do sistema de gestão ambiental (ex. ISO 14001)

Dimensão de sustentabilidade para compras	Categorias de impacto de sustentabilidade do ciclo de vida em compras sustentáveis (critérios de avaliação)		Indicadores de categoria
	Endpoint	Midpoint	
Governança e <i>Compliance</i> do fornecedor	Maturidade do sistema de gestão (impacto da gestão)	Modelo de governança com visão sistêmica da sustentabilidade	Existência de processo de gestão por competência contemplando capacitação em sustentabilidade
			Existência de processo de planejamento estratégico considerando aspectos de sustentabilidade
			Existência de código de conduta
			Existência de documentos públicos com compromisso de sustentabilidade
			Existência de política de prevenção de acidentes
			Evidência de experiência em projetos sustentáveis
			Existência de política para evitar ocorrências de comportamento anti concorrência
			Existência de processo de gerenciamento de segurança pessoal privada
			Existência de processo de gerenciamento da integridade estrutural
			Evidência de fomento à inovação e adoção de tecnologias de menor impacto ambiental, econômico e social.
			Existência de política de prevenção à corrupção
			Existência de política de equidade
			Gestão da sustentabilidade estendida na cadeia de valor
		Iniciativas de qualificação dos fornecedores	
		Iniciativas de cuidado social em toda a cadeia de valor	
		Existência de processo de gestão de impactos de sustentabilidade no transporte	
		Estabelecimento de critérios objetivos e específicos para aquisição de insumos	
		Plano de gestão da manutenção de veículos	
		Uso de especificações de manuais de compras sustentáveis (ex. FGV e ICLEI)	

Dimensão de sustentabilidade para compras	Categorias de impacto de sustentabilidade do ciclo de vida em compras sustentáveis (critérios de avaliação)		Indicadores de categoria
	Endpoint	Midpoint	
Governança e Compliance do fornecedor	Auditoria de terceira parte	Garantias do produto	Atestado de conformidade (qualidade) do produto aos requisitos técnicos mediante teste de amostra
			Incidentes de não conformidade com requisitos de rotulagem
			Rotulagem tipo 1. Rótulo ecológico. (certificação externa)
			Rotulagem tipo 3. (certificação externa da Declaração Ambiental do Produto)
		Garantias de operação sustentável	Evidências de comprovação de uso sustentável dos recursos de manufatura
			Utilização de catálogos e etiquetagem externos de produtos e fornecedores sustentáveis na aquisição de insumos
	Legitimação (conformidade legal)	Anuência órgãos de controle	Comprovação da adoção de práticas de gestão da sustentabilidade
			Evidências de cumprimento de guias e resoluções de órgãos de controladoria
			Registro Anvisa
		Observância da estrita legalidade (respeito à lei e normas jurídicas)	Licença ambiental estadual
			Cadastro técnico federal do Ibama
			Evidência de atendimento à legislação trabalhista
			Evidência de atendimento à legislação ambiental
			Evidência de atendimento à legislação tributária
Evidência de cumprimento resoluções de tribunais (ex. tribunal de contas)			