

**UNIVERSIDADE DO VALE DO RIO DOS SINOS – UNISINOS  
UNIDADE ACADÊMICA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO E  
SISTEMAS NÍVEL DOUTORADO**

**NELSON KADEL JUNIOR**

**DIRECIONADORES DE GOVERNANÇA PARA A SUSTENTABILIDADE DO  
NEGÓCIO: ANÁLISE SISTÊMICA DA MINERAÇÃO DE CARVÃO**

**SÃO LEOPOLDO**

**2023**

**UNIVERSIDADE DO VALE DO RIO DOS SINOS – UNISINOS**  
**UNIDADE ACADÊMICA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO E**  
**SISTEMAS**  
**NÍVEL DOUTORADO**

NELSON KADEL JUNIOR

**DIRECIONADORES DE GOVERNANÇA PARA A SUSTENTABILIDADE DO**  
**NEGÓCIO: ANÁLISE SISTÊMICA DA MINERAÇÃO DE CARVÃO**

Tese apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Doutor em Engenharia de Produção e Sistemas pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas da Universidade do Vale do Rio dos Sinos – UNISINOS.

Orientador: Prof. Dr. Miguel Sellitto

São Leopoldo  
2023

K11d Kadel Junior, Nelson  
Direcionadores de governança para a sustentabilidade do  
negócio : análise sistêmica da mineração de carvão / por  
Nelson Kadel Junior. – 2023.  
336 f. : il.; 30 cm.

Tese (doutorado) — Universidade do Vale do Rio dos  
Sinos, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de  
Produção e Sistemas, 2023.  
Orientação: Prof. Dr. Miguel Sellitto.

1. Governança. 2. Sustentabilidade. 3. Pensamento  
sistêmico. 4. Transcrição Sistêmica. I. Título.

CDU 658.012.43

Catálogo na Fonte:  
Bibliotecária Vanessa Borges Nunes - CRB 10/1556

*Meus amores, espero que eu possa ter  
contribuído para um futuro melhor para  
os vossos filhos através deste trabalho.*

## AGRADECIMENTOS

Não há como empreender um projeto sem antes agradecer a Deus pela oportunidade oferecida. Este é meu dever, e o faço repleto de alegria. Ainda agradeço àqueles que fizeram a diferença em minha vida:

- ☆ ao meu pai amado, Nelson Kadel, o melhor pai que eu poderia ter tido, saiba que as tuas mãos de mecânico estiveram junto as minhas ao longo deste trabalho. À minha mãe do coração, Normélia Gross, juntos sempre fizeram mais do que o seu papel, dando-me o seu amor incondicional, dia após dia;
- ☆ à Hilda Bergel Kadel, minha avó, não há palavras para agradecer e externar o quanto o meu coração e garganta apertam de saudade;
- ☆ à minha esposa amada, Priscila Bonini, pilar de nossa família, exemplo de ser humano, a quem devoto meu amor;
- ☆ aos meus filhos queridos e amados, Felipe Longaray Kadel e Rafaela Bonini Affonso, por fazerem de mim aquilo que mais gosto na vida: ser Pai;
- ☆ a todos os meus familiares, em especial às irmãs Pati e Carol, a minha gratidão por terem me acolhido, lembrando que não foi por acaso que nascemos neste laço;
- ☆ ao meu orientador, Miguel Sellitto, pela dedicação, paciência e sabedoria em guiar o meu caminho até aqui;
- ☆ ao meu primo, amigo, irmão, Plinio Ricardo Tadeu Jacobus. Pessoa ímpar que a vida colocou no meu caminho com o propósito muito claro.
- ☆ aos demais mestres do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas, da Unisinos, também a Secretaria que foram incansáveis no suporte ao longo desta jornada
- ☆ aos meus colegas de trabalho, em especial aos amigos José Adolfo Carvalho Jr, Luis Roberto Lutkemeier e Luiz Augusto Bem, cada um com papel fundamental;
- ☆ a empresa SSM – Seival Sul Mineração, nas pessoas de Cesar Faria e Carlos Faria, que acolheram essa pesquisa, mostrando que os compromissos de uma organização estão além de resultados financeiros;
- ☆ a toda a diretoria da AMORS – Associação dos Moradores do Seival, em especial ao Sr Denilson Arquere, pela confiança e relação de amizade construída;
- ☆ a todas as pessoas do meu passado, as quais contribuíram para o meu crescimento e a formação do ser humano que sou hoje.

## RESUMO

A mineração desempenhou um papel crucial na construção das estradas que levaram as principais potências mundiais ao desenvolvimento econômico. Paralelamente, o carvão mineral serviu como o motor desse progresso, proporcionando uma fonte de energia econômica, eficiente e confiável. No entanto, essa conquista também trouxe consigo um significativo impacto ambiental e social, afetando tanto o meio ambiente quanto a sociedade. A busca pelo desenvolvimento sustentável agora ocupa o centro das agendas dos acordos internacionais, pois o mundo procura soluções para mitigar os efeitos das mudanças climáticas que afetam as sociedades, sem que isso resulte na estagnação econômica dos países. Essa dualidade entre os aspectos econômicos e ambientais não é exclusiva do cenário internacional, mas também se reflete nas políticas econômicas do Estado do Rio Grande do Sul, especialmente na cidade de Candiota, a principal jazida de carvão mineral do Brasil. Nesse contexto, esta pesquisa visa propor diretrizes de governança da sustentabilidade que abordem de forma holística os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável – ODS como meio de promover uma agenda responsável e conquistar a Licença Social de Operação – LSO, uma vez que a comunidade local é a principal parte interessada no sistema, com seus resultados medidos por meio de indicadores Ambientais, Sociais e de Governança – ASG. O uso do Pensamento Sistêmico, por meio da transcrição sistêmica, foi fundamental para compreender as complexas relações entre os diferentes conceitos investigados, bem como para analisar os discursos registrados dos *Stakeholders* identificados durante a coleta de dados. O método de trabalho escolhido para esta pesquisa foi a Pesquisa em *Design* de Ciência (*Design Science Research* - DSR), que contribuiu para uma sequência importante de aprendizados ao longo do processo e a construção de um arcabouço de conhecimento abordado. O resultado foi a construção de um modelo de oito direcionadores, estruturados de forma sistêmica, com o objetivo de promover a governança corporativa na busca da sustentabilidade, ao mesmo tempo que contribuem com resultados práticos em uso eficiente recursos, recuperação de áreas impactadas, responsabilidade social, ações de assistencialismo, formação e qualificação de mão de obra, apoio e normas de comportamento. O modelo de direcionadores foi aprovada por especialistas, garantindo sua validade e concluiu que ela pode ser realizada de maneira mais sustentável por meio da adoção de práticas eficientes e responsáveis, que incluem o uso eficaz de recursos, reabilitação de áreas impactadas, responsabilidade social e normas de comportamento.

Palavras-chave: Governança, Sustentabilidade, Pensamento Sistêmico, Transcrição Sistêmica

## **ABSTRACT**

Mining has played a pivotal role in the construction of the roads that led the world's major powers to economic development. Simultaneously, coal has served as the engine driving this progress, providing an economical, efficient, and reliable source of energy. However, this achievement has also brought with it a significant environmental and social impact, affecting both the environment and society. The pursuit of sustainable development now occupies the center stage of international agreements as the world seeks solutions to mitigate the effects of climate change on societies without resulting in economic stagnation for countries.

This duality between economic and environmental aspects is not exclusive to the international stage; it is also reflected in the economic policies of the State of Rio Grande do Sul, especially in the city of Candiota, the primary coal reserve in Brazil. In this context, this research aims to propose comprehensive sustainability governance guidelines that holistically address the Sustainable Development Goals (SDGs) as a means to promote a responsible agenda and secure the Social License to Operate (LSO). The local community represents the most significant stakeholder in the system, with its outcomes measured through Environmental, Social, and Governance (ESG) indicators.

The use of Systems Thinking, through systemic transcription, was crucial in understanding the complex relationships between the various concepts investigated and in analyzing the recorded discourses of the identified stakeholders during data collection. The chosen research method for this study was Design Science Research (DSR), which contributed to a significant sequence of insights throughout the process and the construction of a comprehensive framework of knowledge.

The result was the development of a model with eight systematically structured drivers aimed at promoting corporate governance in the pursuit of sustainability while contributing to practical outcomes, including efficient resource use, rehabilitation of impacted areas, social responsibility, assistance actions, workforce training and qualification, and behavior standards. The driver model was approved by experts, ensuring its validity and concluding that sustainability can be achieved more effectively through the adoption of responsible and efficient practices, including effective resource utilization, rehabilitation of impacted areas, social responsibility, and behavioral norms.

**Keywords:** Governance, Sustainability, Systems Thinking, Systemic Transcription

## LISTA DE TABELAS

|   |     |
|---|-----|
| Tabela 1: Resultado de pesquisa base WOS e Scopus.....  | 18  |
| Tabela 2: Número de publicações por combinações de termos de pesquisa entre 2005 a 2021 ..... | 20  |
| Tabela 3: Distribuições das publicações ao longo dos anos.....                                | 20  |
| Tabela 4: Atualidade das referências bibliográficas utilizadas. ....                          | 22  |
| Tabela 5: Distribuições das publicações ao longo das décadas.....                             | 52  |
| Tabela 6: Lista de artigos realizados envolvendo SLO e carvão mineral.....                    | 59  |
| Tabela 7: <i>Snowboll backward</i> .....  | 96  |
| Tabela 8: Distância entre Candiota e principais cidades.....                                  | 121 |
| Tabela 9: Perfil do quadro de gestão da empresa .....   | 136 |
| Tabela 10: Validação do artefato por especialistas .....                                      | 165 |



## LISTA DE QUADROS

|   |     |
|---|-----|
| Quadro 1: Ferramentas do Pensamento Sistêmico .....                             | 30  |
| Quadro 2: Linguagem sistêmica .....   | 32  |
| Quadro 3: Exemplos de estruturas de feedback (reforçadora e balanceadora) ..... | 33  |
| Quadro 4: Etapas propostas pelos autores .....                                  | 37  |
| Quadro 5: Diagrama de palavras e setas .....                                    | 38  |
| Quadro 6: Lista de SDG e seus objetivos .....                                   | 47  |
| Quadro 7: Combinações de Metas e Indicadores, por SDG .....                     | 48  |
| Quadro 8: Lista de indicadores que se repetem em combinações .....              | 49  |
| Quadro 9 – Impactos positivos ou negativos em cada um dos SDG .....             | 51  |
| Quadro 10: Lista de SDG e seus objetivos .....                                  | 53  |
| Quadro 11: Potencial de impacto ambiental na mineração de carvão .....          | 55  |
| Quadro 12: Níveis de SLO .....  | 57  |
| Quadro 13: Passos para estabilizar o ambiente sócio-político .....              | 58  |
| Quadro 14: Externalidades da mineração de carvão .....                          | 66  |
| Quadro 15: Exemplo de indicadores ESG .....                                     | 76  |
| Quadro 16: Critérios metodológicos .....  | 82  |
| Quadro 17: Perfil dos profissionais na validação do framework .....             | 91  |
| Quadro 18: Protocolo de pesquisa .....  | 91  |
| Quadro 19 : Estratégia de avaliação da DSR .....                                | 94  |
| Quadro 20: Etapas de processo de transcrição sistêmica .....                    | 99  |
| Quadro 21: Relevância dos assuntos .....  | 105 |
| Quadro 22: Referencial teórico sobre o tema .....                               | 106 |
| Quadro 23: Lista de artigos - classe de problema .....                          | 123 |
| Quadro 24: Perfil do Grupo de Trabalho .....                                    | 127 |
| Quadro 25: Lista de impacto entre os stakeholders .....                         | 129 |
| Quadro 26: Reuniões realizadas com a comunidade do Seival .....                 | 130 |
| Quadro 27: Lista de entrevista com stakeholders .....                           | 133 |
| Quadro 28: Lista de área adquiridas .....                                       | 136 |
| Quadro 29: Enlaces reforçadores, mapa causal versão resumida .....              | 142 |
| Quadro 30: Enlaces balanceadores, mapa causal versão resumida .....             | 145 |
| Quadro 31: Direcionadores de governança .....                                   | 153 |
| Quadro 32: Direcionadores e seus suportes na literatura .....                   | 155 |

## LISTA DE FIGURAS

|  |     |
|--|-----|
| Figura 1: Modelo Iceberg.....  | 29  |
| Figura 2: Quadro de ciclos de desenvolvimento do Pensamento Sistêmico.....       | 34  |
| Figura 3: Modelo de Estrutura Sistêmica, investimento x qualidade ambiental..... | 35  |
| Figura 4: Generalização do diagrama.....   | 38  |
| Figura 5: Mapa causal do Pensamento Sistêmico .....                              | 39  |
| Figura 6: Localização de termelétricas no Mundo.....                             | 42  |
| Figura 7: Mapa causal da mineração .....   | 46  |
| Figura 8: Mapa causal do SDG .....   | 54  |
| Figura 9: Pirâmide da SLO .....  | 57  |
| Figura 10: Mapa causal da Licença social para operar.....                        | 62  |
| Figura 11: Representação do <i>triple bottom line</i> .....                      | 63  |
| Figura 12: Posições estratégicas da materialidade.....                           | 69  |
| Figura 13: Mapa causal da Governança e da Sustentabilidade.....                  | 74  |
| Figura 14: Mapa causal do ESG.....   | 79  |
| Figura 15: Etapas do projeto de pesquisa - Pêndulo de Newton .....               | 81  |
| Figura 16: Delineamento geral da pesquisa .....                                  | 85  |
| Figura 17 : Conceitos e fundamentos da <i>Design Science Research</i> .....      | 87  |
| Figura 18 : Método para Condução da <i>Design Science Research</i> .....         | 88  |
| Figura 19 : Etapas da tese.....  | 89  |
| Figura 20 : Avaliação ex ante ou ex post.....                                    | 94  |
| Figura 21: evolução do referencial teórico .....                                 | 95  |
| Figura 22: Representação gráfica das etapas da transcrição sistêmica.....        | 97  |
| Figura 23: Mapa casual (resumido).....   | 100 |
| Figura 24: <i>Framework</i> conceitual .....                                     | 104 |
| Figura 25: Primeiro ciclo da mineração.....                                      | 110 |
| Figura 26: Segundo ciclo da mineração .....                                      | 112 |
| Figura 27: Estrutura Sistêmica inicial de pesquisa.....                          | 114 |
| Figura 28: Pressões sobre as empresas e sobre as indústrias.....                 | 116 |
| Figura 29: Curva projetada de maturidade da sustentabilidade.....                | 117 |
| Figura 30: Mapa de localização - Candiota.....                                   | 122 |
| Figura 31: <i>Stakeholder</i> na cadeia da mineração de carvão.....              | 128 |
| Figura 32: <i>Stakeholders</i> e seus impactos .....                             | 129 |
| Figura 33: <i>Stakeholders</i> entrevistados.....                                | 133 |

|   |     |
|---|-----|
| Figura 34: Acompanhamento de campo – Negociação de terra .....  | 137 |
| Figura 35: Mapa causal do momento zero .....  | 140 |
| Figura 36: Mapa causal da transcrição sistêmica, versão resumida .....  | 141 |
| Figura 37: <i>Framework</i> do conhecimento – versão sistêmica .....  | 147 |
| Figura 38: Dinâmica de relacionamento do <i>framework</i> do conhecimento sobre a ES inicial .....  | 148 |
| Figura 39: Dinâmica de relacionamento do <i>framework</i> do conhecimento sobre o Mapa Causal –<br>Transcrição Sistêmica, versão resumida ..... | 150 |
| Figura 40: Mapa de direcionadores alavancadores .....   | 151 |
| Figura 41: Injeções dos direcionadores na Mapa Causal da Transcrição sistêmica, Versão Geral.....   | 162 |

## SUMÁRIO

|           |  |    |
|-----------|--|----|
| <b>1.</b> | <b>INTRODUÇÃO</b> .....                                | 13 |
| 1.1       | OBJETO E PROBLEMA DE PESQUISA.....                     | 16 |
| 1.1.1     | Objetivos.....   | 17 |
| 1.1.2     | Justificativa acadêmica .....                          | 18 |
| 1.1.3     | Justificativa sob o ponto de vista socioambiental..... | 23 |
| 1.1.4     | Delimitação do Trabalho.....                           | 25 |
| 1.2       | ESTRUTURA DA PESQUISA .....                            | 26 |
| <b>2.</b> | <b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b> .....                     | 27 |
| 2.1       | Pensamento Sistêmico.....                              | 27 |
| 2.1.1     | Mapa causal do Pensamento Sistêmico .....              | 39 |
| 2.2       | Mineração de carvão .....                              | 39 |
| 2.2.1     | Mapa causal da mineração .....                         | 45 |
| 2.3       | Objetivo de Desenvolvimento Sustentável (SDG) .....    | 46 |
| 2.3.1     | Mapa causal do SDG .....                               | 54 |
| 2.4       | Licença Social para Operar (SLO).....                  | 54 |
| 2.4.1     | Mapa causal da Licença Social para Operar .....        | 61 |
| 2.5       | Sustentabilidade E Governança Corporativa .....        | 62 |
| 2.5.1     | Sustentabilidade.....                                  | 62 |
| 2.5.2     | Externalidade .....                                    | 65 |
| 2.5.3     | Materialidade.....                                     | 67 |
| 2.5.4     | Governança Corporativa.....                            | 69 |
| 2.5.5     | Mapa causal da Governança e Sustentabilidade .....     | 73 |
| 2.6       | Indicadores ESG.....                                   | 74 |
| 2.6.1     | Mapa causal do ESG .....                               | 79 |
| 2.7       | Considerações finais .....                             | 79 |
| <b>3.</b> | <b>PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS</b> .....               | 81 |
| 3.1       | Delimitação da pesquisa .....                          | 85 |

|           |   |            |
|-----------|---|------------|
| 3.2       | Método de trabalho .....  | 86         |
| 3.3       | Evolução do referencial teórico .....                             | 95         |
| 3.4       | <i>Framework</i> de conhecimento teórico .....                    | 97         |
| 3.5       | Coleta de dados de campo.....                                     | 105        |
| 3.6       | Análise dos dados .....   | 107        |
| <b>4.</b> | <b>O ARTEFATO.....</b>  | <b>108</b> |
| 4.1       | Contexto do artefato .....  | 108        |
| 4.1.1     | Contando a história .....   | 109        |
| 4.1.2     | Estrutura Sistêmica Inicial.....                                  | 114        |
| 4.1.3     | O mercado de carvão.....  | 117        |
| 4.1.4     | O carvão e seus usos no Rio Grande do Sul .....                   | 119        |
| 4.1.5     | A empresa estudada .....  | 120        |
| 4.1.6     | A comunidade .....  | 121        |
| 4.2       | Classe do problema .....  | 122        |
| 4.3       | Construção do artefato.....                                       | 126        |
| 4.4       | Desenvolvimento do artefato .....                                 | 130        |
| 4.4.1     | Empresa e comunidade .....  | 130        |
| 4.4.2     | Empresa e demais <i>stakeholders</i> .....                        | 133        |
| 4.4.3     | Empresa e proprietários de terras.....                            | 136        |
| 4.5       | Os dados e o comportamento sistêmico das relações .....           | 138        |
| <b>5.</b> | <b>ESTRUTURAÇÃO DO ARTEFATO – OS DIRECIONADORES .....</b>         | <b>147</b> |
| 5.1       | Projeção da realidade a partir do artefato .....                  | 154        |
| 5.2       | As injeções dos direcionadores .....                              | 156        |
| 5.2.1     | GD01 - ODS \ Sustentabilidade e GD02 – Governança.....            | 157        |
| 5.2.2     | GD03 - Gestão de <i>stakeholders</i> .....                        | 158        |
| 5.2.3     | GD04 – Gestão Social.....   | 158        |
| 5.2.4     | GD 05 - Gestão de impactos e GD 07 - Processos Operacionais ..... | 159        |
| 5.2.5     | GD06 - Processo de Comunicação .....                              | 160        |

|           |   |            |
|-----------|---|------------|
| 5.2.6     | GD 08 - Indicadores ESG .....   | 161        |
| 5.2.7     | Representação gráfica das injeções .....                                  | 162        |
| 5.3       | Resultados práticos .....   | 163        |
| 5.4       | Validação do modelo .....   | 165        |
| 5.5       | Análise e discussão dos achados de pesquisa.....                          | 166        |
| 5.5.1     | A conexão da Tese e seu objetivo geral.....                               | 166        |
| 5.5.2     | A conexão da Tese e seus objetivos específicos .....                      | 167        |
| 5.5.3     | A conexão da Tese e questão de pesquisa .....                             | 169        |
| 5.6       | Explicações das aprendizagens .....                                       | 170        |
| <b>6.</b> | <b>CONCLUSÕES</b> .....   | <b>172</b> |
|           | <b>REFERÊNCIAS</b> .....  | <b>178</b> |
|           | APÊNDICE I – REFERÊNCIA DE TEXTO.....                                     | 198        |
|           | APÊNDICE II – ESTRUTURA CAUSAL E COMPORTAMENTO DAS VARIÁVEIS ...          | 209        |
|           | APÊNDICE III – DIAGRAMA DE SETAS.....                                     | 215        |
|           | APÊNDICE IV – DIAGRAMA DE SETAS .....                                     | 223        |
|           | APÊNDICE V - TABELA DE=>PARA DE VARIÁVEIS.....                            | 231        |
|           | APÊNDICE VI - MAPA CONCEITUAL CAUSAL GENERALIZADO .....                   | 238        |
|           | APÊNDICE VII – ETAPA 1 - DESCOBRINDO TEMAS NOS DADOS .....                | 239        |
|           | APÊNDICE VIII – LISTA DE VARIÁVEIS .....                                  | 298        |
|           | APÊNDICE IX – RELAÇÃO ENTRE VARIÁVEIS, COMPORTAMENTO E DE->PARA<br>.....  | 304        |
|           | APÊNDICE XI – LISTA DE CONECTORES .....                                   | 327        |
|           | APÊNDICE XII – ENLACES GERAIS.....  | 329        |
|           | APÊNDICE IX – MAPA CAUSAL DA TRANSCRIÇÃO SISTÊMICA, VERSÃO GERAL<br>..... | 335        |

## 1. INTRODUÇÃO

“O que a trouxe até aqui não será o que a levará adiante” é a frase usada por Marshall Goldsmith (2007), que pode ser utilizada para explicar a situação atual da mineração no mundo inteiro. A indústria de mineração enfrenta uma série de desafios, das mais diversas ordens, sejam eles de sustentabilidade (AZAPAGIC, 2004), oposição social (LACEY, LAMONT, 2014; PARAGREEN, WOODLEY, 2013; SVOBODOVA, YELLISHETTY, VOJAR, 2019; SCHWEINSBERG, MCMANUS, 2020), uso da terra (LUKE, 2017; LUKE, EMMANOUIL, 2019; WALSH, HAGGERTY, 2020) ou gestão de recursos hídricos (GAO et al., 2016; BARRETT, MORAN, COTE, 2010).

Segundo Thomson e Boutilier (2011), a partir dos anos 1990, a mineração tornou-se um termo pejorativo internacionalmente, sendo considerada uma indústria problemática, fonte de poluição e impactos sociais indesejados, tornando o setor um tanto quanto controverso, em relação à sustentabilidade mundial. Tradicionalmente, indústrias controversas geram esse tipo de polêmica quando apresentados abertamente (JO, NA, 2012). Pesquisadores destacam a mineração como indústria problemática por causa dos reflexos de seus produtos e operação em questões sociais e ambientais (SONG et al., 2018).

Com a intenção de reverter situações de crise, as organizações podem tomar decisões erradas, que podem comprometer seus lucros ou até mesmo chegar à falência, dado uma possível falta de habilidade na análise crítica de cenários (DRUCKER, 1990). Com o objetivo de evitar erros de leitura de ambientes, a ciência propôs o uso da perspectiva holística, também conhecida como Pensamento Sistêmico (CAPRA, 1996).

O Pensamento Sistêmico olha para as empresas como um organismo, no qual é preciso pensar o todo, seus relacionamentos e círculos de causalidade, para só então identificar e colocar em prática mudanças, ao mesmo tempo que potencializa os aspectos positivos das organizações (JANSEN, 2009; ANDRADE, 2006). Na economia global, o setor de mineração e minerais é diversificado, produzindo mais de 80 *commodities* minerais, nos quais estão alocados, aproximadamente, 1% de todos os empregos mundiais, representando 43 milhões de pessoas envolvidas diretamente no processo de mineração em grande e pequena escala (IIED, WBCSD, 2019). Nas palavras de Wellmer et al. (2018), dos três grupos de recursos naturais, que formam a base dos sistemas de energia futuros, a mineração se faz presente em dois deles: i) matérias-primas de energia fóssil, ex: gás, petróleo e carvão; ii) biomassa; e, iii) matérias-primas minerais, especialmente metais. Quanto ao carvão mineral, que apesar de apresentar as maiores disponibilidades das reservas de energia fóssil, no mundo, detém o segundo lugar na matriz

energética, com cerca de 28%, ficando atrás apenas do petróleo e seus derivados, com 31,9%, consolidando o carvão como uma importante fonte de energia/calor (IEA, 2019).

No Brasil, o carvão mantém sua participação histórica de apenas 1,2% desta matriz (EPE, 2018). Suas reservas totalizam 32 bilhões de toneladas (KALKREUTH, 2006). Já as reservas do Rio Grande do Sul representam 89% deste total, contudo em profundidades superficiais e rasas (KALKREUTH, et al., 2013).

A jazida de Candiota é a principal jazida carbonífera brasileira, não só em termos de reservas como também por possuir camadas de carvão de alta espessura e grande continuidade com pequena cobertura (DNPM, 2001). A segunda maior jazida está localizada na região do Baixo Jacuí, no centro do Rio Grande do Sul (DNPM, 2001). O baixo preço deste produto o torna uma opção atrativa para utilização como fonte de geração de energia, especialmente na região Sul do país (DA SILVA, 2018). Embora novas fontes de eletricidade estejam sendo descobertas e utilizadas e melhorando a cada ano, a demanda pelo carvão, neste setor, continuará por muitas décadas, pois é o combustível fóssil mais barato (JANGAM, 2011).

Apesar do mundo ser dependente da mineração de carvão, uma vez que ele é a fonte de energia mais importante, atendendo cerca de 40% das usinas elétricas, também é usado como material de partida para muitas sínteses químicas (YU, et al., 2013). Contudo, cabe ao setor redobrar seus esforços, como forma de manter sua 'licença social' para operar, respondendo a esses desafios, bem como, envolvendo seus diversos *stakeholders* (AZAPAGIC, 2004).

Um documento importante para promover a sustentabilidade na indústria é a chamada licença social para operar (SLO), que é descrita como um contrato social informal existente entre uma indústria e a comunidade em que ela opera (LACEY, LAMONT, 2014; LACEY et al., 2012; MOFFAT, 2016; THOMSON, BOUTILIER, 2011), sendo usada também como uma "ferramenta para promover a colaboração" (BOUTILIER, 2014, p. 271). Sendo capaz de sustentar o nível de aprovação que uma comunidade fornece para uma operação (APPEA, 2012), em alguns países do mundo, como Austrália e Estados Unidos, tornaram-se uma extensão dirigida à comunidade, apesar de não formal, do licenciamento operacional de uma empresa de mineração (GIURCO et al., 2014; PRNO, SLOCOMBE, 2012). Quando analisada em maior profundidade, Thomson e Boutilier (2011), afirmam que a SLO possui dois níveis, sendo um nível inferior de aceitação e um nível superior de aprovação. Os autores afirmam que a SLO pode transcender a aprovação, quando uma sociedade, ou parte substancial dela, incorpora a atividade econômica decorrente à sua identidade coletiva, como por exemplo San José, Califórnia/EUA, e arredores autodenominam-se "Vale do Silício". Outros exemplos são o Vale do Ruhr (Ruhrgebiet) na Alemanha e a Silésia, na Polônia, que abrigam distritos



industriais e empresas que no passado tiveram que se adaptar para que hoje possam ser consideradas sustentáveis.

De modo geral, a aceitação social só pode ser alcançada se o público realmente acreditar que seus valores serão respeitados, os impactos ambientais minimizados, e, ao mesmo tempo, refletir em empregos e melhoria da infraestrutura para a comunidade (WELLMER et al., 2018). Uma atitude que pode justificar a aversão em relação à mineração é a chamada “não-no-meu-quintal”, da sigla em inglês NIMBY (*Not-In-My-BackYard*), relatada por Benham (2017), tem como ponto de partida as percepções de risco (saúde e segurança) e confiança na indústria, atitudes pró-ambientais, a influência da mídia de notícias e apego ao lugar (SMITH et al., 2004; DEVINE-WRIGHT, 2009; WARREN, MCFADYEN, 2010; DEVINE-WRIGHT, 2009). Segundo Benham, as atitudes em relação entre o desenvolvimento e as comunidades locais são mais complexas do que o “NIMBY”.

Se por um lado a licença social é um fenômeno dinâmico, que pode evoluir com o tempo entre a aceitação total, até a perda da SLO, bem como o bloqueio do empreendimento (LACEY et al., 2012), por outro é necessário monitorar as ações de responsabilidade social corporativa – CSR (AGUINIS, GLAVAS, 2012), bem como o desempenho das empresas em gerir, com responsabilidade, as questões ambientais, sociais e de governança – ESG (LOKUWADUGE, HEENETIGALA, 2016). Segundo os autores, há uma necessidade cada vez maior das empresas, em todo o mundo, serem responsáveis por e para a sociedade.

Embora existam muitas teorias que expliquem a motivação das empresas em divulgar suas informações ESG (ambientais, sociais e de governança), a principal delas é para que possam: i) obter apoio e aprovação; ii) evitar oposição e desaprovação; ou iii) para ganhar legitimidade (LOKUWADUGE, HEENETIGALA, 2016). Geralmente atrelado ao investimento ético ou socialmente responsável (RICHARDSON, 2009), ESG se tornou, ao mesmo tempo, um indicador chave de competência de gestão, gestão de risco e desempenho não financeiro (GALBREATH, 2012). Assim, os indicadores ESG são essenciais para uma análise da capacidade de uma empresa manter a vantagem competitiva a longo prazo (LOKUWADUGE, DE SILVA, 2020). Ainda, segundo as autoras, é difícil interpretar ou comparar essas informações devido às inconsistências e à falta de práticas de relatórios ou padrões de divulgação comuns.

Com base neste contexto e, dado que o Estado do Rio Grande do Sul possui aproximadamente 90% das reservas de carvão mineral do Brasil (KALKREUTH, et al., 2013), sua utilização está muito aquém do seu potencial, esse trabalho de pesquisa tem por tema o estudo de práticas de mineração que sejam capazes de garantir a licença social para operar,

através do Pensamento Sistêmico, da mineração de carvão na cidade de Candiota, sem perder o foco na sustentabilidade do negócio.

## 1.1 OBJETO E PROBLEMA DE PESQUISA

O relatório da Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (WCED, 1987) reconheceu a interdependência das questões ambientais e de desenvolvimento, quando observou que o planeta era um planeta no qual as atividades humanas, bem como seus efeitos, eram nitidamente compartimentadas dentro das nações, em amplas áreas de preocupação (ambiental, econômica, social). As crises globais mostram que essas fronteiras não existem, e não podem ser analisadas de forma separadas, pois não são crises separadas, uma crise ambiental, uma crise de desenvolvimento, uma crise energética, mas todas formam um grande impacto.

A partir da primeira conferência do meio ambiente, em 1972 em Estocolmo, as nações buscaram atenuar os impactos do homem na natureza, mas foi no ano de 2015 que líderes mundiais construíram a Agenda 2030, com o objetivo de estruturar o Desenvolvimento Sustentável. Neste documento ficaram definidos os 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (SDG) que estabelecem metas nas dimensões sociais, econômicas e ambientais, para serem atingidas até 2030 (BEAVON, 2019).

Measham, et al. (2013) dizem em seu trabalho que a noção de uma "região sustentável" é derivada da aplicação de ideias de desenvolvimento sustentável à escala privilegiada da "região". Já a Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (WCED, 1987) definiu como sendo aquele que atenda às necessidades do presente sem colocar em risco a capacidade das gerações futuras de atender suas próprias necessidades.

Apesar do conceito de desenvolvimento sustentável ser de amplo conhecimento no mundo científico e organizacional, ainda pode ser informalmente distorcido, pois tem, ao mesmo tempo, no seu discurso sua principal força e fraqueza. Se por um lado defende o objetivo latente de desenvolvimento, por outro, prega como objetivo, igualmente desejado, a conservação do meio ambiente (BONNETT, 2010).

Com o propósito de tornar suas operações mais sustentáveis, há muitos anos o setor de mineração de carvão vem passando por processos de reestruturação, cujo o objetivo continua sendo a crescente eficácia das empresas (PRUSEK et al., 2018). Para o autor, há uma frase de efeito na indústria de carvão que é “Hoje não é difícil escavar, mas vender o que você escavou”. Essa afirmação pode ser analisada de vários aspectos, pois engloba estratégia de mercado,

sustentabilidade e pressões externas. Nesta linha, Da Silva (2018), adverte que existem alguns aspectos ambientais negativos associados ao uso de carvão que precisam ser analisados.

Conseguir gerir questões ambientais, sociais e de governança (ESG) passou a ter ainda mais importância e urgência, quando passou a ser uma parcela importante das estratégias das indústrias (LOKUWADUGE, HEENETIGALA, 2016). Nesta linha, os gestores de empresas financeiras passam a descobrir que podem reduzir o risco do portfólio incorporando critérios ESG, em seus processos de investimento (JAGANNATHAN et al., 2017). Assim, a mineração tem destaque na história da humanidade, pois a existência e qualidade da vida humana dependem da produção e dos consumos adquiridos através da exploração dos recursos minerais, como por exemplo, o carvão. O desenvolvimento sustentável também depende da exploração das reservas minerais, contudo, muitas vezes ela pode ocorrer de forma incoerente (RUIZ et al., 2014).

A partir da definição do desenvolvimento sustentável, pelo WCED em 1987, o principal desafio para a indústria é encontrar formas de mostrar ser capaz de contribuir para o bem-estar da geração atual, sem colocar em risco as gerações futuras (WBCSD, 2002). Logo, para o atingimento desta meta, se faz necessário uma abordagem de sistemas que permita o equilíbrio das inquietações econômicas, ambientais e sociais (AZAPAGIC, 2003). Neste contexto, a questão de pesquisa central deste estudo é: **Quais são os direcionadores de governança eficazes e integrados para promover a sustentabilidade do negócio na indústria de mineração de carvão, considerando os princípios do desenvolvimento sustentável e abordagem sistêmica?**

### 1.1.1 Objetivos

Esta pesquisa segue uma abordagem qualitativa como forma de obter informações sobre as relações que existem em um contexto específico e, a partir delas, fazer interpretações sobre as perspectivas das partes envolvidas (YIN, 2011). O objetivo geral é identificar e desenvolver direcionadores de governança como forma de promover a sustentabilidade da mineração de carvão na cidade de Candiota/RS, utilizando uma abordagem qualitativa e a modelagem sistêmica. Assume-se como pressuposto que abordagens sistêmicas podem ser úteis para elucidar relações de causa-efeito-causa, separadas no tempo e no espaço, intrincadas em objetos complexos, tais como a indústria de mineração de carvão. Os objetivos específicos são: (i) Construir uma estrutura sistêmica representativa e que demonstre as interações e relações entre os diferentes *stakeholders* envolvidos no objeto de pesquisa, considerando os aspectos

ambientais, sociais e econômicos, (ii) Identificar os pontos de alavancagem dentro da estrutura sistêmica, com maior potencial de promoção da sustentabilidade na atividade de mineração de carvão (iii) Formular um conjunto de recomendações e instruções específicas, baseadas nos pontos de alavancagem identificados, para orientar a tomada de decisões e a consolidação de práticas sustentáveis dentro do objeto de pesquisa.

As justificativas que foram apresentadas, além de centrarem as teorias e conceitos que sustentaram a pesquisa, tem por objetivo apresentar os propósitos que sustentam a sua originalidade, bem como, a necessidade do desenvolvimento de um projeto com esta envergadura.

### 1.1.2 Justificativa acadêmica

A relevância dessa pesquisa foi avaliada por meio de uma revisão bibliográfica abrangente, que se baseou na evolução do tema pesquisado ao longo dos anos, avaliando a produção científica produzida sobre o assunto. A análise bibliográfica foi realizada nas bases de dados *Scopus* e *Web of Science*, dada a sua relevância acadêmica e ampla gama de periódicos científicos internacionais, uma vez que possuem 30 mil e 20 mil títulos, respectivamente, além do rigor científico das revistas catalogadas pelas bases (SILVA, GRACIO, 2016).

A partir desta base teórica, foi avaliada a relevância desta pesquisa através da revisão bibliográfica, que teve como ponto de partida evoluir sobre: a) Desenvolvimento do tema no ano a ano; b) Documentos mais citados; c) países que mais publicam (MARIANO, ROCHA, 2017).

O primeiro ponto de corte da pesquisa foi com o tema principal desta tese: “Carvão mineral”, utilizando a palavra inglesa “*coal*”. Essa pesquisa resultou em mais de 280.000 títulos na base *Scopus* e 166.000 na base *WOS*. Devido as bases possuírem restrições para disponibilizar detalhes de um número tão grande de artigos, não foi possível fazer correlações importantes, como por exemplo a evolução das publicações no tempo, e publicações por países, apresentados na Tabela 1.

Tabela 1: Resultado de pesquisa base WOS e Scopus

| Ano  | Total publicado |            | % ano/total   |            | Publicação China |            | % China/Total |            |
|------|-----------------|------------|---------------|------------|------------------|------------|---------------|------------|
|      | <i>Scopus</i>   | <i>WOS</i> | <i>Scopus</i> | <i>WOS</i> | <i>Scopus</i>    | <i>WOS</i> | <i>Scopus</i> | <i>WOS</i> |
| 2021 | 2.477           | 1.253      | 1,5%          | 1,2%       | 1.490            | 826        | 60%           | 66%        |
| 2020 | 14.187          | 11.541     | 8,9%          | 10,6%      | 7.999            | 6.480      | 56%           | 56%        |
| 2019 | 14.352          | 11.529     | 9,0%          | 10,5%      | 7.339            | 6.054      | 51%           | 53%        |

| Ano   | Total publicado |         | % ano/total |      | Publicação China |        | % China/Total |     |
|-------|-----------------|---------|-------------|------|------------------|--------|---------------|-----|
|       | Scopus          | WOS     | Scopus      | WOS  | Scopus           | WOS    | Scopus        | WOS |
| 2018  | 13.121          | 10.089  | 8,2%        | 9,3% | 6.578            | 4.957  | 50%           | 49% |
| 2017  | 12.286          | 9.545   | 7,7%        | 8,8% | 5.724            | 4.275  | 47%           | 45% |
| 2016  | 11.323          | 8.971   | 7,1%        | 8,3% | 5.260            | 3.789  | 46%           | 42% |
| 2015  | 10.430          | 7.794   | 6,5%        | 7,2% | 4.777            | 3.164  | 46%           | 41% |
| 2014  | 11.419          | 6.611   | 7,1%        | 6,1% | 5.670            | 2.748  | 50%           | 42% |
| 2013  | 10.772          | 6.672   | 6,7%        | 6,2% | 5.022            | 2.801  | 47%           | 42% |
| 2012  | 9.847           | 6.236   | 6,2%        | 5,8% | 4.439            | 2.667  | 45%           | 43% |
| 2011  | 9.416           | 5.441   | 5,9%        | 5,0% | 4.123            | 2.126  | 44%           | 39% |
| 2010  | 8.341           | 4.838   | 5,2%        | 4,5% | 3.211            | 1.764  | 38%           | 36% |
| 2009  | 7.699           | 4.653   | 4,8%        | 4,3% | 2.868            | 1.568  | 37%           | 34% |
| 2008  | 6.308           | 3.972   | 3,9%        | 3,7% | 1.942            | 1.163  | 31%           | 29% |
| 2007  | 6.258           | 3.697   | 3,9%        | 3,4% | 1.814            | 1.111  | 29%           | 30% |
| 2006  | 5.846           | 2.840   | 3,7%        | 2,6% | 1.446            | 532    | 25%           | 19% |
| 2005  | 5.867           | 2.672   | 3,7%        | 2,5% | 1.434            | 490    | 24%           | 18% |
| Total | 159.949         | 108.354 |             |      | 71.136           | 46.515 | 44%           | 43% |

Fonte: Elaborada pelo Autor

Ao analisar o detalhamento das décadas, nos últimos 15 anos completos, a amostra representa mais de 56% dos artigos. Já na base *WOS*, entre os anos 2021 (em curso) e 2005, representa mais de 65% das publicações da base. Outro fator importante a ressaltar é o crescente interesse da China na publicação de artigos com o tema. Se no ano de 2005 representava cerca de 18% das publicações do mundo, na base *Scopus*, no ano de 2020 apresentou números muito mais expressivos, chegando a mais de 60% das publicações mundiais de ambas as bases.

O impacto da pesquisa chinesa, no tema específico, fica evidente ao se analisar os registros ao longo do tempo. No ano de 2009 a evolução de suas publicações registrou o crescimento de 48%, saindo de 1.642 para 2.868 artigos na base *Scopus*.

Ao mesmo tempo, é notório o interesse da China quanto ao consumo de carvão, pois o seu crescimento de consumo cresce ano a ano, registrando um acréscimo significativo ao longo dos anos, quando, a partir de 2010, a China passou a representar 50% do consumo mundial de carvão (IEA, 2019).

Ao analisar essas duas informações de forma conjunta, foi identificada uma importante linha de pesquisa que possibilita entender o conhecimento produzido, a qual demonstra sustentar o uso do carvão, através da mitigação dos impactos associados ao seu consumo. Ao mesmo tempo, apresenta uma lacuna de conhecimento no que diz respeito à governança sistêmica da indústria de mineração de carvão, bem como a falta de modelos de satisfação as necessidades de sustentabilidade desse setor.

O segundo momento desta etapa exploratória da bibliografia evoluiu através da aplicação dos filtros de pesquisa, nas publicações a partir de 2005, nas quais foram combinados com o tema principal ‘coal’, os termos: “ESG” ou “*Environmental Social Governance*”; “SDG” ou “*Sustainable Development Goals*”; “SLO” ou “*Social License to Operate*”; “Governance”. As pesquisas foram realizadas aos pares, ou então de forma combinada, tendo seus resultados apresentados na Tabela 2.

Tabela 2: Número de publicações por combinações de termos de pesquisa entre 2005 a 2021

| COAL | Combinações de termo de pesquisa                    |   |  |            | Nº publicações |     |       |
|------|---|---|--|------------|----------------|-----|-------|
|      | “ESG” or<br>“ENVIRONMENTAL<br>SOCIAL<br>GOVERNANCE” | “SDG” or<br>“SUSTAINABLE<br>DEVELOPMENT<br>GOALS” | “SLO” or<br>“SOCIAL<br>LICENSE<br>TO<br>OPERATE” | GOVERNANCE | Scopus         | WOS | Total |
| X    | X   |   |  |            | 20             | 2   | 22    |
| X    |   | X   |  |            | 65             | 21  | 86    |
| X    |   |   | X  |            | 33             | 7   | 40    |
| X    |   |   |  | X          | 261            | 300 | 561   |
| X    | X   | X   |  |            | 1              |     | 1     |
| X    |   |   | X  | X          | 3              |     | 3     |
| X    | X   |   |  | X          | 4              | 1   | 5     |
| X    |   | X   |  | X          | 2              |     | 2     |
| X    | X   | X   | X  |            | -              | -   | -     |
|      |   |   |  | TOTAL      | 389            | 331 | 720   |

Fonte: Elaborada pelo Autor

Estas combinações, quando analisadas ao longo do tempo, apresentadas na Tabela 3, destacam que a partir do ano de 2016, foi a grande contribuição da ciência para os assuntos que envolvem a governança da indústria da mineração de carvão. Contudo, três anos depois, o assunto demonstra perder interesse dos pesquisadores. Por outro lado, a partir dos anos 2017, começam números de publicações mais expressivos sobre ESG, SDG e SLO na área da indústria do carvão mineral. Entretanto, pouco se estudou sobre a aplicação combinada destes conceitos.

Tabela 3: Distribuições das publicações ao longo dos anos

| Combinações de termos de pesquisa | Ano de publicação |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    | Total |    |
|-----------------------------------|-------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-------|----|
|                                   | 05                | 06 | 07 | 08 | 09 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 |       | 21 |
| Coal e SDG/Sustainable            |                   |    | 1  | 4  |    |    | 1  | 3  |    | 2  | 2  | 5  | 9  | 11 | 11 | 28 | 9     | 86 |

| Combinações de termos de pesquisa                     | Ano de publicação |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |    |     |    | Total |
|---|-------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|----|-----|----|-------|
|   | 05                | 06 | 07 | 08 | 09 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18  | 19 | 20  | 21 |       |
| Development Goals                                     |                   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |    |     |    |       |
| Coal e SLO/Social License to Operate                  |                   |    |    |    |    | 2  | 1  | 1  | 2  | 5  | 2  | 3  | 11 | 4   | 3  | 6   |    | 40    |
| Coal e ESG/Environmental Social Governance            |                   | 1  |    |    | 1  |    | 4  | 1  | 2  |    |    | 2  | 2  | 4   |    | 5   |    | 22    |
| Coal, ESG, SDG/Sustainable Development Goals          |                   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |    | 1   |    | 1     |
| Coal e Governance                                     | 5                 | 14 | 4  | 10 | 19 | 14 | 14 | 24 | 39 | 31 | 30 | 58 | 55 | 90  | 72 | 69  | 13 | 561   |
| Coal, Governance, SLO/Social License to Operate       |                   |    |    |    |    | 1  |    |    |    |    |    |    | 1  |     |    | 1   |    | 3     |
| Coal, Governance, ESG/Environmental Social Governance |                   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    | 2   |    | 3   |    | 5     |
| Coal, Governance e SDG/Sustainable Development Goals  |                   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |    | 2   |    | 2     |
| Total Geral   | 5                 | 15 | 5  | 14 | 20 | 17 | 20 | 29 | 43 | 38 | 34 | 68 | 78 | 111 | 86 | 115 | 22 | 720   |

Fonte: Elaborada pelo Autor

A seleção final dos artigos para compor o *framework* conceitual contou com aqueles de maior relevância para a academia científica, através do critério de maior número de citações, acrescidos, de todos aqueles publicados na última década (2020).

Após a seleção e leitura dos artigos finais, foi aplicado o processo de bola de neve, que agregou mais 27 artigos para a base de pesquisa. Outra importante base de artigos foi constituída ao longo das pesquisas realizadas durante o programa de pós-graduação em engenharia de produção e sistemas, no nível de doutorado. Esta etapa contribui com 79 artigos, os quais consolidam a base de dados de artigos aplicados na pesquisa. Assim, a base final de pesquisa é composta por 187 artigos, sendo que suas análises estão apresentadas no capítulo 2, deste trabalho de pesquisa.

Quanto à atualidade da base de artigos, levando em consideração o número de citações realizadas, esta é apresentada na Tabela 4. O objetivo é mostrar que 71% das citações feitas ao longo deste trabalho, são de produções científicas publicadas após o ano de 2020. As citações feitas a trabalhos anteriores a esse período, se resumem a obras seminais, ou então que aborde

conceitos, dados ou informações que não foram, dentro do contexto da pesquisa, publicadas posteriormente.

Tabela 4: Atualidade das referências bibliográficas utilizadas.

| Sessão do texto                               | =< 1990 | 1991 a 2000 | 2001 a 2010 | 2011 a 2020 | >= 2021 | Total |
|---|---------|-------------|-------------|-------------|---------|-------|
| Introdução                                    | 2%      | 2%          | 24%         | 72%         |         | 100%  |
| Capítulo 1                                    | 6%      | 3%          | 17%         | 60%         | 14%     | 100%  |
| Capítulo 2                                    |         |             |             |             |         |       |
| 2.1 Pensamento Sistêmico                      | 13%     | 13%         | 22%         | 52%         |         | 100%  |
| 2.2 Mineração de carvão                       | 2%      | 4%          | 25%         | 61%         | 8%      | 100%  |
| 2.3 Obj. de Des. Sustentável (SDG)            |         |             | 3%          | 74%         | 23%     | 100%  |
| 2.4 Licença Social para Operar (SLO)          | 3%      |             | 9%          | 88%         |         | 100%  |
| 2.5 Sustentabilidade e Governança Corporativa | 6%      | 8%          | 3%          | 72%         | 11%     | 100%  |
| Capítulo 3                                    | 6%      | 19%         | 33%         | 42%         |         | 100%  |
| Capítulo 4                                    | 10%     | 12%         | 21%         | 51%         | 6%      | 100%  |
| Capítulo 5                                    | 8%      |             | 13%         | 79%         |         | 100%  |
| Total Geral                                   | 6%      | 7%          | 16%         | 65%         | 6%      | 100%  |

Fonte: Elaborada pelo Autor (2022).

Ainda como forma de ressaltar a atualidade, importante lembrar que a falta de um projeto de pesquisa que aborde os temas apresentados de forma sistêmica, também é uma lacuna de conhecimento que essa Tese se propõe a preencher, através da pesquisa científica para a construção de um modelo de governança sistêmica, que atenda a visão de longo prazo. Através da aplicação dos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (SDG), sem perder de vista as expectativas práticas do local onde transcorre a vida de uma comunidade que outorga sua Licença Social para Operar (SLO) para a mineração de carvão, sendo esses os resultados desse modelo, medido por um conjunto de indicadores de Meio Ambiente, Social e Governança (ESG). Como resultado, outra lacuna do conhecimento pretende ser atendida, concomitantemente, pois, até o momento, não foram encontrados modelos de indicadores que satisfaçam a essa necessidade.

Assim, é esperado que esta tese se justifique academicamente ao propor uma contribuição para o avanço dos limites do que é conhecido até o momento, através de uma estrutura sistêmica que espera ser capaz de simular interações e, a partir delas, projetar cenários, que servirão de laboratório de teste do modelo que pretende ser desenvolvido.



### 1.1.3 Justificativa sob o ponto de vista socioambiental

As justificativas que fundamentam a necessidade de investigar e desenvolver direcionadores de governança para a mineração sustentável de carvão, partem da necessidade de compreender e abordar seus reflexos sociais e ambientais, bem como buscar soluções que promovam a mineração de carvão de forma responsável e equilibrada.

A energia é a base do funcionamento humano em quase todas as áreas da atividade econômica (KRYZIA et al., 2019) e quase 87% da energia do mundo é gerada pela combustão de combustíveis fósseis, dos quais cerca de 30% é carvão mineral (IEA, 2019). Estima-se haver cerca de 1,1 trilhão de toneladas de reservas de carvão em todo o mundo. Isso significa que, nas taxas atuais de produção, há carvão suficiente para durar cerca de 150 anos enquanto que as reservas de petróleo e gás durarão entre 50 e 52 anos nos atuais níveis de produção (WCA, 2019).

Ao mesmo tempo, por muitos anos o setor de mineração de carvão vem passando por processos de reestruturação, cujo principal objetivo continua sendo a crescente eficácia das empresas de mineração de carvão (PRUSEK et al., 2018).

Várias iniciativas estão sendo implementadas ao redor do mundo como forma de reduzir a pegada deixada por esta indústria no meio ambiente. A China adotou o conceito de “*Green Mining Construction*”, o qual tem se mostrado uma ambiciosa estratégia de sustentabilidade de mineração (QI et al., 2019). Muitas regulamentações ambientais de mineração já foram pesquisadas, como as da Austrália (CONNOR, 2016), Chile (REYES-BOZO et al., 2014), Canadá (GIBSON, 2006), Índia (GHOSE, 2003) e África do Sul (CAMPBELL et al., 2017).

Sendo o carvão mineral o principal combustível fóssil para geração de energia elétrica mundial, e no Brasil, concentrado no estado do Rio Grande do Sul, esta pesquisa tem como propósito trazer à tona quatro importantes vertentes, que podem possuir impacto positivo direto sobre o assunto da sustentabilidade da mineração de carvão.

A primeira diz respeito à autorização emitida, mesmo que de forma tácita, por uma comunidade para uma empresa operar em sua localidade, a qual ganhou o nome de Licença Social para Operar, que tem sua origem do termo em inglês “*Social License to Operate (SLO)*”. A segunda, nasce durante uma reunião chamada ECO-92, no Rio de Janeiro, 1992, lembrando que no ano de 2015 foi oficialmente introduzida a política de desenvolvimento sustentável mundial. Composto por 17 objetivos e 169 metas, os quais possuem o foco exclusivo em tornar

o planeta mais sustentável, resiliente e com justiça social, foi batizado com o nome de Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, ou então, “*Sustainable Development Goals – SDG*” (PNUD, 2021). Já a terceira, tem por objetivo ajudar as empresas a tornarem seus resultados, quanto as suas ações ambientais, sociais e de governança, cada vez mais transparentes. Tanto em português como em inglês recebe o nome de ESG, que tem origem nas palavras: *Environmental, Social and Governance* (LOKUWADUGE, HEENETIGALA, 2016). Por fim, porém não menos importante, a última tem por objetivo avaliar os resultados das corporações. Apesar de haver discordâncias sobre quais são bons ou ruins, não há dúvida que os mecanismos de governança contribuam positivamente para a gestão ética dos negócios (SHLEIFER, VISHNY, 1997, MAN, WONG, 2013).

A mineração de carvão teve um impacto significativo no desenvolvimento econômico e social das regiões onde foi explorada, como Candiota/RS. Por outro lado, a interrupção dessa atividade afetou negativamente as economias locais, especialmente em municípios dependentes do carvão (MME, 2021).

No Rio Grande do Sul, em 2019, haviam 606 trabalhadores formais no setor de extração e beneficiamento de carvão, representando 16,8% dos empregos no país. Em Candiota, o montante de trabalhadores em regimes formais de emprego soma 2.533, sendo que desses, 287 estão diretamente envolvidos nas atividades de mineração ou beneficiamento de carvão. Quanto ao impacto na renda salarial, essa indústria também tem importante impacto, com uma remuneração média 64% superior à média geral no Rio Grande do Sul. Em 2019, a remuneração média nas atividades de extração e beneficiamento foi de R\$ 4.710 (USD 1.193), gerando uma massa salarial mensal de cerca de R\$ 3,0 milhões na economia gaúcha (DIEESE, 2022).

Esses dados, aliados ao Programa para uso Sustentável do Carvão Mineral, apresentado nas portarias N° 461/2020 e N° 540/2021, do Ministério de Minas e Energia (MME, 2021), demonstram a importância socioeconômica da mineração de carvão, ao gerar empregos diretos, melhorar a remuneração média, impulsionando outras indústrias locais, ao mesmo tempo que atende as metas nacionais de emissão de CO<sub>2</sub>. Assim, a continuidade da atividade passa pelas garantias de uma governança que promova práticas sustentáveis, promovendo o crescimento econômico e social nas regiões afetadas.

A contribuição desta tese para o mundo das corporações, especificamente para indústria da mineração de carvão, está na aplicação sistêmica dos tópicos apresentados, no capítulo 2, acerca da sustentabilidade e tem a finalidade de projetar a mineração de carvão a um patamar mais elevado de propósito. No que diz respeito à relevância, através da construção deste modelo, um novo caminho será aberto, pelo qual será possível encontrar novas práticas

de sistemas, processo, gestão e integração de empresa, comunidade e meio ambiente. Importante ressaltar que, no Brasil, 74% das pessoas acreditam que as empresas devam promover mudanças ao invés de esperar que o governo as imponha, ao mesmo tempo em que 71% das pessoas confiam em empresas familiares (ELDELMAN, 2021), logo, dados os contornos deste estudo, estes dois fatos contribuem para a relevância da pesquisa.

Por fim, a originalidade em que esta pesquisa está baseada, principalmente, na inexistência de uma pesquisa com este contorno, bem como, na latência que os assuntos sobre a sustentabilidade ganham espaço nas discussões mundiais e, adicionalmente, a mineração de carvão sofre questionamentos diários através dos meios de comunicação.

#### 1.1.4 Delimitação do Trabalho

Este trabalho tem por objetivo inicial a construção de um *framework* conceitual que seja capaz de amparar e responder aos questionamentos que surgirão ao longo do desenvolvimento da pesquisa. Assim, a primeira delimitação deste trabalho é quanto aos assuntos que serão pesquisados, que estarão restritos aos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (SDG), Licença Social para Operar (SLO), Governança, Indicadores de Meio Ambiente, Social e Governança (ESG). Quanto à Governança, dentro das quatro definições de Arruda et al. (2008), será considerada como sistema de valores e padrões de comportamento, pois tem responsabilidade tanto quanto aos seus objetivos de negócios, como em relação aos interesses dos diversos *stakeholders*.

Cabe lembrar que, apesar de muito comum na língua portuguesa, a abreviação de ODS, para Objetivos do Desenvolvimento Sustentável, e não SDG, como será utilizado, tem o propósito de evitar distorções de pesquisa, pois a sigla ODS, nos artigos publicados em inglês, juntamente com a palavra “*coal*” remete para pesquisa sobre ações oxidativas. Esse motivo, aliado ao fato de não terem sido encontrados artigos publicados em português, nas bases de dados trabalhadas, a abreviação “ODS” foi excluída das pesquisas.

No momento em que a base de artigos não conseguiu atender às necessidades da pesquisa, foi necessário a flexibilidade dos filtros aplicados. Caso isso aconteça, a solução planejada é: a) utilização de uma nova base de dados; b) flexibilidade do filtro principal, trocando a palavra “*coal*” por “*mining*”; c) exclusão do filtro principal e análise em outras indústrias. Essas possíveis alterações serão conduzidas de forma que não coloquem em risco o rigor da estruturação da base conceitual. Para isso, foram seguidos os passos declarados como necessários por Azevedo (2016) e Mariano e Rocha (2017).

Quanto ao ambiente, no qual esta pesquisa está inserida, se restringe a uma operação de mineração de carvão, na cidade de Candiota, no estado do Rio Grande do Sul, sendo a comunidade envolvida, em primeiro momento, denominada de Bairro do Seival, uma vez que ela está a 5 km da unidade de beneficiamento do carvão. Se necessário, para maior rigor científico, ou robustez de relevância, o estudo poderá ser estendido para o Bairro João Emilio, sendo a segunda comunidade mais próxima (10 km).

## 1.2 ESTRUTURA DA PESQUISA

Este trabalho está estruturado em cinco capítulos, sendo eles: Capítulo 1, que tem por objetivo apresentar os temas, contextualizando o mercado no qual a mineração de carvão está inserida e qual sua importância para a economia e desenvolvimento das nações. Também estão apresentados os objetivos de pesquisa, gerais e específicos, justificativa e delimitação do tema.

O capítulo 2, faz a fundamentação teórica sobre todos os temas apresentados no Capítulo 1, que são: I) Pensamento Sistêmico; II) Mineração de Carvão (no mundo, Brasil e Rio Grande do Sul); III) Objetivo do Desenvolvimento Sustentável (SDG); IV) Licença Social para Operar (SLO); V) Sustentabilidade e Governança Corporativa; e VI) Indicadores ESG.

Ao capítulo 3 cabe a apresentação, os procedimentos metodológicos, delineamento da pesquisa, bem como o método de trabalho que será aplicado ao longo desta pesquisa para as coletas de dados e dos procedimentos de análise dos dados. Nesse capítulo também serão apresentados o ambiente e a empresa pesquisada. Esse capítulo também apresenta a evolução do referencial teórico, bem como a consolidação do framework do conhecimento.

No capítulo 4, está a execução dos passos, descritos no método de trabalho, para a construção do artefato, seu desenvolvimento e aplicação. O capítulo 5, apresenta a estruturação do artefato, os resultados observados na empresa estudada, bem como a conexão entre os achados de pesquisa e o propósito da tese. Por fim, o capítulo 6, apresenta as conclusões do estudo, suas limitações, bem como as principais propostas de estudos futuros.

## 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1 Pensamento Sistêmico

René Descartes, em sua obra *Discurso sobre o método* (1637), propõe que a complexidade de um evento deve ser reduzida a pequenas partes, para que cada uma seja analisada em separado (CHECKLAND, 2012). Nesta perspectiva, existe apenas uma relação de causa-efeito simples, onde todas as relações entre as partes e das partes com o todo são simples, ou então, sistemas fechados (ACKOFF, 1974). Esse método influenciou gerações e levou a concepção do pensamento mecanicista, que era resumido à análise das partes de que era composto um problema, para entender a situação como um todo (CAPRA, 1985).

Contudo, a complexidade dos tempos atuais aumentou exponencialmente com a chegada das adversidades ambientais, sociais, econômicas, que atingem a sociedade como um todo (KAUFFMAN, 1980). O mundo tem cada vez mais problemas (RICHMOND, 1994), mas ao analisá-los é possível identificar que os riscos, ao mesmo tempo que estão interligados, por estarem conectados, são interdependentes, por terem origem e motivações diferentes (JANSEN, 2009; CAPRA, JAKOBSEN, 2017). Por isso, à medida que a capacidade de compreensão é superada pela complexidade dos problemas analisados, aumenta o risco de falsas soluções (RICHMOND, 1993). A partir da ideia que existe uma complexidade de relacionamento nos eventos observados no mundo, a expressão 'O todo é maior que a soma de suas partes', se faz cada vez mais atual e oportuna (CAPRA, 1985; FLOOD, 2010; MEADOWS, 2001; CHECKLAND, 2012; BERTALANFFY, 1986).

Com o objetivo de desenvolver uma visão ampla sobre os acontecimentos, não mais pela divisão das partes, mas através de imagens inteiras de fenômenos e sua compreensão significativa, é que o Pensamento Sistêmico passou a ser aplicado a um amplo conjunto de campos e disciplinas, como métodos de análise de problemas complexos (FLOOD, 1990, 2010; MONAT, GANNON, 2015). No Pensamento Sistêmico é dada importância aos inter-relacionamentos das variáveis, no lugar dos eventos, produzindo um quadro de referência conceituais, constituídas de conhecimentos e dados que evidenciam padrões de comportamento (SENGE, 2002; CAPRA, 2007).

A partir da aplicação do Pensamento Sistêmico nas mais diversas áreas, fica difícil uma definição precisa sobre o tema, pois representa uma nova forma de pensar sobre todos os sistemas existentes (SHAKED, SCHECHTER, 2017). Vários foram os autores que buscaram conceituá-lo. Peter Senge (2002), diz que o Pensamento Sistêmico é um conjunto de princípios

gerais, composto por ferramentas e técnicas específicas, que busca olhar o todo, com suas inter-relações, ao invés de tentar compor uma imagem estática. Já Richmond (1994) afirma que o Pensamento Sistêmico é a plena capacidade de fazer avaliações estruturadas e confiáveis sobre o comportamento de um sistema, compreendendo em profundidade as estruturas nele contidas ou a ele relacionadas. Siriram (2012), complementa com a possibilidade de realizar análises de conexões entre eventos e com isso realizar a leitura de padrões de comportamento.

Apesar de suas inúmeras propostas na formação do seu conceito, é possível afirmar que a essência do Pensamento Sistêmico está na capacidade de observar o mundo como um sistema complexo, onde tudo está ligado a tudo (CAPRA, 2007; STERMAN, 2000), sendo que duas características são comuns entre as diversas propostas de conceito. A primeira é que o Pensamento Sistêmico busca a compreensão holística do sistema. Segundo, apesar de analisar as partes de forma isolada, busca descobrir a importância delas dentro do sistema, com o objetivo de compreender o todo através de suas partes e ver o relacionamento das partes dentro do todo (CAPRA, 1985; SHAKED, SCHECHTER, 2017).

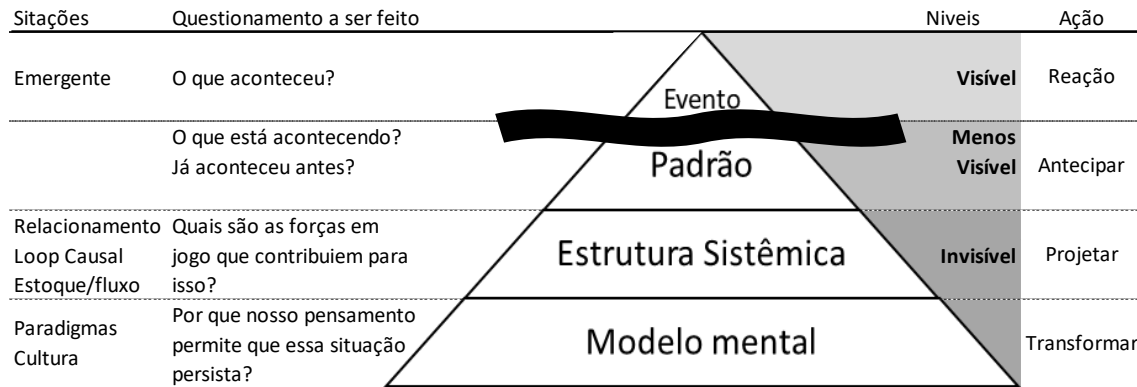
O mesmo é verdade quando aplicado no mundo das organizações. As partes que constituem esses sistemas são propositais, compostas por metas, objetivos e expectativas inseridas em outros sistemas, que por sua vez, possuem seus objetivos próprios. Legitimamente, é possível afirmar que as responsabilidades das organizações envolvem: seus próprios propósitos, os de seus *stakeholders* e dos sistemas maiores dos quais fazem parte, que muitas vezes, podem estar em conflito (ACKOFF, 1974). Isso porque as pessoas que integram cada uma das organizações possuem intenções motivadoras particulares para suas ações, que podem ser reflexos de seus modelos mentais (FLOOD, 2010).

Os modelos mentais são compostos por regras de raciocínio, histórias, crenças, pressupostos e generalizações. Ao mesmo tempo que definem o mundo como é percebido estão constituídos na base sobre a qual se sente, pensa e interage. Inúmeras vezes os modelos mentais são estendidos para as empresas e conseqüentemente interferem nas escolhas realizadas. Não há como ficar livre dos modelos mentais, mas é necessário melhor trabalhá-los através de ampliação e diversificação. Quanto mais diversificadas forem as experiências e quanto mais cuidado existir na sua conclusão, mais está se exercitando e aprimorando os modelos mentais (AZEVEDO et al., 2015).

Além da análise holística, o Pensamento Sistêmico reconhece que uma organização, construída por humanos, reflete eventos ou padrões que derivam de estruturas sistêmicas, frutos de modelos mentais. A formação desta hierarquia é apresentada no modelo iceberg, na Figura 1, para exemplificar a afirmação de Senge (2002), que é necessário observar além dos eventos,

passando a analisar as estruturas subjacentes que moldam as ações individuais. Segundo o autor, uma situação complexa apresenta diversos níveis de explicações.

Figura 1: Modelo Iceberg



Fonte: Adaptado pelo autor (MONAT, GANNON, 2015; SENGE, 2002)

Nesta perspectiva, os eventos afloram do nível d’água e estão alicerçados em padrões de comportamentos, estruturas sistêmicas e modelos mentais, esses submersos e por isso ocultos da percepção cotidiana (ANDRADE, 1998). Avaliar apenas os eventos é buscar explicações para quem é o culpado de uma situação, o que pode levar a um modelo de gestão reativa. O segundo nível, menos visível, apresenta os padrões de comportamento, para as quais é possível antecipar a solução, mas focando no curto prazo. A partir deste nível as situações se tornam invisíveis. O terceiro nível traz estruturas sistêmicas, as quais são menos comuns e mais poderosas, pois demonstram as forças que motivam as ações. Por fim, o último nível traz os modelos mentais, individuais ou coletivos, construídos pelos paradigmas culturais, mapas internalizados, crenças, suposições e rotinas que influenciam a percepção e a ação (SENGE, 2002; KIM, SENGE, 1994).

A partir da representação do Modelo Iceberg, os eventos são aqueles que mais ganham atenção no dia a dia das organizações, pois são as ocorrências encontradas com maior facilidade. Padrões podem ser caracterizados como memórias dos eventos, os quais, acumulados ao longo do tempo, podem resultar em tendências que se repetem. Já as estruturas sistêmicas representam a organização das partes dentro de um sistema, construídos a partir dos modelos mentais da organização, as quais serão o ponto de partida dos eventos e padrões (KIM, 1999).

Simplificar as análises aos eventos limita a solução de um problema organizacional, uma vez o ponto mais difícil a ser descoberto é o “ponto de alavancagem”, ou seja, onde aplicar

o menor esforço que resulte em melhoria de longo prazo, pois essas mudanças não são óbvias e muitas vezes podem estar distantes no tempo e no espaço (SENGE, 2002).

Com o objetivo de permitir análises de maior amplitude e profundidade, o Pensamento Sistêmico propõe uma série de ferramentas, descritas no Quadro 1, com a função de apoiar o desenvolvimento das etapas de observação e ajudar na análise ao longo dos diversos níveis do modelo iceberg, compondo um meio de identificar e comunicar os seus componentes, bem como os relacionamentos existentes no sistema (MONAT, GANNON, 2015).

Quadro 1: Ferramentas do Pensamento Sistêmico

| <b>Ferramentas</b>                                | <b>Descrição</b>  |
|---|---|
| Arquétipos de Sistemas                            | São situações estruturas causadoras de problemas rotineiros. São eles: Limites ao crescimento; Deslocando o fardo; Metas declinantes; Os ricos ficam mais ricos; Correções que falham; Escalada; Processo de equilíbrio com defasagem; A Tragédia dos comuns. |
| Gráficos de comportamento ao longo do tempo (BOT) | Traçam os comportamentos e valores das variáveis de sistema específico.   |
| Loops causais com <i>feedback</i> e atrasos       | Relação de comportamento, podem representar processos de reforço ou balanceamento   |
| Diagramas de estoque e fluxo                      | Representa o objetivo do sistema, geralmente acumulando “coisas”  |
| Infraestruturas da Cadeia Principal               | Tentam traduzir um problema específico do sistema, descrevendo os principais conceitos, atores, eventos, padrões envolvidos   |
| Dinâmica de Sistemas / Modelagem Computacional    | É o estudo e análise do comportamento do sistema ao longo do tempo.   |

Fonte: Monat e Gannon (2015)

Esse conjunto de ferramentas tem o propósito de conduzir as análises das partes para a visão do todo, do foco aos eventos e objetos para avaliação dos relacionamentos de circularidade existentes entre as partes, e das partes para com o todo, bem como, do controle e conhecimento mecanicista, para cooperação de ações e reconhecimento das descrições estáticas até avaliação do sistema como um organismo vivo (ANDRADE et al., 2006; SENGE, 2002; KIM, 1999).

Por sua vez, para comunicar os achados de pesquisas produzidos a partir da aplicação deste conjunto de ferramentas, de forma clara, o Pensamento Sistêmico faz uso de uma linguagem própria, que tem por objetivo mostrar o sentido e a influência existentes entre as



variáveis, os conceitos, e as generalizações observadas, na busca de compreender as características e a dinâmica do comportamento do sistema como um todo (ANDRADE, 1998; WADA et al., 2018).

As variáveis e a relação entre elas são os elementos centrais do pensamento sistêmico, podendo ser expressas como uma quantidade absoluta (número de pessoas no sistema), ou como uma taxa (juros, câmbio, porcentagem, razão entre duas grandezas). Variáveis são divididas em variáveis causa, aquelas que geram um ato, e variáveis efeito, aquelas que sofrem o efeito causado (ANDRADE, 1998; AZEVEDO et al., 2015; KIM, ANDERSEN, 2012). Já a relação entre as variáveis pode ser direta ou inversamente proporcional. Por exemplo, quando uma variável “causa” altera e isso gera uma modificação no mesmo sentido na variável “efeito”, existirá uma relação diretamente proporcional. Por outro lado, quando há uma variação “causa” e essa gera uma variação de sentido oposto no “efeito”, então essa relação é inversamente proporcional (PACHECO et al., 2014).

Para representar esta relação entre as variáveis causa e variáveis efeito, o pensamento sistêmico utiliza seta contínua para a relação diretamente proporcional, ou tracejada, para a relação inversamente proporcional. As relações podem sofrer atrasos, quando o efeito se concretiza com o passar do tempo, caracterizando um atraso no reflexo da relação, o qual será representado com duas linhas paralelas, sobreposta na diagonal da linha que apresenta a relação (AZEVEDO et al., 2015; VAN DER BIJL-BROUWER, MALCOLM, 2020.). O Quadro 2 apresenta quatro exemplos destes relacionamentos.

Quadro 2: Linguagem sistêmica

|           | Efeitos entre as variáveis   | Representação na linguagem sistêmica |  |
|-----------|--|--------------------------------------|--|
| Conceito  | Ao variar uma, haverá um reflexo na outra. A relação será demonstrada por uma seta de ligação. | Variável Causa                       | Representação gráfica da relação entre elas<br>Variável Efeito |
| Exemplo 1 | Quanto maior o volume de produção, maior o consumo de insumos.                                 | Volume de Produção                   | Consumo de insumos<br>Diretamente proporcional                 |
| Exemplo 2 | Quanto maior a velocidade, menor será a necessidade de horas de produção.                      | Velocidade                           | Horas de produção<br>Inversamente proporcional                 |
| Exemplo 3 | Quanto maior o volume de produção, com o tempo, maior será o número de horas de manutenção.    | Volume de produção                   | Horas de Manutenção<br>Diretamente proporcional, com atraso    |
| Exemplo 4 | Quanto maior o número de repetição, com o tempo, menor serão as horas de produção.             | Número de repetição                  | Horas de produção<br>Inversamente proporcional, com atraso     |

Fonte: Senge (2002), Richmond (1994) e Andrade et al. (2006), adaptado pelo autor (2015).

O exemplo 1 apresenta a relação linear diretamente proporcional entre a variável “Volume de produção” e a variável “Consumo de insumos”, independentemente se é positiva ou negativa. Caso o volume de produção aumente, o consumo de insumos aumentará, mas caso o volume de produção reduza, o mesmo acontecerá com o consumo de insumos. Esta relação não acontece no exemplo 2, pois a relação entre as variáveis é inversamente proporcional. Assim, ao aumentar a velocidade, as horas de produção necessárias diminuirão, mas caso a velocidade diminua, as horas aumentarão.

Como já foi dito anteriormente, não são todas as relações que possuem reflexos instantâneos. Nestes casos, causa e efeito, estão separados no tempo e no espaço. Os exemplos 3 e 4 tem o objetivo de caracterizar como pode se dar o atraso nas relações. O primeiro, exemplo 3, mostra que um maior volume de produção, com o passar do tempo, demandará mais horas

de manutenção. Já o exemplo 4, diz que quanto maior for o número de repetições, menor será o número de horas de produção.

Ao ampliar a análise, é possível identificar que as partes podem sofrer influências mútuas, gerando assim fluxos de *feedback* (FOOD, CARLSON, 1988), deixando de ter apenas um único sentido relação, passando a representar as relações de efeito-causa-efeito, que podem ser reforçadoras, os quais geram seu próprio crescimento, ou balanceadoras, os quais criam equilíbrio das variáveis (SENGE, 2002; ANDRADE et al., 2006; VAN DER BIJL-BROUWER, MALCOLM, 2020; AZEVEDO et al., 2015). O Quadro 3, apresenta os exemplos que formam duas estruturas de *feedback*, uma reforçadora e outra balanceadora.

Quadro 3: Exemplos de estruturas de *feedback* (reforçadora e balanceadora)

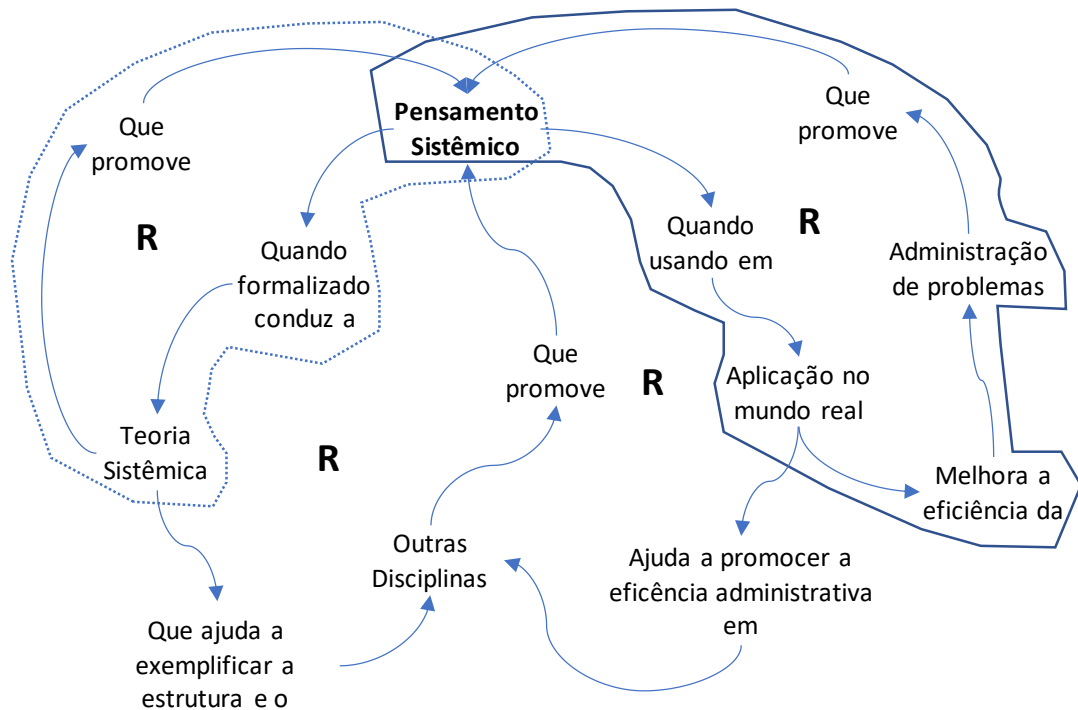
|           | Efeitos entre as variáveis  | Representação na linguagem sistêmica |
|-----------|---|--------------------------------------|
| Exemplo 5 | Quanto maior o volume de produção, maior será o consumo de insumos e maior será o volume de produção, assim sucessivamente.   |                                      |
| Exemplo 6 | Quanto maior o numero de horas de produção, maior será o número de repetição, com o tempo, menor será o número de horas de produção, que levará a mais repetição, assim |                                      |

Fonte: Azevedo et al. (2015), adaptado pelo autor

No exemplo 5, observa-se um enlace virtuoso; quanto maior o volume de produção, maior será o consumo de insumos. Por sua vez, quanto maior o consumo de insumos, maior será o volume de produção. É importante lembrar que, em ambas as situações, essa relação também pode ser de redução, levando a um crescimento negativo das proporções. Já o exemplo 6, mostra que as horas de produção refletirá positivamente no número de repetição, mas com o passar do tempo, levará a uma necessidade menor de número de horas de produção, logo, essa relação buscará seu equilíbrio ao longo do tempo.

Ao propor uma estrutura sistêmica, representado na Figura 2, para resumir o processo de pensamento sistêmico, Food e Carlson (1988) descrevem através de quatro enlaces interligados, uma representação dos níveis teóricos e metodológicos.

Figura 2: Quadro de ciclos de desenvolvimento do Pensamento Sistêmico



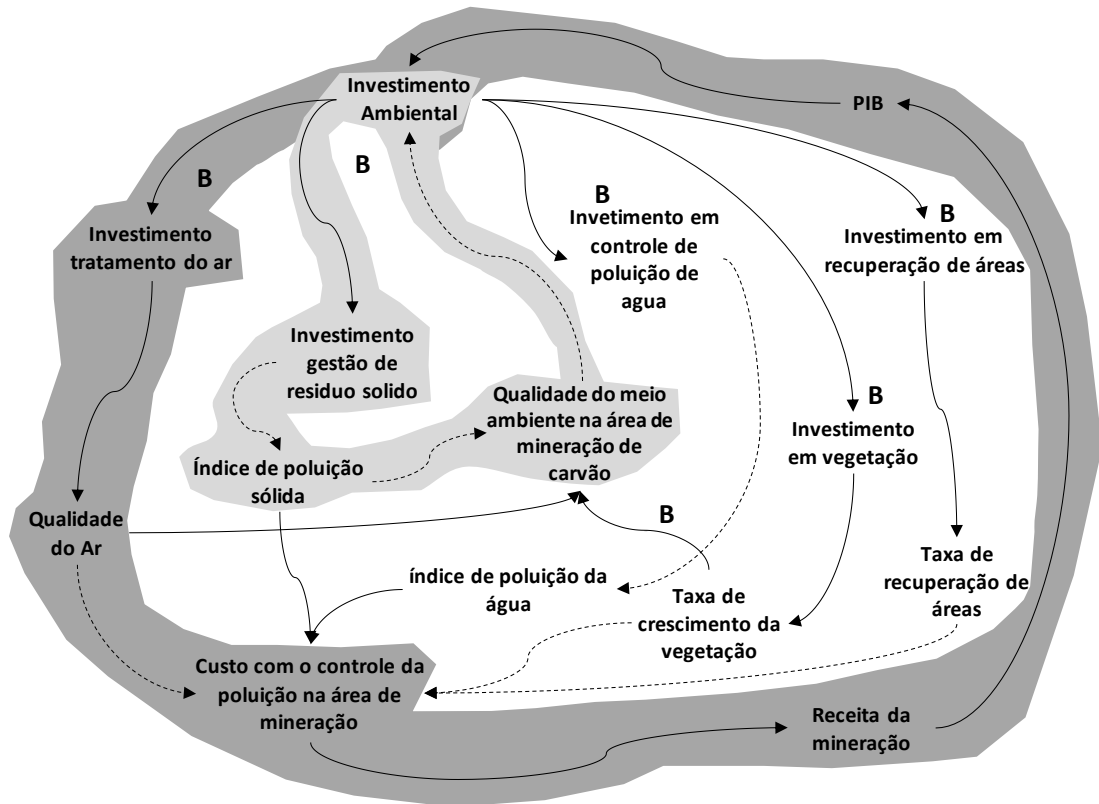
Fonte: Food e Carlson (1988)

O primeiro ciclo reforça a construção como teoria dinâmica, que irá promover o próprio Pensamento Sistêmico, no qual foi dado ênfase através da linha pontilhada. O segundo, ajudará a explicar outras disciplinas. O terceiro representa a sua aplicação no mundo real, cabendo ao último a aplicação das melhorias e eficácia na gestão de problemas. O último, representado pela linha contínua, descreve a aplicação do Pensamento Sistêmico no mundo real. Lane (2016) contribui com essa análise ao afirmar que, no mundo corporativo, o uso do Pensamento Sistêmico estimula a análise e, possível mudança de modelos mentais que levam ao estabelecimento de políticas e ações mais eficazes.

Na área de mineração de carvão o Pensamento Sistêmico vem sendo usado na área de gestão ambiental para melhorar a eficiência no uso dos recursos (SHI et al., 2020), melhorar o nível de segurança nas minas (YU, KAI et al., 2019), prever as demandas existentes na China (SHAO, ZHAO, 2018; WANG et al., 2018), ou então, apresentar um modelo híbrido, baseado em um algoritmo genérico e sistêmico, para a carga de poluição ambiental gerada a partir da produção de carvão na China (YU, WEI, 2012). Um exemplo prático é proposto por Shi et al. (2020) com o objetivo de encontrar as melhores tomadas de decisões dado um determinado

nível de investimento, apresentado na Figura 3, para gestão ambiental ecológica em áreas de mineração de carvão.

Figura 3: Modelo de Estrutura Sistêmica, investimento x qualidade ambiental



Fonte: Shi et al. (2020)

Seguindo a instrução feita pelos autores, a leitura do primeiro enlace, realçado em cinza escuro, é descrita como: quanto maior for o PIB, maior o investimento em tratamento do ar, quanto maior investimento em tratamento do ar, melhor a qualidade do ar, quanto melhor a qualidade do ar, menor será o custo do controle de poluição na área de mineração, quanto menor será o custo do controle de poluição na área de mineração, maior será a receita da mineração e, por fim, quanto maior for a receita da mineração, maior será o PIB. Já o segundo enlace, agora realçado em cinza claro, representa que o investimento ambiental leva a um reflexo diretamente proporcional no investimento em gestão de resíduo sólido, que reduzirá o índice de poluição sólida, o que levará a um reflexo menor na qualidade do meio ambiente na área de mineração de carvão, o qual demandará menos recursos de investimento ambiental. Os demais enlaces devem ser lidos com a mesma lógica de passos.

Apesar da modelagem sistêmica ser uma técnica poderosa e abrangente, por trabalhar com variáveis quantitativas e qualitativas, outras ferramentas podem ser agregadas ao Pensamento Sistêmico. A construção de mapas causais qualitativos pode ajudar na representação do modelo mental, coletivo ou compartilhado em grupo, que está sendo analisado (TURNER et al., 2014; EKER, ZIMMERMANN, 2016), além de contribuir na construção do consenso entorno de uma situação problema (BLACK, 2013).

A proposta de trabalho elaborada por Kim e Andersen (2012) busca identificar, a partir da análise interpretativa de textos propositais, situações problemas, suas variáveis-chave e as relações estruturais, para a construção de um modelo que identifique as conexões existentes entre os dados, bem como as estruturas causais a partir deles. Com a proposta de evoluir o modelo proposto pelos autores, Turner et al. (2013), buscaram a codificação de textos propositais gerados a partir de grupos de trabalho, para isso agregam um conjunto estruturado de métodos qualitativos.

É importante reforçar dois tópicos a respeito de ambas as propostas. A primeira é que elas contribuem para que o pesquisador compreenda o contexto no qual a situação problema está inserida, aumentando a sensibilidade a respeito dos dados e às nuances sutis acerca deles (TURNER et al., 2013). A segunda é não esperar que os modelos sejam fiéis representações da realidade, mas que sejam úteis para os fins aos quais sejam propostos, pois sua validade é avaliada com base na precisão, mas sim na sua capacidade de gerar dinâmicas, entendimentos e *insights* sobre o texto analisado (EKER et al., 2018). A comparação das etapas propostas por cada um dos autores se encontra no Quadro 4.

Quadro 4: Etapas propostas pelos autores

| Etapa do processo  | Ferramenta                       | Entrada   | Resultado  | Kim e Andersen (2012)   | Turner et al. (2013)  |
|--|----------------------------------|---|--|---|---|
| 1. Descobrimo temas nos dados                            | Código aberto                    | Dados de texto bruto<br><br>Contexto para os dados                          | Definição do problema e limite do sistema<br><br>Dados rotulados com temas | Dados usados em nível de grupo<br><br>Contexto compartilhado entre os membros do grupo<br>Segmentos de dados relevantes selecionados para a Etapa 3 | Dados usados em nível individual<br><br>Contexto fornecido pelo entrevistador                 |
| 2. Classificando temas nos dados                         | Codificação axial                | Dados rotulados com temas   | Dados classificados por temas dentro de cada grupo de partes interessadas  |   | Grupos de partes interessadas identificados   |
| 3. Identificando variáveis e suas relações causais       | Código aberto, Links causais     | Segmentos de dados (Cada segmento = um argumento + justificativas de apoio) | Gráficos de codificação  | Codificando gráficos de todos segmentos de dados compilados juntos  | Os gráficos de codificação são compilados por temas dentro de cada grupo                      |
| 4. Transformando o texto em diagrama de palavras e setas | Links causais<br>Mapas causais   | Gráficos de codificação   | Palavras simples - diagramas de seta                                       | Uma ou mais palavras - diagramas de seta gerados por gráfico de codificação   | A etapa 4 ocorre ao mesmo tempo que a etapa 5<br><br>Um mapa causal gerado                    |
| 5. Generalizando a estrutura, representações             | Codificação axial, Mapas causais | Palavras simples - diagramas de seta e seta                                 | Mapa causal final  | Um mapa causal gerado a partir dos dados  | Três mapas de partes interessadas são sintetizados para criar um mapa final<br>Terminou aqui. |
| 6. Vinculando mapas à fonte de dados                     | Mapa/dados, Nº. de identificação | Codificação de gráficos e mapa causal final                                 | Tabela de referência da fonte de dados                                     | Terminou aqui.  |   |

Fonte: Eker et al. (2018), adaptado pelo Autor

As principais diferenças entre as propostas de trabalho estão em suas extremidades. O método de Turner et al. (2013) é proposto para ser utilizado em grupos assíncrono, ou seja, aqueles que não trabalham ao mesmo tempo, por isso, o nível de dados parte do individual para o coletivo, sendo que o contexto é fornecido pelo pesquisador. Já no método de Kim e Andersen (2012), os dados são coletados de grupo síncrono. Logo, os dados já são do coletivo, onde o contexto já é compartilhado entre os membros do grupo. Por fim, Kim e Andersen (2012) propõem a criação de uma tabela de dados que faça a ligação entre os dados e os achados de pesquisa. Turner et al. (2013) acreditam que essa etapa além de trabalhosa pode agregar um elevado custo à pesquisa, sem que isso aumente a confiabilidade da pesquisa.

A aplicação nesta pesquisa da ferramenta de transcrição sistêmica, através dos mapas causais, utiliza ambas as propostas. Quando as análises forem feitas dos textos que compõem os capítulos de referência bibliográfica, foi aplicado Kim e Andersen (2012). Para as análises dos textos propositais resultantes das entrevistas, então está aplicado Turner et al. (2013).

Assim, como esperado pelo método, a primeira etapa é exploratória e usada para definição de problemas e o limite do sistema, bem como iniciar a identificação dos argumentos. Uma vez identificadas as variáveis, os dados relevantes deverão ser filtrados para análise posterior. Esse processo tem por objetivo focalizar no propósito principal do problema. Na segunda etapa, os dados são analisados com maior criticidade, para identificar estruturas causais reveladas entre os dados. Essa relação de causa e efeito irá criar uma codificação axial, é encontrada toda vez que o comportamento de uma variável for resultante do comportamento de uma segunda, ou outras tantas que estiverem contidas no contexto. Na próxima etapa é preciso transformar as variáveis encontradas, suas relações, em diagramas de palavras e setas, conforme o Quadro 5.

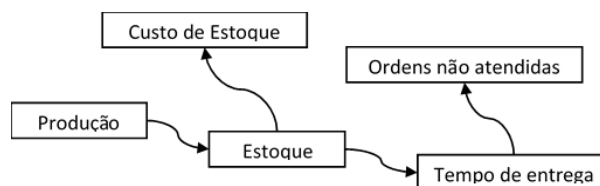
Quadro 5: Diagrama de palavras e setas

| Causa    | Efeito           | Relação | Diagrama                                   | Etapa |
|----------|------------------|---------|--|-------|
| Trabalho | Produção         | +       | Trabalho $\xrightarrow{+}$ Produção        | 1     |
| Estoque  | Tempo de entrega | -       | Estoque $\xrightarrow{-}$ Tempo de entrega | 2     |
| Estoque  | Custo de estoque | +       | Estoque $\xrightarrow{+}$ Custo de estoque | 3     |

Fonte: Kim e Andersen (2012)

Concluída a etapa de identificação das relações das variáveis, é preciso generalizar as variáveis e os diagramas, através da codificação axial, pois serão criadas relações entre variáveis de diferentes segmentos, conforme exemplificado na Figura 4.

Figura 4: Generalização do diagrama



Fonte: Adaptado de Kim e Andersen (2012)

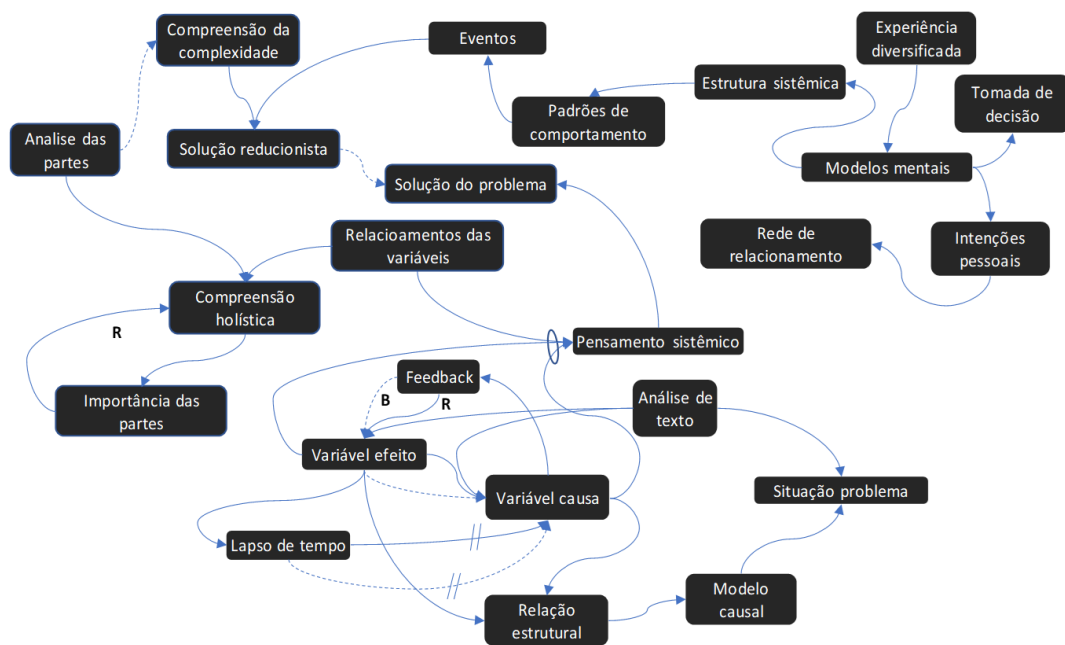


Finalmente, é preciso conectar o mapa causal à fonte de dados analisada. Apesar de não haver um processo definido para isso, Kim e Andersem (2012), propõem que seja criada uma codificação que evite que a evolução do mapa se desconecte de seus dados de origem, o que requer um esforço rigoroso do pesquisador ao longo de todo o processo.

### 2.1.1 Mapa causal do Pensamento Sistêmico

O final de cada um dos assuntos pesquisados apresenta o mapa causal do capítulo, como forma de conduzir a estruturação do *framework* do conhecimento, que é apresentado de forma consolidada no capítulo 3. A Figura 5, além de exemplificar essa proposta, tem por objetivo demonstrar o resumo sobre a seção do Pensamento Sistêmico.

Figura 5: Mapa causal do Pensamento Sistêmico



Fonte: Elaborada pelo Autor

## 2.2 Mineração de carvão

Auty (1990) cunhou o termo “maldição dos recursos naturais” (apud SACHS, WARNER, 2001), que tem sido usado para simbolizar os efeitos negativos derivados da produção mineral, sejam eles derivados de problemas ambientais, governança ou conflitos

violentos. Contudo, cabe ainda lembrar que a importância dos recursos naturais tem sido apontada desde os trabalhos de Adam Smith, intitulado “A Riqueza das Nações” (2005).

Na economia global, o setor de mineração e minerais é relativamente pequeno, mas muito diversificado, produzindo mais de 80 *commodities* minerais, estão alocados, aproximadamente, 1% de todos os empregos mundiais, representando 43 milhões de pessoas envolvidas diretamente no processo de mineração em grande e pequena escala. Os principais produtores incluem Estados Unidos, Canadá, Austrália, Rússia, Brasil, África do Sul, China e União Europeia (IIED, WBCSD, 2019).

Segundo Azapagic (2004), a indústria de minerais é frequentemente dividida em quatro subsetores: I) Minerais energéticos (carvão, petróleo, etc.); II) Minerais metálicos (ferro, cobre, zinco, entre outros); III) Minerais de construção (pedra natural, agregados, areia, cascalho, gesso, etc.); IV) Minerais industriais (boratos, carbonatos de cálcio, caulino, argilas plásticas, talco, etc.).

Se por um lado sua representatividade não é expressiva para economia, é bom lembrar que os minerais são essenciais para a vida cotidiana, compondo inúmeros produtos que são base de muitas cadeias produtivas (cerâmica, construção, cosméticos, drogas, eletrônicos, metal, tinta e até plásticos). Segundo o relatório emitido pela Comissão das Comunidades Europeias, chamado de “Análise da competitividade da indústria extrativa não energética na UE”, o ciclo de vida dos produtos minerais inclui a extração, processamento, uso do produto e gerenciamento de resíduos pós-uso, porém algumas empresas, agindo proativamente, também consideram os impactos do fechamento da mina e a reabilitação do meio ambiente em seu planejamento (EC, 2000).

São as etapas de extração e o processamento de minerais que estão associados a vários desafios para o desenvolvimento sustentável, incluindo inúmeras questões econômicas, ambientais e sociais (AZAPAGIC, 2004).

O trabalho de Qui et al. (2019) lança o alerta de que a mineração já causou grave poluição por metais pesados, poluição do ar, subsidência e degradação de florestas na China, o que levou à implantação de uma ambiciosa estratégia de sustentabilidade da mineração chamada “*Green Mining Construction*”, adotado pelo governo chinês, com o objetivo de ser concluído até 2020 (MLR, 2009 apud QUI et al., 2019). Outro projeto que visa atender às necessidades do setor é o MMSD – “Mineração, Minerais e Desenvolvimento Sustentável”, (IIED; WBCSD, 2019), que foi iniciado como parte da Iniciativa Global de Mineração. Esses são apenas dois exemplos de ações concretas do setor para promover o conceito de sustentabilidade corporativa.

Embora os setores da mineração compartilhem muitas características comuns em relação às questões de sustentabilidade, eles também são bem diferentes um dos outros. Assim, dado o contexto onde este trabalho de pesquisa está inserido, será dada ênfase aos minerais energéticos, mais propriamente o carvão mineral.

Sem entrar nos detalhes geológicos, pode-se afirmar que o carvão é resultado do acúmulo do material orgânico, compactados em profundidades significativas por centenas de anos (O'KEEFE et al., 2013). A relação entre a classificação do carvão e a profundidade que é encontrado é comumente conhecida como Lei de Hilt (HILT, 1873). Uma série de trabalhos mais aprofundados, relacionados a diferentes aspectos da matéria mineral no carvão, foram publicados ao longo dos anos, incluindo trabalhos de Dai e Whitty (2018); Vassilev e Vassileva (1996); Ward (2016); Vassilev e Tascon (2003) e Vassilev e Vassileva (2009).

É importante lembrar que a mineração de carvão, bem como as demais atividades de mineração, só pode ocorrer nos locais onde, no passado, houve a formação dos depósitos minerais, sendo tecnicamente chamado de rigidez locacional. Sendo assim, a mudança da sua localização geográfica não é uma solução possível, o que para algumas regiões pode se tornar uma vantagem comparativa.

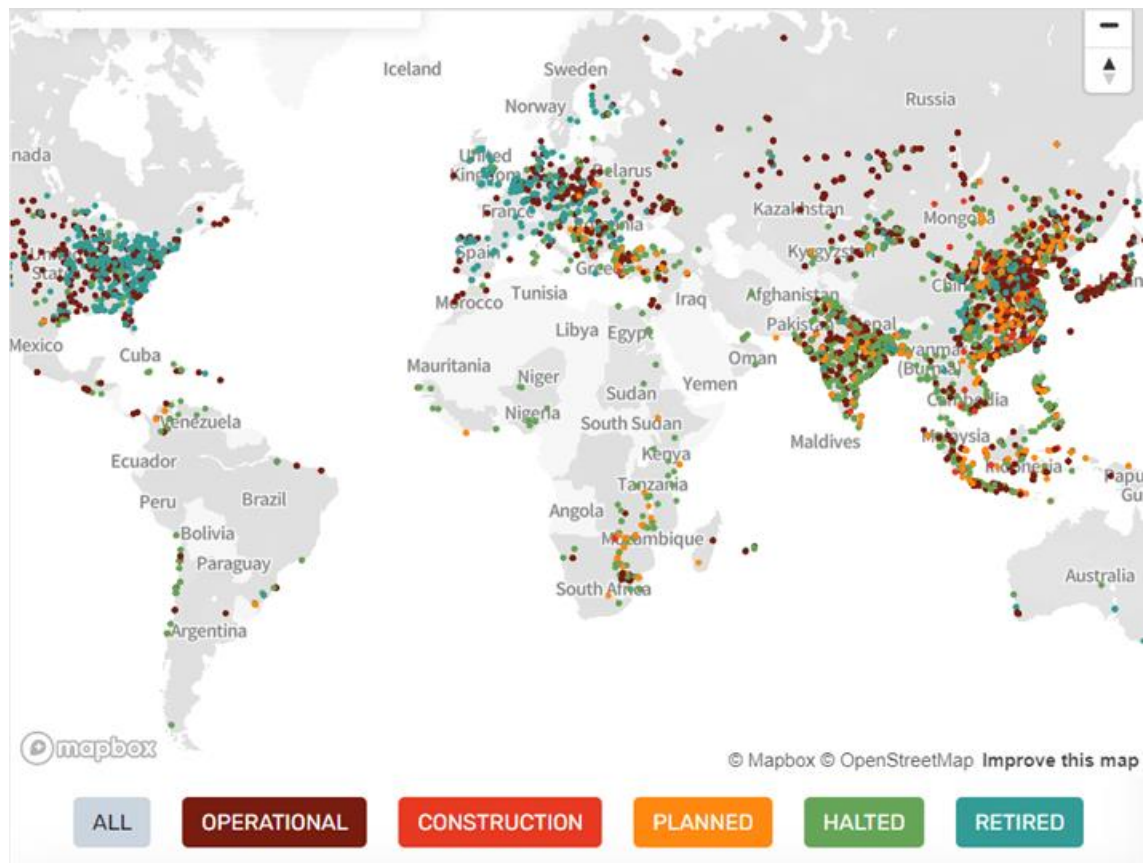
As reservas mundiais de carvão totalizam aproximadamente 1 trilhão de toneladas, quantidade suficiente para atender a necessidade de energia atuais por 150 anos (WCA, 2019). As reservas estão bem distribuídas pelos continentes, com ênfase maior no hemisfério norte. Na verdade, são encontradas em quantidades expressivas em 75 países, sendo que três deles, Estados Unidos (29%), Rússia (18%) e China (13%), concentram aproximadamente 60% do volume total (IEA, 2019).

Os vários tipos de carvão são geralmente classificados como sendo de alto ou baixo ranking, dependendo de suas propriedades, especialmente o valor de aquecimento, umidade, impurezas etc. (YU, et al. (2013). Historicamente, o carvão mineral foi uma das principais fontes de combustível fóssil do mundo, possuindo papel importantíssimo na produção de outro minério, o aço, que estimulou as revoluções industriais de muitos países. Cabe lembrar que o carvão também contribuiu para o desenvolvimento de muitas cidades, bem como de estradas, linhas ferroviárias e portos (GREB, 2013).

No mundo, o carvão representa cerca de 28% da matriz energética, ficando atrás apenas do petróleo e seus derivados, com 31,9%, consolidando o carvão como uma importante fonte de energia/calor (IEA, 2019). Na China, o carvão representa cerca de 75% de todas as reservas de energia, contribuindo substancialmente para a economia nacional e para o desenvolvimento social (SI et al., 2010). Nos Estados Unidos, ele respondeu por 24% em 1990;

em 2010 eram 22%, antes de cair para 16% em 2016 (EIA, 2019). No Brasil, o carvão mantém sua participação histórica de apenas 1,2% desta matriz (EPE, 2018). A Figura 6 traz a distribuição das usinas termelétricas pelo mundo.

Figura 6: Localização de termelétricas no Mundo



Fonte: Bloomberg (2021)

Através da Figura 6 é possível visualizar a distribuição das usinas termelétricas, bem como ter a dimensão da importância deste combustível como fonte de energia, que segundo Yu, et al. (2013), abastece 40% das usinas elétricas em todo o mundo. Thielemann et al. (2007) afirmam que as minas de carvão seguirão sendo demandadas pelos próximos anos, inclusive, mais intensamente, consolidando sua posição de principal fonte de geração de energia elétrica. Esse fato se deve principalmente ao aumento de demanda de energia na China, onde o consumo deve dobrar até 2020 (YU, et al. (2013). Embora novas fontes de eletricidade estejam sendo descobertas e utilizadas e melhorando a cada ano, a demanda pelo carvão, neste setor, continuará por muitas décadas, pois é o combustível fóssil mais barato (JANGAM, 2011).

Atualmente, Reid (2018) aponta que a indústria química, energia e aço são as maiores consumidoras de carvão. O autor reforça que se deve destacar o uso do carvão para a gaseificação, que é capaz de produzir uma ampla gama de produtos químicos, sendo que ainda cabem estudos para outros usos comerciais do carvão, que incluem carvão ativado, fibra de carbono, eletrodos de carbono, desenvolvimento de nanomateriais de alto valor agregado e extração dos principais elementos de terras raras.

As maiores jazidas das reservas brasileiras totalizam 32 bilhões de toneladas e estão situadas nos estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina (KALKREUTH, 2006). As reservas do Rio grande do Sul representam 89% deste total, com profundidades rasas, ocorrendo na faixa de 400 a 1000 m de profundidade (KALKREUTH, et al., 2013). O carvão nacional tem seu consumo, por setor, assim distribuído: elétrico (81,1%), papel e celulose (4,9%), petroquímicos (3,3%), alimentos (2,9%), cerâmico (2,6%), metalurgia e cimento (1,3%), sendo o restante, 2,7%, distribuído por outros setores (ANM, 2015).

A jazida chamada de Candiota é a principal jazida carbonífera brasileira, não só em termos de reservas como também por possuir camadas de carvão de alta espessura e grande continuidade com pequena cobertura, o que viabiliza baixo custo de operação para sua mineração. Localizada na região da cidade que leva o seu nome, Candiota, é distribuída em 4.400 ha e está geograficamente à 340 km de distância da capital Porto Alegre. Em compensação, tem um carvão energético pobre, que não admite beneficiamento de alta complexidade, nem transporte para longas distâncias, precisando ser usado na forma de ROM (Run-of-Mine, carvão bruto) e na boca da mina (DNPM, 2001).

A segunda maior jazida está localizada na região do Baixo Jacuí, no centro do Rio Grande do Sul, cerca de 80 km a oeste da capital Porto Alegre, com um carvão energético de poder calorífico médio, que admite algum beneficiamento e transporte de curta distância (DNPM, 2001). Ainda no Rio Grande do Sul, existem outras jazidas entre Porto Alegre e o litoral, mas que ainda não foram exploradas. Trata-se de um carvão energético de médio a rico, que permitiria a retirada por beneficiamento de produtos nobres que admitiriam transporte a médias e longas distâncias. Contudo, são jazidas estruturalmente complicadas, muito profundas em algumas partes (até 800 m de profundidade) (DNPM, 2001).

Na classificação brasileira, os tipos de carvão energético produzidos são definidos pelo seu poder calorífico, recebendo o nome conforme a quantidade de calorias por grama, por exemplo: CE-3100, carvão energético com 3100 cal/g. O Brasil produz em quantidades regulares sete tipos de energético, a saber: CE-3100, CE-3300, CE-4200, CE4500, CE-4700, CE-5200 e CE-6000. Todos são obtidos a partir do ROM, por beneficiamento, a exceção sendo

a Mina de Candiota, no Rio Grande do Sul, que comercializa em bruto carvão tipo CE-3300 (DNPM, 2015). O beneficiamento é o processo pelo qual se pode reduzir impurezas e até mesmo a umidade, como forma de aumentar seu poder calorífico, diminuindo os custos de transporte, melhorando a eficiência de combustão, segurança e a redução de emissões (JANGAM, 2011).

Nos dias atuais, é urgente a compreensão dos efeitos econômicos oriundos das novas políticas, normas ou regras destinadas a limitar a mineração de carvão, pelo mundo a fora, também no Brasil (COGLIANESE et al., 2020). Historicamente, a mineração de carvão tem absorvido parte da força de trabalho disponível em comunidades isoladas, mas também está associada a lugares que sofrem com a pobreza elevada e com o crescimento econômico mais fraco em longo prazo (BETZ et al., 2015).

As regulamentações ambientais baseadas no mercado são mais eficazes ao longo do tempo do que as políticas de comando e controle (ROGGE; REICHARDT, 2016), mas pode haver algumas preferências em diferentes impostos e subsídios (CHERRY et al., 2012). As respostas comportamentais das empresas às regulamentações ambientais são importantes (BROUILLAT, OLTRA, 2012), pois conforme Jiskani, et al. (2021), a melhoria do ambiente de mineração depende principalmente das ações tomadas pelas empresas de mineração. Em termos de indústrias individuais, o governo australiano está apoiando tecnologias como 'carvão limpo' para tornar o carvão mais ecologicamente sustentável.

Em termos de sustentabilidade social, as minas de carvão têm vidas limitadas e são eliminadas progressivamente (MEASHAM, et al., 2013). Os estudos de Si et al. (2010) mostram que existem vários fatores fundamentais e importantes que impactam significativamente na sustentabilidade ambiental para a mineração de carvão, tais como, a reutilização integrada de resíduos de carvão, arborização a cada ano e a construção do cinturão verde, que contribui para obter excelente ambiente, bem como desenvolvimento econômico. A China tem tentado melhorar a segurança e o desempenho ambiental de pequenas minas de carvão desde os anos 2000 através de medidas de tutela e consolidação (SHI, 2013). Assim, a mineração através da mobilização simultânea de recursos ecológicos e tecnológicos contribuem não só para a sustentabilidade da indústria, como também das regiões nas quais a mineração de carvão se desenvolve (MONTEIRO et al., 2019).

Logo, é importante ressaltar que nenhuma região, estado ou cidade é sustentável no sentido absoluto. Para evitar acusações que possam tentar burlar esse paradoxo, deve ficar claro que uma região sustentável é aquela que está continuamente buscando soluções para seus problemas locais. Isso significa melhorar a sustentabilidade de indústrias individuais, sempre

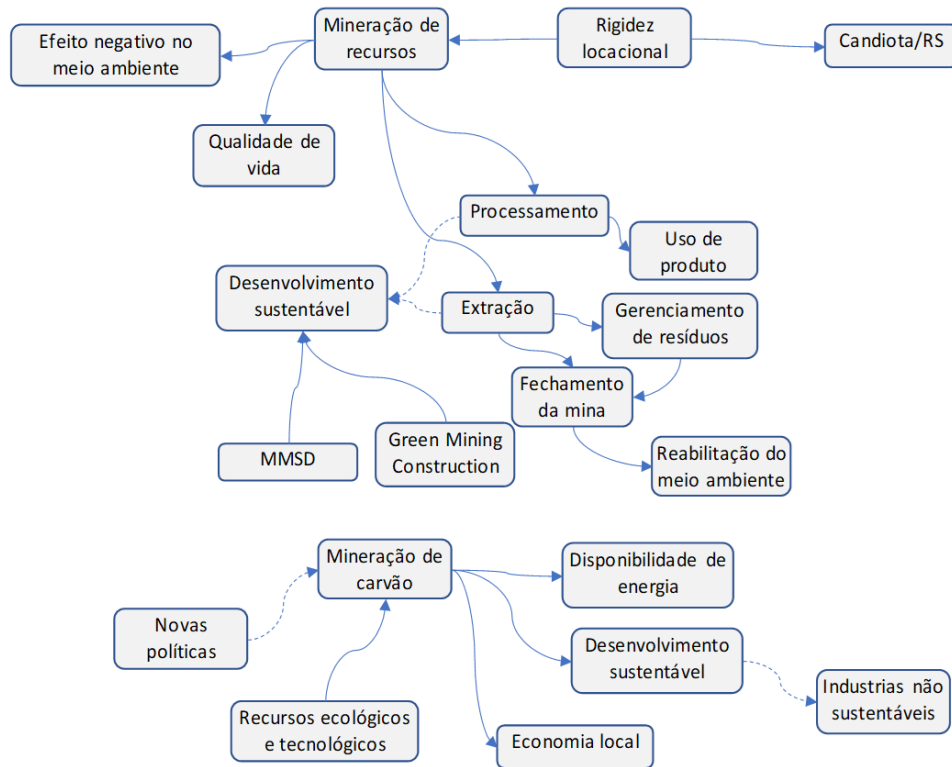
que possível, fechando ou substituindo indústrias que não podem se tornar sustentáveis, encorajando estilos de vida menos impactantes dentro da região e reparando os danos ecológicos causados por atividades econômicas anteriores (MEASHAM, et al., 2013).

Na busca do desenvolvimento sustentável do planeta, com o propósito de “não deixar ninguém para trás”, em setembro de 2015, a Organização das Nações Unidas - ONU apresentou um projeto para que o mundo atinja o desenvolvimento sustentável chamado “Transformando o nosso mundo: a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável”, elegendo cinco campos de importância crítica, ou então os “5 Ps”, que são: Planeta, Pessoas, Prosperidade, Paz e Parceria (JAYASOORIA, 2016, PNUD, 2021). Este estudo incorpora 17 ODS - Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, do inglês *SDG - Sustainable Development Goals*, que buscam atender aos desafios globais de mudanças climáticas, desigualdade social e degradação ambiental (KHALED et al., 2021), sendo eles detalhados na sessão que segue.

### 2.2.1 Mapa causal da mineração

A Figura 7 traz o mapa causal sobre a mineração de carvão. O mapa mostra dois grandes blocos de análises. O primeiro traz de forma simplificada os principais processos da mineração e seus reflexos na sustentabilidade. O segundo bloco traz a mineração de carvão que, por um lado, suporta os impactos de novas políticas através do uso de novas tecnologias, mas de outro explicita ser a base para o desenvolvimento.

Figura 7: Mapa causal da mineração



Fonte: Elaborada pelo Autor (2022)

### 2.3 Objetivo de Desenvolvimento Sustentável (SDG)

Se o conceito de desenvolvimento sustentável, por um lado, defende o objetivo latente de desenvolvimento, por outro, prega como objetivo, igualmente desejado, a conservação do meio ambiente (BONNETT, 2010). Logo, é preciso admitir que toda atividade humana produzirá um impacto na natureza (VINCENT, 2018). Em linha com este contexto, alguns escritores lançam luzes a respeito dos impactos das ações humanas, bem como, a busca da sustentabilidade. Já para Kahn et al. (2016) existe uma falta de orientação sobre o que é relevante ao se analisar o assunto sustentabilidade, pois os artigos produzidos não levam em consideração a importância das diferentes questões sobre sustentabilidade entre as indústrias.

Dados os diferentes entendimentos acerca do tema, atualmente é questionável se é possível alcançar o desenvolvimento sustentável (RAU, FAHY 2013), principalmente na indústria da mineração de carvão. Assim, essa pesquisa seguirá como guia o tripé conceitual de Brundtland (meio ambiente, social e econômico), no qual a ideia principal por trás desse viés tridimensional não é dividir a sustentabilidade, mas mostrar que é “um estado onde existe um



equilíbrio perfeito entre processos sociais, econômicos e ambientais” (GENCTURK et al., 2016).

Neste contexto, os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS ou, do inglês, *SDG - Sustainable Development Goals*) surgem como uma solução para ajudar, finalmente, a levar o mundo para uma trajetória sustentável (SACHS, 2012). Com o objetivo de nortear as decisões das instituições (GOVINDAN et al., 2013), a partir do encontro intitulado “Cúpula das Nações Unidas Rio + 20”, no ano de 2012, são criados os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável), através da Agenda 2030, como forma de construir um compromisso entre as nações com o desenvolvimento não apenas financeiro, mas que tivesse como foco as pessoas e sustentabilidade ambiental (JAYASOORIA, 2016; GUPTA, VEGELIN, 2016).

Importante ressaltar que esse processo levou três anos e envolveu as partes interessadas de governos nacionais, organizações multilaterais, academia, sociedade civil e setor privado (COLE, BROADHURSTATÉ, 2020). Então, em setembro de 2015 foi apresentado um compromisso global com o objetivo de: alívio da pobreza, proteção ambiental, igualdade, paz e justiça (ASSEMBLEIA GERAL DA ONU, 2021).

Quadro 6: Lista de SDG e seus objetivos

|           | <b>SDG</b>                               | <b>Objetivo</b>   |
|-----------|--|---|
| <b>01</b> | Erradicação da pobreza                   | Acabar com a pobreza em todas as suas formas, em todos os lugares.  |
| <b>02</b> | Fome zero e agricultura sustentável      | Acabar com a fome, alcançar a segurança alimentar e melhoria da nutrição e promover a agricultura sustentável.                    |
| <b>03</b> | Saúde e Bem estar                        | Assegurar uma vida saudável e promover o bem-estar para todos, em todas as idades.  |
| <b>04</b> | Educação de qualidade                    | Assegurar a educação inclusiva e equitativa e de qualidade, e promover oportunidades de aprendizagem ao longo da vida para todos. |
| <b>05</b> | Igualdade de gênero                      | Alcançar a igualdade de gênero e empoderar todas as mulheres e meninas.   |
| <b>06</b> | Água potável e saneamento                | Assegurar a disponibilidade e gestão sustentável da água e saneamento para todos.   |
| <b>07</b> | Energia limpa e acessível                | Assegurar o acesso confiável, sustentável, moderno e a preço acessível a energia para todos.                                      |
| <b>08</b> | Trabalho decente e crescimento econômico | Promover o crescimento econômico sustentado, inclusivo e sustentável, emprego pleno e produtivo e trabalho decente para todos.    |
| <b>09</b> | Indústria, inovação e infraestrutura     | Construir infraestruturas resilientes, promover a industrialização inclusiva e sustentável e fomentar a inovação.                 |
| <b>10</b> | Redução das desigualdades                | Reduzir a desigualdade dentro dos países e entre eles.  |

|           | <b>SDG</b>                            | <b>Objetivo</b>   |
|-----------|---------------------------------------|---|
| <b>11</b> | Cidades e comunidades sustentáveis    | Tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis.   |
| <b>12</b> | Consumo e produção responsáveis       | Assegurar padrões de produção e de consumo sustentáveis.  |
| <b>13</b> | Ação contra a mudança global do clima | Tomar medidas urgentes para combater a mudança do clima e seus impactos.  |
| <b>14</b> | Vida na água                          | Conservação e uso sustentável dos oceanos, dos mares e dos recursos marinhos para o desenvolvimento sustentável.  |
| <b>15</b> | Vida terrestre                        | Proteger, recuperar e promover o uso sustentável dos ecossistemas terrestres, gerir de forma sustentável as florestas, combater a desertificação, deter e reverter a degradação da terra e deter a perda de biodiversidade. |
| <b>16</b> | Paz, justiça e instituições eficazes  | Promover sociedades pacíficas e inclusivas para o desenvolvimento sustentável, proporcionar o acesso à justiça para todos e construir instituições eficazes, responsáveis e inclusivas em todos os níveis.                  |
| <b>17</b> | Parcerias e meios de implementação    | Fortalecer os meios de implementação e revitalizar a parceria global para o desenvolvimento sustentável   |

Fonte: ONU (2021)

Apesar de representarem uma abordagem de cima para baixo, desenhada pela elite política com base nos objetivos criados durante a Cúpula das Nações Unidas (BROLAN et al., 2014), os dezessete SDG, listados no Quadro 1, são abrangentes e abordam os desafios ambientais, sociais e econômicos por meio de 169 metas e 231 indicadores globais, ilustrados no Quadro 2, sendo que doze deles se repetem duas ou três vezes, compondo um quadro total de 247 combinações de metas e indicadores. As repetições estão apresentadas no Quadro 7.

**Quadro 7: Combinações de Metas e Indicadores, por SDG**

|    | <b>SDG</b>                               | <b>Metas</b> | <b>Indicadores</b> |
|----|--|--------------|--------------------|
| 01 | Erradicação da pobreza                   | 7            | 13                 |
| 02 | Fome zero e agricultura sustentável      | 8            | 14                 |
| 03 | Saúde e Bem estar                        | 13           | 28                 |
| 04 | Educação de qualidade                    | 10           | 12                 |
| 05 | Igualdade de gênero                      | 9            | 14                 |
| 06 | Água potável e saneamento                | 8            | 11                 |
| 07 | Energia limpa e acessível                | 5            | 6                  |
| 08 | Trabalho decente e crescimento econômico | 12           | 16                 |
| 09 | Indústria, inovação e infraestrutura     | 8            | 12                 |
| 10 | Redução das desigualdades                | 10           | 14                 |
| 11 | Cidades e comunidades sustentáveis       | 10           | 14                 |
| 12 | Consumo e produção responsáveis          | 11           | 13                 |
| 13 | Ação contra a mudança global do clima    | 5            | 8                  |

|    | <b>SDG</b>                           | <b>Metas</b> | <b>Indicadores</b> |
|----|--------------------------------------|--------------|--------------------|
| 14 | Vida na água                         | 10           | 10                 |
| 15 | Vida terrestre                       | 12           | 14                 |
| 16 | Paz, justiça e instituições eficazes | 12           | 24                 |
| 17 | Parcerias e meios de implementação   | 19           | 24                 |
|    | <b>Total</b>                         | <b>169</b>   | <b>247</b>         |

Fonte: ONU (2021)

Apenas o indicador 10.3.1 sofreu uma pequena adaptação quando repetido como 13.b.1, os demais seguem iguais em ambas as combinações.

Quadro 8: Lista de indicadores que se repetem em combinações

| <b>Indicador</b> | <b>Descrição</b>  | <b>Repetição</b> |
|------------------|---|------------------|
| 07.b.1           | Capacidade instalada de geração de energia renovável em países em desenvolvimento (em watts per capita)   | 12.a.1           |
| 08.4.1           | Pegada material, pegada material per capita e pegada material por PIB   | 12.2.1           |
| 08.4.2           | Consumo de material interno, consumo de material interno per capita e consumo de material interno por PIB   | 12.2.2           |
| 10.3.1           | Proporção de relatos populacionais que se sentiram pessoalmente discriminados ou assediados nos últimos 12 meses com base em um fundamento de discriminação proibido pela lei internacional de direitos humanos                       | 16.b.1           |
| 10.6.1           | Proporção de membros e direitos de voto de países em desenvolvimento em organizações internacionais   | 16.8.1           |
| 13.2.1           | Número de países com contribuições nacionalmente determinadas, estratégias de longo prazo, planos nacionais de adaptação, estratégias relatadas em comunicações de adaptação e comunicações nacionais                                 | 13.b.1           |
| 15.7.1           | Proporção de animais selvagens negociados que foram caçados ou traficados ilegalmente   | 15.c.1           |
| 15.a.1           | Assistência oficial ao desenvolvimento sobre conservação e uso sustentável da biodiversidade; e (b) receita gerada e financiamento mobilizado a partir de instrumentos econômicos relevantes para a biodiversidade                    | 15.b.1           |
| 1.5.1            | Número de mortes, pessoas desaparecidas e pessoas diretamente afetadas atribuídas a desastres por 100.000 habitantes  | 11.5.1; 13.1.1   |
| 1.5.3            | Número de países que adotam e implementam estratégias nacionais de redução de risco de desastres em consonância com o quadro de Sendai para Redução de Riscos de Desastres 2015-2030  | 11.b.1; 13.1.2   |
| 01.5.4           | Proporção de governos locais que adotam e implementam estratégias locais de redução de riscos de desastres em consonância com estratégias nacionais de redução de risco de desastres  | 11.b.2; 13.1.3   |
| 04.7.1           | Até que ponto (i) a educação da cidadania global e (ii) a educação para o desenvolvimento sustentável estão integradas em (a) políticas nacionais de educação; (b) Currículos; (c) Formação de professores; e (d) avaliação de alunos | 12.8.1; 13.3.1   |

Fonte: ONU (2021)

Anualmente são realizadas evoluções nos indicadores, sendo que, até o momento já foram propostos 36 importantes mudanças, na forma de substituições, revisões, acréscimos e exclusões, sendo elas aprovadas pela Comissão de Estatística da ONU (UN STATISTICAL COMMISSION, 2021).

Cabe lembrar que os SDG não podem ser alcançados sem um esforço conjunto das empresas e de outras organizações (ADAMS, 2017), sendo que o seu maior desafio é garantir um futuro que permita, aos menos privilegiados, saírem da pobreza sem condenar as gerações futuras a um ambiente ainda mais degradado que o atual (CAIADO et al., 2018). Por sua vez, Okado e Quinelli (2016), contribuem ao afirmar que é preciso vencer a falta de parâmetros na construção de modelo de desenvolvimento sustentável e a falta de homogeneidade entre os países para promover iniciativas que melhorem e fortaleçam a governança global.

Uma vez que a necessidade de minerais continua a crescer globalmente (DUNBAR et al., 2020), a mineração poderá contribuir para esse futuro com: as principais matérias-primas para o progresso tecnológico (VIDAL et al., 2013; ELSHKAKI et al., 2016; MANCINI, SALA, 2018), garantir a energia acessível, confiável, sustentável e moderna para todos (VOLKART et al., 2018), e também operar de forma sustentável, minimizando impactos negativos socioambientais e de governança (STURMAN et al., 2018; MANCINI, SALA, 2018).

Mas, além disso, dado que os locais de mineração estão, geralmente, localizados em áreas remotas, ou seja, fora dos grandes centros desenvolvidos, mas estabelecidos com contratos de longo prazo de operação, podem ter impactos diretos e significativos nas comunidades, economias e ecossistemas locais. Assim, a melhoria do desempenho da sustentabilidade é um objetivo muito importante, pois contribui positivamente para o atingimento dos SDG (COLE, BROADHURST, 2020).

Com a proposta de mapear as ligações entre mineração e os ODS, o Centro de Columbia sobre Investimento Sustentável (CCSI) somou forças ao PNUD, a Rede Soluções de Desenvolvimento Sustentável das Nações Unidas e ao Fórum Econômico Mundial, na construção de um “Atlas”, que o objetivo de incentivar as empresas de mineração, independentemente de seu porte, a incorporar os SDG aos seus negócios e operações. Os resultados encontrados estão sumarizados no Quadro 9, que tem por propósito apontar onde a mineração pode impactar positiva ou negativamente em cada um dos SDG.

Quadro 9 – Impactos positivos ou negativos em cada um dos SDG

| Principais grupos de ações das mineradoras                         | SDG - Sustainable Development Goals |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |
|--|-------------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|
|  | 1                                   | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 |
| Ações de Desenvolvimento   | ↑                                   |   | ↓ |   | ↓ |   | ↑ | ↑ | ↑ | ↑  | ↓  | ↑  | ↑  |    | ↓  |    | ↑  |
| Desenvolvimento não inclusivo                                      | ↓                                   |   | ↓ |   | ↓ |   | ↓ |   | ↓ | ↓  | ↓  |    | ↓  |    | ↓  |    | ↓  |
| Exclui empresas pequenas   | ↓                                   |   | ↓ |   | ↓ |   | ↓ |   | ↓ |    | ↓  |    | ↓  |    | ↓  |    | ↓  |
| Apoio a saúde pública  | ↓                                   |   | ↑ |   | ↑ |   | ↓ |   | ↓ |    | ↓  |    | ↓  |    | ↓  |    | ↓  |
| Combate à violência, discriminação                                 | ↓                                   |   | ↓ |   | ↑ |   | ↓ |   | ↓ |    | ↓  |    | ↓  |    | ↓  |    | ↓  |
| Estrutura de suporte a Governança                                  | →                                   |   | → |   | ↑ |   | → | ↓ | ↑ |    | ↑  | ↑  | ↑  |    | →  | ↑  | →  |
| Impacto e envolvimento na educação local                           | ↓                                   |   | ↓ | ↑ | ↓ |   | ↓ |   | ↓ | ↑  | ↓  |    | ↓  |    | ↓  |    | ↓  |
| Bloquear acesso à escola   | ↓                                   |   | ↓ | ↓ | ↓ |   | ↓ |   | ↓ |    | ↓  |    | ↓  |    | ↓  |    | ↓  |
| Impacto na Flora   | ↓                                   |   | ↓ |   | ↓ |   | ↓ |   | ↓ |    | ↓  |    | ↓  |    | ↑  |    | ↑  |
| Política e processos para consumo de água                          | ↓                                   |   | ↓ |   | ↓ | ↑ | ↓ |   | ↓ |    | ↓  | ↓  | ↓  |    | ↓  |    | ↑  |
| Consumo de água em processo  | ↓                                   |   | ↓ |   | ↓ | ↓ | ↓ |   | ↓ |    | ↓  |    | ↓  |    | ↓  |    | ↓  |
| Política e processos para consumo de energia                       | ↓                                   |   | ↓ |   | ↓ |   | ↑ |   | ↓ |    | ↓  |    | ↑  |    | ↓  |    | ↓  |
| Competir pelo consumo  | ↓                                   |   | ↓ |   | ↓ |   | ↓ |   | ↓ |    | ↓  |    | ↓  |    | ↓  |    | ↓  |
| Poluição, resíduos e impactos no meio ambiente                     | ↓                                   | ↓ | ↓ |   | ↓ | ↓ | ↓ |   | ↓ |    | ↓  | ↓  | ↓  | ↓  | ↓  |    | ↓  |
| Controles ambientais   | ↓                                   |   | ↓ |   | ↓ |   | ↓ |   | ↓ |    | ↓  |    | ↓  |    | ↑  |    | ↓  |
| Gestão de resíduos   | ↓                                   |   | ↓ |   | ↓ |   | ↓ |   | ↓ |    | ↓  | ↑  | ↓  |    | ↓  |    | ↓  |
| Recicla água de processo   | ↓                                   |   | ↓ |   | ↓ | ↑ | ↓ |   | ↓ |    | ↓  |    | ↓  |    | ↓  |    | ↓  |
| Promoção do emprego, de forma igualitária e desenvolvimento de MDO | ↑                                   |   | ↓ | ↑ | ↑ |   | ↓ | ↑ | ↓ | ↑  | ↑  |    | ↓  |    | ↓  | ↓  | ↓  |
| Não promove condições dignas ou corretas de trabalho               | ↓                                   |   | ↓ | ↓ | ↓ |   | ↓ | ↓ | ↓ |    | ↓  |    | ↓  |    | ↓  | ↓  | ↓  |
| Proteção da Fauna  | ↓                                   |   | ↓ |   | ↓ |   | ↓ |   | ↓ |    | ↓  |    | ↓  |    | ↑  |    | ↓  |
| Regras de Governança   | ↑                                   |   | ↓ |   | ↓ |   | ↓ | ↓ | ↓ |    | ↓  |    | ↓  |    | ↓  | ↑  | ↓  |
| Suborno e/ou sonegação de impostos                                 | ↓                                   |   | ↓ |   | ↓ |   | ↓ |   | ↓ |    | ↓  |    | ↓  |    | ↓  | ↓  | ↓  |
| Relacionamento com a comunidade                                    | ↑                                   | ↓ | ↓ |   | ↑ |   | ↓ |   | ↓ | ↓  | ↑  |    | ↓  |    | ↑  | ↑  | ↓  |
| Deslocar e/ou reassentar sem planejamento                          | ↓                                   |   | ↓ |   | ↓ |   | ↓ |   | ↓ |    | ↓  |    | ↓  |    | ↓  |    | ↓  |
| Riscos da operação   | ↓                                   | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓  | ↓  | ↓  | ↓  | ↓  | ↓  | ↓  | ↓  |

Fonte: PNUD (2021), adaptado pelo Autor.

Quanto à análise de artigos científicos sobre os SDG, especificamente sobre a mineração de carvão, os resultados de pesquisa são mais modestos. Do total de 86 artigos pesquisados, conforme descrito no Capítulo 1.1.2 – Justificativas, 62 documentos foram descartados devido a abreviação SDG ou ODS ter outro significado, como por exemplo “ODS: *Oxidative desulfurization*”. Ainda assim, uma segunda linha de corte precisa ser feita, pois os trabalhos realizados, na maioria das vezes, avançam um passo na cadeia da mineração, sendo a pesquisa realizada naqueles que consomem o carvão como matéria-prima. Assim, apenas 24 foram analisados em profundidade. O resultado é surpreendente, o que inicialmente se mostravam como número relevante de pesquisa, agora se resume a seis pesquisas. Esse resumo está apresentado na Tabela 5.

Tabela 5: Distribuições das publicações ao longo das décadas.

| Nº.         | Autores                      | Citações | Escopo    |          | Não disponível |
|-------------|------------------------------|----------|-----------|----------|----------------|
|             |                              |          | Mineração | Clientes |                |
| 1           | Zhang et al. (2008)          | 3        |           |          | x              |
| 2           | Zhang et al. (2008)          | 3        |           |          | x              |
| 3           | Moksnes et al. (2017)        | 40       |           | x        |                |
| 4           | Grachev (2018)               | 0        |           |          | x              |
| 5           | Volkart et al. (2018)        | 23       |           | x        |                |
| 6           | Srikanth (2018)              | 38       |           | x        |                |
| 7           | Rivera-Cadavid et al. (2019) | 2        |           | x        |                |
| 8           | Quitow et al. (2019)         | 6        |           | x        |                |
| 9           | Ngarava et al. (2019)        | 10       |           | x        |                |
| 10          | Viliani e Harris (2020)      | 0        | x         |          |                |
| 11          | Uamusse et al. (2020)        | 0        |           | x        |                |
| 12          | Joshua et al. (2020)         | 3        | x         |          |                |
| 13          | Zhou et al. (2020)           | 5        |           | x        |                |
| 14          | Landrigan et al. (2020)      | 28       |           | x        |                |
| 15          | Mazumder et al. (2021)       | 0        | x         |          |                |
| 16          | Hassan et al. (2021)         | 0        |           |          | x              |
| 17          | Langnel et al. (2021)        | 0        |           | x        |                |
| 18          | Karim e Daher (2021)         | 0        |           | x        |                |
| 19          | Arifeen et al. (2021)        | 0        | x         |          |                |
| 20          | Frauenstein et al. (2021)    | 0        | x         |          |                |
| 21          | Asaoka et al. (2021)         | 1        |           | x        |                |
| 23          | Vasić et al. (2021)          | 2        |           | x        |                |
| 24          | Binh Nguyen et al. (2022)    | 0        |           | x        |                |
| 25          | Gjorgievski et al. (2022)    | 1        |           | x        |                |
| Ocorrências |                              |          | 5         | 15       | 4              |

Fonte: Elaborada pelo Autor (2022)

Quanto à abrangência dos estudos, conforme o Quadro 10, ao fazer uma relação com o Atlas da mineração, é possível notar que existem vários SDG não pesquisados, ou então, não atingidos pela mineração de carvão.

Quadro 10: Lista de SDG e seus objetivos

| Artigo                    | SDG 1 | SDG 2 | SDG 3 | SDG 4 | SDG 5 | SDG 6 | SDG 7 | SDG 8 | SDG 9 | SDG 10 | SDG 11 | SDG 12 | SDG 13 | SDG 14 | SDG 15 | SDG 16 | SDG 17 |
|---------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Viliani e Harris (2020)   | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓      | ↓      | ↓      | ↓      | ↓      | ↓      | ↓      | ↓      |
| Joshua et al. (2020)      | ↑     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↔     | ↓      | ↓      | ↓      | ↓      | ↓      | ↓      | ↓      | ↓      |
| Mazumder et al. (2021)    |       | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓      | ↓      | ↓      | ↓      | ↓      | ↓      | ↓      | ↓      |
| Arifeen et al. (2021)     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓      | ↓      | ↓      | ↓      | ↓      | ↓      | ↓      | ↓      |
| Frauenstein et al. (2021) |       |       |       |       |       |       |       |       |       |        |        |        |        |        | ↑      |        |        |

Fonte: Elaborado pelo Autor (2022)

A pesquisa de Viliani e Harris (2020) analisa até que ponto os temas de saúde, bem-estar e equidade são consideradas nas avaliações de impacto ambiental na região de Nova Gales do Sul/Austrália, apontando efeitos negativos ao SDG 3 – Saúde e bem estar. Ao avaliar a hipótese de crescimento liderada pelo carvão na Nigéria, Joshua, et al. (2020), constatam que existe um reflexo positivo no SDG 1 – Erradicação da Pobreza, negativo no SDG 13 – Ação contra a mudança global do clima, mas neutro no SDG 9 – Indústria, inovação e infraestrutura.

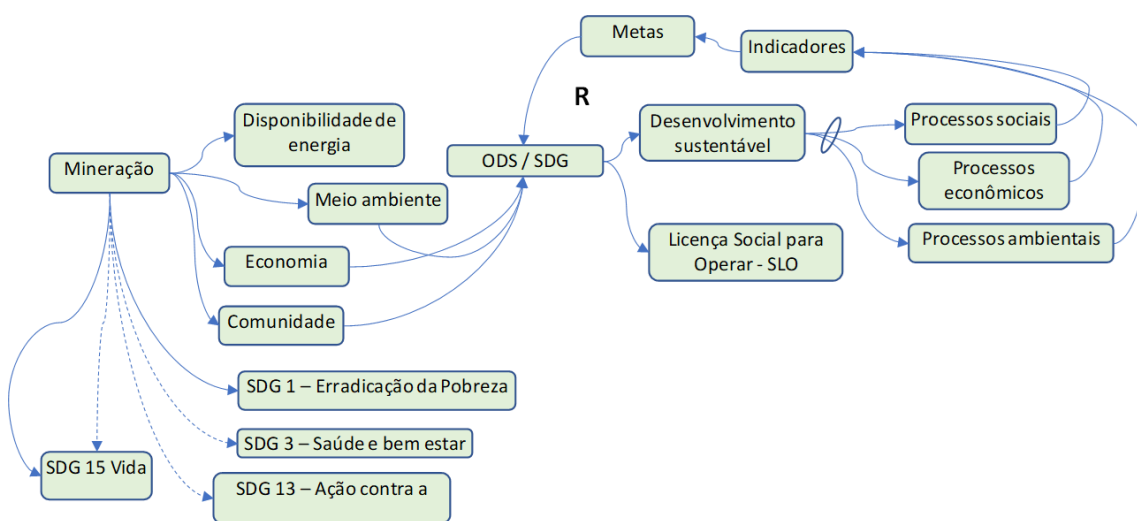
Na Índia, Mazumder et al. (2021) e Arifeen et al. (2021) analisaram os impactos negativos no SDG 15 – Vida terrestre, dada a existência de solo contaminado pela mineração de carvão. Por fim, com o propósito de prevenir o impacto negativo sobre o solo, Frauenstein et al. (2021), comprovaram que através de um conjunto de diretrizes e regras sobre a reabilitação de minas de carvão a céu aberto é capaz de gerar efeitos positivos sobre o mesmo SDG 15.

Apesar de não serem amplamente utilizados pelas mineradoras, a gestão de impactos positivos nos SDGs oferece oportunidades para a conquista da confiança das comunidades onde estão inseridas, e assim, alcançarem sua "licença social para operar".

### 2.3.1 Mapa causal do SDG

A mineração ao contribuir positivamente para a sustentabilidade estará apoiando os Objetivos do desenvolvimento sustentável (SDG). Esta premissa fica evidente na Figura 8, que traz consigo também o enlace reforçador criado nesta relação. Os projetos de pesquisa estudados, os quais analisaram os reflexos da mineração de carvão nos SDGs também estão resumidos nesta Figura 8.

Figura 8: Mapa causal do SDG



Fonte: Elaborado pelo Autor (2022)

### 2.4 Licença Social para Operar (SLO)

Durante a década de 1990, a indústria de mineração teve sua imagem abalada, após uma série de falhas que resultaram em impactos ambientais e conflito com as comunidades locais em torno de projetos de exploração, tornando-se um termo pejorativo internacionalmente (THOMSON, JOYCE, 2006). Os protestos contra as atividades de mineração de carvão têm se mostrado presentes nos canais de comunicação, sendo que as consequências desses protestos extrapolam as suas fronteiras financeiras, pois lançam questionamentos fortes quanto as atividades na sociedade (OWEN, KEMP, 2018).

Assim, a indústria de mineração enfrenta alguns dos desafios de sustentabilidade mais difíceis de qualquer setor industrial, tornando latente a necessidade de responder a



esses desafios, envolvendo seus diversos *stakeholders* e reposicionando suas ações quanto a sustentabilidade (AZAPAGIC, 2004).

Se por um lado a instabilidade sócio-política é ruim para os negócios, por outro ela pode criar oportunidades. Nesta linha, o conceito da Licença Social para operar, ou do inglês “*Social License to Operate – SLO*” pode ser capaz de contribuir para tornar o relacionamento da mineração com a sociedade mais estável (BOUTILIER et al., 2012), buscando resposta aos desastres do passado, conflitos e desafios, sendo vista como uma forma de gerenciar melhor as responsabilidades sociais e ambientais, assim proteger a reputação e legitimidade da indústria (CURRAN, 2017).

Apesar de fazer parte da mineração desde os anos 90, o termo Licença Social para Operar (THOMSON, BOUTILIER, 2011; PRNO, SLOCOMBE, 2012), ainda tem a sua definição um tanto imprecisa (WALSH, HAGGERTY, 2020), mas é possível afirmar que descreve a relação em evolução entre a mineração (e outras indústrias) e suas partes interessadas (LAURENCE, 2020), sendo descrita como um contrato social informal existente entre uma indústria e a comunidade (LACEY et al., 2012; MOFFAT, 2016; THOMSON, BOUTILIER, 2011). Além, é claro, de sustentar o nível de reprovação, aceitação ou aprovação, ou até identificação, de uma comunidade com uma determinada operação (LACEY, LAMONT, 2013). Para Walsh e Haggerty (2020), antes que uma SLO seja definitivamente concedida, a sociedade deve acreditar nos benefícios sociais, ambientais e econômicos que superam seus impactos potenciais.

Muito embora algumas tenham se beneficiado da expansão dos projetos, por meio da criação de empregos e do investimento nas economias, os impactos das operações nos sistemas ambientais, sociais, humanos e econômicos, tornaram o relacionamento com a sociedade mais difícil (FRANKS, 2010). O Quadro 11 traz os principais impactos ambientais na mineração de carvão.

Quadro 11: Potencial de impacto ambiental na mineração de carvão

| Estágio    | Atividades   | Potencial Impacto Ambiental  |
|------------|--|--|
| Exploração | Perfuração ou abertura de valas, limpeza de terreno, construção de canteiros e estrada | Escoamento de sedimentos e aumento de sólido suspenso total<br>Derramamentos de combustíveis e outros contaminantes<br>Perturbação da vida selvagem<br>Fragmentação do habitat |
| Construção | Infraestrutura e instalação, planta de tratamento de                                   | Contaminação da água e da terra<br>Declínio das populações de espécies<br>Aumento de matéria particulada no ar   |

| <b>Estágio</b>      | <b>Atividades</b>   | <b>Potencial Impacto Ambiental</b>  |
|---------------------|---|---|
|                     | água, planta de processamento   | Padrões alterados de drenagem e escoamento<br>Fragmentação de habitat   |
| Operação / Produção | Detonação, escavação, transporte de minério / resíduos / moagem de minério e deposição / transporte de rejeitos | Contaminação química de águas superficiais e subterrâneas<br>Declínio das populações de espécies<br>Impactos da toxicidade nos organismos<br>Diminuição do lençol freático<br>Aumento da erosão e assoreamento<br>Poluição da drenagem ácida da mina<br>Aumento das emissões de gases de efeito estufa relacionadas ao consumo de energia |
| Fechamento de mina  | Revegetação, re-contorno de estoques / poços e monitoramento de infiltração                                     | Contaminantes persistentes nas águas superficiais e subterrâneas<br>Toxicidade persistente para organismos<br>Perda de vegetação / biodiversidade original<br>Mudanças permanentes de topografia  |

Fonte: Adiansyah (2017)

Por tudo isso, o conceito de licença social provou ser um quadro útil para analisar as relações entre a mineração e a comunidade (WALSH, HAGGERTY, 2020), sendo a responsabilidade o principal ponto de apoio desta relação, pois os tomadores de decisão devem buscar os objetivos comuns de forma equitativa e transparente (OVERDUIN, LEE MOORE, 2017).

É possível afirmar que a aceitação social para a exploração de recursos minerais só poderá ser alcançada se a comunidade estiver convencida de que seus valores serão respeitados, o impacto ambiental minimizado e as vantagens econômicas serão refletidas em empregos e melhoria no entorno (WELLMER et al., 2016).

Em tese, uma SLO muito baixa indica um risco alto para operação, o que resultaria na suspensão da mineração. Um nível médio de SLO, reflete a aceitação do projeto, caso a empresa estabeleça a um bom nível de aceitação, a SLO sobe para o nível de aprovação. Se um nível alto de confiança for consolidado, pode subir ao nível de identificação psicológica, sendo possível que nesse momento a comunidade passa a defender a operação (BOUTILIER et al., 2012; BOUTILIER, THOMSON, 2011). Em San José, Califórnia/EUA, a comunidade se autodenomina Vale do Silício (BOUTILIER, THOMSON, 2011). Com o propósito de modelar conceitualmente a SLO, Robert G. Boutilier e Ian Thomson (2011), dividiram a evolução em quatro estágios distintos, representados no Quadro 12.

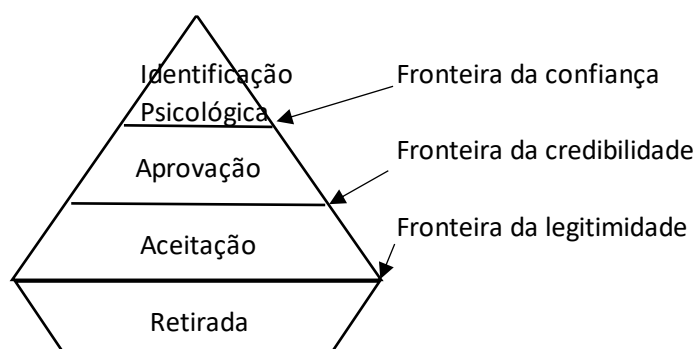
Quadro 12: Níveis de SLO

| Nível da SLO |                             | Descrição   |
|--------------|-----------------------------|---|
| 1            | Legitimidade Econômica      | A empresa/operação oferece um benefício ao observador.  |
| 2            | Legitimidade sócio-política | A operação contribui para o bem estar da região, atende às expectativas sobre seu papel na sociedade e atua de acordo com a visão de justiça das partes interessadas. |
| 3            | Credibilidade               | Administração da empresa ouve, responde e cumpre promessas  |
| 4            | Confiança total             | As relações com os <i>stakeholders</i> baseiam-se em uma consideração duradoura pelos interesses de cada um.  |

Fonte: Boutilier e Thomson (2011)

Os autores também transcendem o conceito de sociedade e adotam de partes interessadas (*stakeholders*), como sendo aqueles que podem ser afetados pelas ações de uma empresa ou que podem ter um efeito sobre a empresa, independentemente da proximidade geográfica. Como resultado de suas pesquisas, os autores criaram uma pirâmide como forma de representação gráfica da evolução das etapas da SLO, bem como a probabilidade de distribuição de casos em cada etapa. A Figura 9 ilustra a pirâmide da SLO.

Figura 9: Pirâmide da SLO



Fonte: Boutilier e Thomson (2011)

A partir deste modelo, a “legitimidade” é a fronteira entre as empresas que perderam sua SLO, para aquelas que possuem uma SLO mínima. Caso a empresa consiga estabelecer a “credibilidade”, sobe para o nível de aprovação, no qual as relações se tornam mais estáveis. A última fronteira é a da confiança, quando a SLO pode atingir,

apesar de muito raro, o nível de identificação psicológica (BOUTILIER, THOMSON, 2011).

Pesquisadores afirmam que o significado acadêmico do termo legitimidade está evoluindo. Para Knoke (1985) ela é a aceitação pelo público em geral sobre o direito de uma empresa de existir e de conduzir seus negócios. Demuijnck e Fasterling (2016), em uma colocação mais ampla, propôs uma tipologia de três categorias: a) pragmáticos (o que querem e o que podemos ganhar com isso); b) moral, com base na aprovação normativa; e c) cognitivo (O que eles dizem faz sentido?). Se a legitimidade pode ser conquistada ouvindo, a credibilidade será resultante das ações da empresa (o que ela fez e como foi conduzido). Quando uma empresa é vista como confiável, ela é vista como cumprindo as promessas e lidando honestamente com os *stakeholders* (THOMSON, BOUTILIER, 2011).

O sucesso da implementação de uma SLO depende do contexto sócio-político das comunidades anfitriãs (WILSON, 2016). Assim, como forma de conduzir as empresas de mineração nesse processo contínuo da SLO, Boutilier et al. (2012), propõem uma sequência de passos que devem ser seguidos para que seja possível a evolução da SLO na mineração, representado no Quadro 13.

Quadro 13: Passos para estabilizar o ambiente sócio-político

| <b>Passos</b>  | <b>Meta</b>  |
|--|--|
| Avaliação da situação  | Identificar todos os grupos que podem afetar ou ser afetados pelo projeto de mineração.<br>Conduzir entrevistas com as partes interessadas para ouvir suas preocupações<br>Criar mapas de redes, para identificar o potencial de apoio ou risco de cada parte envolvida.<br>Criar estratégia para: a) abordar preocupações; b) construir acordo sobre objetivos comuns; c) construir apoio para o papel da mineração no desenvolvimento da comunidade. |
| Estabilização da estrutura e sua dinâmica                      | Avaliar o padrão de comportamento das redes e se posicionar diferente para cada um.  |
| Estabilização através da obtenção dos níveis da licença social | Obter legitimidade em relação aos benefícios<br>Obter credibilidade através do capital social<br>Obtendo credibilidade por meio do contrato social<br>Obtendo total confiança  |

Fonte: Adaptado de Boutilier et al. (2012)

Semelhantes, pelos efeitos, Lacey e Lamont (2013) apontam outras duas atividades que podem contribuir para o processo de SLO: a) estabelecer comitês

consultivos para facilitar o intercâmbio entre os interesses da comunidade, do governo e da empresa; e b) hospedar reuniões com a comunidade, sessões de informação, visitas ao local e dias abertos, os quais buscam aumentar a compreensão e a conscientização entre empresas e comunidades.

Embora o fim seja o único objetivo, o meio pelo qual o processo é conduzido acaba se transformando em ator principal, pois a maioria das pesquisas identifica que a transparência, a confiança e o envolvimento da comunidade, são centrais para obtenção da SLO. Nesta, é fato a necessidade de combinações assertivas de fatores sociais, econômicos e ambientais, as quais influenciam a resposta da comunidade a projetos de mineração (CURRAN, 2016). Em síntese, existe a necessidade de ir além da conformidade regulamentar, e comportar-se de forma transparente e responsável, a fim de atender as expectativas da comunidade, com isso, ganhar a confiança e legitimidade (OVERDUIN, LEE MOORE, 2017).

A pesquisa de Walton e McCrea (2020) ressalta que é a governança da indústria quem garantirá que as ações irão além da regulamentação e conformidade adequadas, ao mesmo tempo que as comunidades estarão envolvidas na solução de problemas em nível local.

A Tabela 6, mostra os estudos realizados sobre a SLO que envolvem o carvão mineral, mas apenas 5 pesquisas possuem foco exclusivo na sua mineração. As demais avaliam o assunto dentro da extração de gases que existem nas camadas de carvão ou então na mineração em geral, tendo o carvão como um dos possíveis minerais.

Tabela 6: Lista de artigos realizados envolvendo SLO e carvão mineral

| <b>Autores</b>          | <b>Abordagem dada a SLO</b>  | <b>Foco do estudo</b> |
|-------------------------|--|-----------------------|
| Adiansyah et al. (2017) | Estudo dos potenciais impactos da mineração ao longo do ciclo de vida da mineração                                 | Mineração de carvão   |
| Benham (2017)           | Avaliar a percepção de justiça ao longo da obtenção da SLO   | Mineração de carvão   |
| Franks et al. (2010)    | Análise e gestão dos impactos cumulativos da mineração sobre as comunidades como forma de obtenção da SLO          | Mineração de carvão   |
| Laurence (2020)         | Apresentar uma análise histórica da indústria de mineração australiana e o desenvolvimento da SLO                  | Mineração de carvão   |
| Svobodova et al. (2019) | A importância do conhecimento das atividades da mineração, por parte do <i>stakeholders</i> , para obtenção da SLO | Mineração de carvão   |

| <b>Autores</b>                | <b>Abordagem dada a SLO</b>  | <b>Foco do estudo</b>     |
|-------------------------------|--|---------------------------|
| Giurco et al. (2014)          | Afirma que na análise da SLO não é considerado onexo causal entre a mineração e necessidade de energia   | Mineração em geral        |
| Azapagic (2004)               | Construção de um conjunto de indicadores para análise da percepção dos <i>stakeholders</i> . Através deles gerir a SLO.                                      | Mineração em geral        |
| Lomberg e Rupprecht (2017)    | Padrão para construção de relatório dos resultados da exploração, recursos minerais e reservas minerais  | Mineração em geral        |
| Overduin e Moore (2017)       | Avalia as fases de obtenção, aplicação e gestão da SLO, bem como o papel do governo e ONGs   | Mineração em geral        |
| Curran (2017)                 | A SLO sob a ótica da empresa, comunidade e do governo  | Gás das camadas de carvão |
| Lacey e Lamont, (2014)        | Faz uma comparação entre as abordagens da SLO quando baseado no consentimento ou na justiça  | Gás das camadas de carvão |
| Luke e Emmanouil (2019)       | Demonstra as fases de evolução da SLO  | Gás das camadas de carvão |
| Luke (2017)                   | Demonstra as fases de evolução da SLO  | Gás das camadas de carvão |
| Paragreen e Woodley (2013)    | Avaliação da importância das percepções das comunidades (justiça processual e distributiva) na concessão da SLO.   | Gás das camadas de carvão |
| Schweinsberg e McManus (2020) | Compreender o chamado espaço total, para então promover a colaboração das partes interessadas de forma mais inclusiva é um pré-requisito para alcançar a SLO | Gás das camadas de carvão |
| Walsh e Haggerty (2020)       | Análise da importância do respeito mútuo, justiça processual e a confiança como pré-condições necessárias para SLO   | Gás das camadas de carvão |
| Walton e McCrea (2020)        | Construção de um modelo estatístico para medir a aceitação e interdependias de fatores de um projeto   | Gás das camadas de carvão |
| Wellmer et al. (2018)         | Apesar de ter pouco foco na SLO, faz observações sobre o uso da boa governança como caminho de obtenção da SLO   | Matérias primas do futuro |

Fonte: Elaborada pelo Autor (2022)

Ao avaliar-se as pesquisas feitas sobre a mineração de carvão, é possível destacar que os trabalhos de Franks et al. (2010) e Adiansyah et al. (2017), analisam como se constituem os impactos da mineração sobre suas comunidades e como eles influenciam na construção da SLO. Importante ressaltar que esses trabalhos poderiam ser complementares, pois o primeiro realiza a análise dos impactos cumulativos da operação de mineração ao longo do tempo, não traz relato sobre a etapa de fechamento da mina. Já

o trabalho de Adiansyah et al. (2017) retrata os impactos de cada um dos processos envolvidos na mineração, separadamente, do berço ao túmulo, mas não leva em consideração os aspectos cumulativos dos impactos.

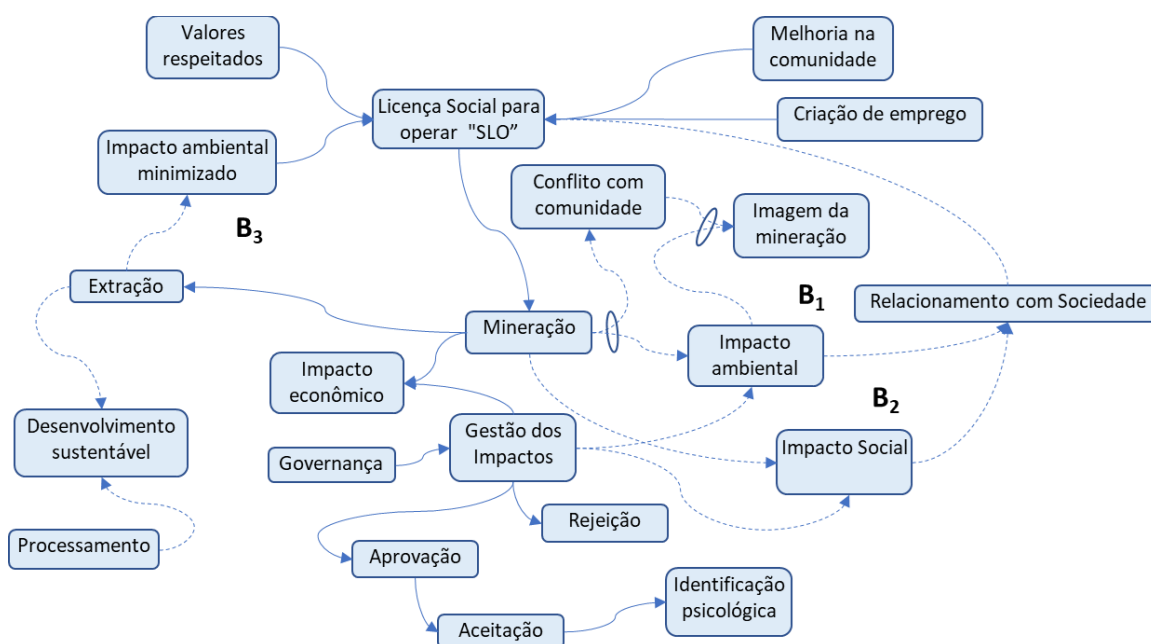
Seguindo a linha de complementariedade, os trabalhos de Benham (2017) e Svobodova et al. (2019), analisam duas faces de uma mesma moeda. Benham (2017) avalia a percepção de justiça ao longo do processo de obtenção da SLO; nesse contexto Svobodova et al. (2019), relatam sobre a importância do conhecimento, das partes envolvidas, para a obtenção da SLO.

Por entender que a SLO é algo que evolui no tempo, Laurence (2020) faz uma análise histórica da mineração de carvão na Austrália e como ocorreu a construção da SLO neste país, demonstrando que o passado é quem irá dar base para o futuro, mas ao mesmo tempo, que o planejamento de longo prazo (futuro) é quem determinou as ações do passado. Assim, é possível verificar que os meios pelos quais os fins são atingidos refletem diretamente na obtenção ou perda da SLO, logo, mister se faz que as empresas garantam bons padrões de conduto no presente, como forma de garantir sucesso no futuro e isso é possível através de normas consolidadas de governança.

#### 2.4.1 Mapa causal da Licença Social para Operar

Como foi visto ao longo do capítulo, a Licença Social para Operar é fortemente baseada no relacionamento da sociedade com a organização. Contudo, para que se consolide, ainda é preciso somar os reflexos dos impactos sofridos pela sociedade. São três enlaces balanceadores gerados, um a partir do impacto ambiental, outro do impacto social, por fim, o último através das ações realizadas na extração que minimizam os impactos ambientais.

Figura 10: Mapa causal da Licença social para operar



Fonte: Elaborada pelo Autor (2022)

## 2.5 Sustentabilidade E Governança Corporativa

Questões como sustentabilidade, externalidade, materialidade e governança corporativa desempenham papéis vitais na forma como as organizações operam e se relacionam com a sociedade. Estes conceitos, interligados de maneira complexa, moldam não apenas as estratégias e práticas das empresas, mas também têm um impacto profundo nas decisões e no impacto global que as empresas exercem. Nos próximos parágrafos, é explorado em detalhes cada um dos tópicos

### 2.5.1 Sustentabilidade

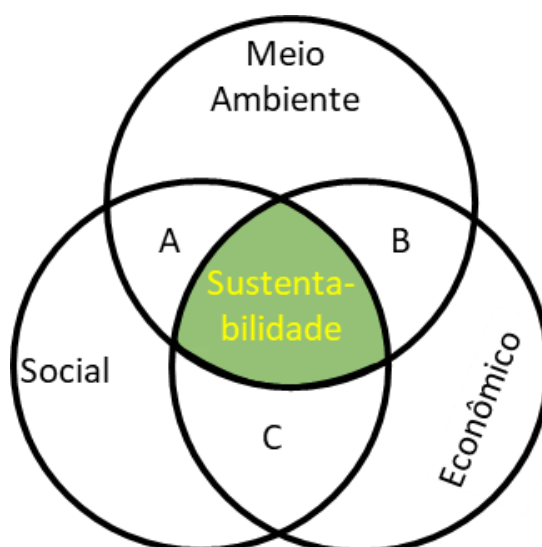
É possível ver sinais os quais afirmam que a humanidade chegou a uma encruzilhada, uma vez as mudanças que estão ocorrendo na Biosfera superam nossa capacidade atual de lidar com as causas dos problemas (BRUNDTLAND, 1987). A evolução mundial dos comércios e a demanda por novos produtos obrigaram as indústrias a atender novos requisitos de qualidade, resultando no consumo de grandes quantidades de recursos não renováveis, agregando a ela a geração exponencial de resíduos e poluição (MALEK, DESAI, 2020). Este cenário mostrou que, de forma bastante clara e sem ambiguidades, que o modelo de desenvolvimento utilizado pelo mundo industrializado do pós-guerra não é sustentável (BRUNDTLAND, 1987). Ao mesmo tempo, o uso da



palavra “sustentabilidade” está crescendo de forma dispersa e muitas vezes sem entendimento claro por aqueles que a utilizam (LIOR, 2010).

O modelo *triple bottom line*, apresentado na Figura 11, apresenta a análise holística e inclusiva da sustentabilidade, o qual além de enfatizar suas três dimensões fundamentais, meio ambiente, sociedade e economia, traz outros três domínios bidimensionais integrados (A – Social & Meio Ambiente; B- Meio Ambiente & Econômico; C- Econômico & Social), conclui que é através da interação entre as três principais dimensões, o espaço onde se encontra a sustentabilidade (LIU et al., 2014; BRUNDTLAND, 1987; KUMAR, KUMAR, 2018).

Figura 11: Representação do *triple bottom line*



Fonte: Adaptado de Kumar e Kumar (2018)

Rodrigues e Mendes (2018) apontam a necessidade de agregar outras dimensões complementares, que são o respeito pelos princípios éticos, um código de conduta que deve guiar as ações das empresas, bem-estar e qualidade de vida (questões sociais), por fim, o relacionamento com todas as partes envolvidas (*stakeholders*).

Dado que o conceito do desenvolvimento sustentável se traduz pelo atendimento das necessidades e aspirações da geração atual, sem comprometer a capacidade das gerações futuras de atender às suas necessidades (BRUNDTLAND, 1989), existe uma ambiguidade intrínseca. Pois ao mesmo tempo que fornece uma direção ética e sensata na condução atual das organizações, de forma prática, ainda é difícil quantificar quais são as necessidades atuais, como será a composição das gerações futuras e quais deverão ser

suas necessidades, para que então seja possível planejar quais recursos serão utilizados, bem como a disponibilidade desses recursos (LIOR, 2010; CHU et al., 2021; KARAOSMAN et al., 2015).

Se a importância estratégica da sustentabilidade para as empresas tem aumentado nas últimas décadas (SILVA et al., 2019; TKACHEVA et al., 2015), o fornecimento de minerais e energia tem impactos econômicos, sociais e ambientais de longo prazo, por isso, a transição da indústria de mineração para o desenvolvimento sustentável é uma questão crítica (LIU et al., 2015; RODRIGUES, MENDES, 2018).

Em síntese, a sustentabilidade da mineração está diretamente relacionada à condição do espaço geográfico onde as atividades de mineração são realizadas, lembrando que diferentes projetos terão diferentes condições ecológicas, ambientais, econômicas e sociais, por isso a importância que as estratégias e políticas atendam as expectativas dos *stakeholders* (ZENG et al., 2016).

Historicamente a mineração tem sido vista como insustentável, uma vez que seu viés puramente econômico ou político pode reduzir as potenciais contribuições das indústrias extrativas para o desenvolvimento de uma determinada localidade (MORRISON et al., 2012). O estudo de Sanz-Hernandez (2020) ressalta que, apesar da mineração estar presente no planejamento de futuro de algumas comunidades, por outro lado, alguns paradigmas ambientais rejeitam a mineração por acreditarem que é uma ameaça à nova identidade comunitária.

Sendo sustentabilidade corporativa fator chave de sucesso para as organizações de hoje e do futuro, é importante que as empresas se comprometam a partir do seu mais alto nível de gestão (UNGC, 2014). Assim, o primeiro passo para estratégias corporativas sustentáveis é compreender a existência da interdependência entre responsabilidades econômicas e socioambientais, sendo ela requisito básico para consentimento dos *stakeholders* e recursos dos acionistas, gerando assim vantagem competitiva de longo prazo (SALVIONI et al., 2016).

Na busca pela sustentabilidade, as mineradoras passaram a assumir um comprometimento através de suas normas de governança, com a ética, o meio ambiente e a justiça social, sem abrir mão da dimensão econômica, estarão em condições de atender ao conceito de sustentabilidade (RODRIGUES, MENDES, 2018; MORRISON et al., 2012; TKACHEVA et al., 2015). A sustentabilidade é uma abordagem de governança que molda a identidade, os valores e a cultura organizacional da empresa.

Nesta linha, muitas empresas de mineração empregam boas práticas de governança, com o objetivo de moldar os valores e a cultura organizacional (SALVIONI et al., 2016), como forma de gerenciar efetivamente os riscos conhecidos, externalidades, bem como a materialidade que envolve todas as etapas do projeto da mineração, incluindo reabilitação da mina e gestão pós-fechamento (MCINTYRE et al., 2015; SINGH, 2016; SENJAYA et al., 2020).

### 2.5.2 Externalidade

Apesar de ser uma discussão latente na atualidade, quando se debate sobre sustentabilidade, tem sua definição no ano de 1938, pelo pesquisador Pigou, que resumidamente define ela como sendo o resultado do ator “A”, ao longo da execução de produção, entregue ao serviço, para o ator “B”, causa reflexos para o ator “C” (STEWART, GHANI, 1991). Isso porque as externalidades ao mesmo tempo que impactam o princípio fundamental da economia que é o bem estar social (EATWELL et al., 1987; BUCHANAN, STUBBLEBINE, 2000), demonstrando como e quais são os reflexos causados em uma determinada comunidade, mesmo que ela não tenha pedido por eles, ou até não esteja pagando por ele (EPSTEIN et al., 2011; WANG et al., 2020; DE VALCK et al., 2021).

Em resumo, as externalidades são um conjunto de ligações que mostram as trocas entre os geradores e seus *stakeholders*, total ou parcialmente envolvidos, precificadas ou não (STEWART, GHANI, 1991). As externalidades positivas são aquelas que trazem melhoria na qualidade de vida ou desenvolvimento econômico. Já as negativas incluem poluição do meio ambiente, através do ar, água ou sonora (EATWELL et al., 1987; BUCHANAN, STUBBLEBINE, 2000).

O estudo de Stewart e Ghani (1991) aponta que a externalidade deve ser estudada através da sua natureza, número de agentes, saliência, situação econômica e localização dos envolvidos e, por fim, a monetária e realidade. Quanto à natureza, as externalidades podem se dar: a) de produtores para outros produtores: quando a imagem das empresas inseridas dentro de uma cadeia de abastecimento reflete uma nas outras; b) de produtores para consumidores: no momento que seus produtos/serviços alteram o modo de vida desses; c) de consumidores para outros consumidores: sazonalmente os consumos podem refletir no mercado; ou, d) de consumidores para produtores: quando alterações nos valores ou hábitos de consumo se alternarem.

Sabendo que as interações entre os agentes podem refletir nas externalidades, essas podem ser entre: a) Um para um, ou para poucos: empresas situadas dentro de um parque industrial; b) Um para muitos: efeitos radioativos causados por um acidente nuclear; c) Muitos individualmente para muitos: sendo os distritos industriais os mais fáceis de exemplificar; d) Muitos coletivamente para muitos: através do uso de veículos para locomoção (trânsito e poluição). A saliência deixa claro se a externalidade é óbvia ou está oculta. Nesta linha, algumas afetam mais uma classe social do que outra, sendo que o mesmo acontece quanto a localização dos agentes, uma vez que ela pode ser espacial, ou então sua localização dentro da indústria. Por fim, as externalidades reais são aquelas, resultantes das atividades das empresas, que mudam as condições ambientais. Essas externalidades serão monetárias caso afetem os preços das mercadorias na busca de um equilíbrio entre custo do impacto e os custos de produção.

Na mineração de carvão, cada uma das etapas do ciclo de vida – extração, transporte, beneficiamento, recuperação de área – poderá trazer consigo uma série de externalidades, muitas delas cumulativas (EPSTEIN et al., 2011; SILVIA et al., 2021). Elas ocorrem em diversas formas, sendo o imposto de renda, empregos, infraestrutura pública e pagamento de royalties, os efeitos positivos mais conhecidos. De outro lado, temos os impactos negativos à saúde, de diversidade ambiental e poluição (VALCK et al., 2021; SILVIA et al., 2021; SAHOO, SENAPATI, 2021).

Os trabalhos analisados sobre as externalidades inseridas na mineração estão diretamente relacionados aquelas que refletem em custos para operação ou sociedade, por isso, como pode ser observado no Quadro 14, são na grande maioria negativas.

Quadro 14: Externalidades da mineração de carvão

| <b>Econômico</b>   | <b>Saúde Humana</b>   | <b>Meio Ambiente</b>                           | <b>Outros</b>   |
|--|---|--|---|
| Perda de atratividade para o turismo   | Aumento no nível de estresse da comunidade                                      | Perda da biodiversidade                        | Danos às estruturas dos prédios devido explosões          |
| Redução no preço de venda de propriedade                                       | Aumento com gasto público com saúde   | Barragem de resíduo e chorume                  | Danos na infraestrutura devido subsistência               |
| Custo, pago pelos contribuintes, de mitigação e monitoramento do meio ambiente | Aumento da mortalidade e morbidade devido ao aumento dos níveis de particulados | Aumento dos níveis de particulado em suspensão | Danos na infraestrutura devido aos deslizamentos de terra |
| Danos a terras agricultáveis   | Impacto à saúde mental  | Chuva ácida                                    | Perda do poder de reação da comunidade                    |

| <b>Econômico</b>                                     | <b>Saúde Humana</b>  | <b>Meio Ambiente</b>                   | <b>Outros</b>                                |
|--|--|--|--|
| Aumento na remuneração pelo uso da terra             | Impacto direto nas comunidades vizinhas da mina                  | Danos permanentes em áreas degradadas  | Perda populacional após o fechamento da mina |
| Subsídios federais e estaduais                       | Acidente no local de trabalho (com ou sem mortes)                | Drenagem ácida da mina                 |  |
| Evasão populacional                                  | Contaminação de recursos hídricos                                |  |  |
| Perda de rendimento da agricultura familiar          | Impacto das emissões de GEE                                      |  |  |
| Aumento da economia local                            | Acidente ao longo do processo de transporte                      | Falha na recuperação de área degradada |  |
| Aumento do passivo ambiental                         | Impactos à saúde local devido contato a metais pesados (Chorume) |  |  |
| Desgaste do pavimento de estradas ou trilhos de trem | Impactos na saúde bucal, contaminação a recursos hídricos        |  |  |
| Redução de empregos no fechamento da mina            |  |  |  |
| Área bloqueada para construção de bota-fora          |  |  |  |

Fonte: Adaptado de Epstein et al. (2011) e Silvia et. al (2021)

Importante lembrar que as atividades de mineração de carvão também podem refletir em externalidades positivas, como aponta o estudo feito por Matheis (2016), ao pesquisar os reflexos da mineração de carvão na economia dos Estados Unidos da América, ao longo do período de 1870 e 1970. Neste trabalho o autor avalia tanto os efeitos de curto prazo, como os de longo prazo, quando a mineração estimulou o crescimento populacional por duas décadas, com aumento da atividade manufatureira local.

Diante de tantos riscos de externalidades, nasce o conceito de materialidade, criando o limite conceitual, a partir do qual as externalidades se tornam suficientemente importantes para serem relatados aos *stakeholders* (KHAN et al., 2016; JEBE, 2019).

### 2.5.3 Materialidade

A cada nova onda de crise econômica os investidores buscam ferramentas capazes de antecipar os fatos. Na busca de proteção aos seus investimentos e antecipar possíveis crises econômicas, os investidores estão cada vez mais interessados em

compreender os riscos e oportunidades associados aos ativos globais. Nesse sentido, a construção da materialidade das indústrias surge como uma ferramenta essencial. Por meio de pesquisas criteriosas, são identificados os impactos econômicos, ambientais e sociais mais relevantes para cada organização, permitindo direcionar estratégias de sustentabilidade que criam valor a curto, médio e longo prazo. Além disso, a materialidade influencia as avaliações das partes interessadas, fortalecendo o engajamento com as organizações (JEBE, 2019; TULDER, LUCHT, 2019).

Os assuntos que envolvem a sustentabilidade garantem maior probabilidade para a construção da materialidade, uma vez que é mais fácil para os *stakeholders* expressarem suas expectativas quando ao alinhamento da empresa quanto as questões sociais, ambientais e econômicas (GREWAL, SERAFEIM, 2020; TULDER, LUCHT, 2019). A pesquisa de Jebe (2019), complementa essa afirmativa ao apontar que informações relevantes a respeito da gestão de energia, balanço de emissões de gases de efeito estufa ou consumo de matéria-prima são capazes de sustentar as avaliações dos *stakeholders*, especialmente porque ela expressa o grau de exposição de uma organização a possíveis alterações nas políticas, ao mesmo tempo que aponta como a organização pode ser afetada pela escassez de recursos.

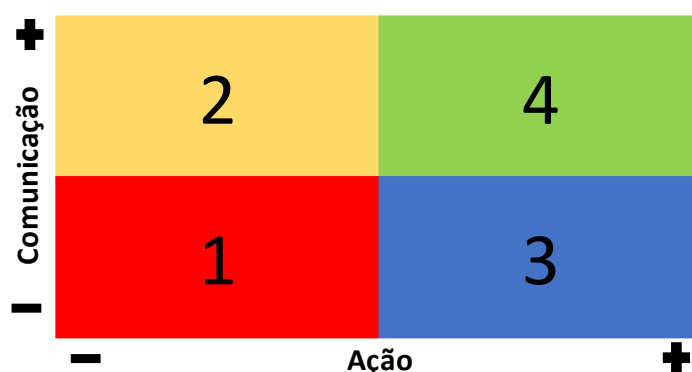
Existe ainda a preocupação que, na busca da construção de uma materialidade positiva, investimentos em sustentabilidade possam aumentar os custos de uma empresa, que ao tentarem repassar para seus preços cria uma desvantagem competitiva. Essa falha pode ser fruto de erros de análises a respeito da materialidade (KHAN et al., 2016). Como forma de suplantar esse desafio as estratégias devem ter três componentes: a) evidência de interesse, que deve ser fruto de pesquisa na literatura técnica, mercado ou pesquisa em profundidade com *stakeholders*; b) evidência de impacto financeiro, busca identificar evidências nas receitas, custos, ativos, passivos ou custo de capital da organização; c) ajuste de impacto futuro, será o responsável por analisar se a ação será capaz de seguir gerando impactos positivos ao longo do tempo, mesmo que exista falha no impacto financeiro.

Não se pode desprezar a importância de alinhamento da organização, sendo que para isso é necessário contar com o apoio da alta direção e o *feedback* dos *stakeholders*, na busca de convergência dos planos estratégicos e operacionais em criação de valor sustentável, pois o maior desafio ainda segue passar da teoria para a prática.

Nesta linha, as empresas podem adotar quatro posições estratégicas. A primeira, que está no primeiro quadrante, onde a empresa não realiza, mas também não comunica,

assumindo uma postura inativa. A segunda opção é comunicar mais do que realmente realiza, com uma postura reativa. Já a terceira opção, com uma postura ativa, tem alto poder de realização, mas não comunica efetivamente. Por fim, assumindo uma postura proativa, tem alto poder de realização (TULDER, LUCHT, 2019). Essas posições estão representadas na Figura 12.

Figura 12: Posições estratégicas da materialidade



Fonte: Adaptado de Tulder e Lucht (2019)

Assim, pode-se concluir que temas materiais são significantes para as organizações, uma vez que afetam sua viabilidade a longo prazo da corporação (ARAS et al., 2021), logo, devem estar alicerçadas sob uma estrutura de governança robusta, reconhecida e atuante na organização.

#### 2.5.4 Governança Corporativa

Apesar do termo “*governance*” surgir a partir de reflexões conduzidas principalmente pelo Banco Mundial, sobre o papel do Estado e como torná-lo eficiente, envolvendo dimensões econômicas, sociais e políticas. A ideia de que uma “boa” governança é um requisito fundamental para um desenvolvimento sustentável, que incorpora ao crescimento econômico equidade social e também direitos humanos (KARAOSMAN et al., 2015; CHU et al., 2021; WU et al., 2021).

No entanto, no mundo corporativo, de suas várias definições, a governança corporativa pode receber três grandes conjuntos. O primeiro é como objetivo de administração das relações entre os diversos atores econômicos, incluindo a direção das empresas, seus conselhos de administração, acionistas e *stakeholders* (MACMILLAN,

DOWNING, 1999; SALVIONI, et al, 2016). Na sequência como conjunto de leis e regulamentações, ou como estrutura de poder (MAHER, ANDERSSON, 1999, SALVIONI, et al, 2016). Por fim, como sistema normativo, que construirá padrões de comportamento com foco em eficiência, crescimento do negócio e tratamento com acionistas (SKARE, HASIC, 2016).

Sendo que a economia moderna apresenta atritos entre os investidores e seus agentes, as quais no passado não eram latentes, pois o controle de gestão das empresas era concentrado em uma única pessoa, que ao mesmo tempo trabalhava e respondia pelas ações da empresa, hoje a propriedade está pulverizada, sendo que a gestão passou a ser despenhada por um gestor, sem vínculo de propriedade com a organização (MAN, WONG, 2013). Neste contexto, o proprietário deixou de ser o principal executivo e gestor, abrindo espaço para a presença de investidores e gestores profissionais, que gerenciam o capital investido pelos acionistas (SKARE, HASIC, 2016).

Fazer com que os gestores das empresas apliquem o capital em projetos que objetivem os interesses da organização e não que tenham por objetivo seus interesses pessoais é o paradoxo da teoria da agência, apresentada por Shleifer e Vishny em 1997. A essência da Teoria da Agência tem por base a separação da gestão e finanças, ou, de forma resumida, de propriedade e controle, sendo seu principal conflito existente na divergência entre o comportamento desejado pelo investidor e o comportamento apresentado pelo gestor, neste caso o agente (SKARE, HASIC, 2016; SHLEIFER, VISHNY, 1997; MAN, WONG, 2013; SALVIONI et al., 2016).

Shleifer e Vishny (1997) complementam que é papel da governança corporativa lidar com as formas pelas quais os investidores, sejam eles externos ou proprietários, garantem obter retorno sobre seus investimentos. São quatro pilares que sustentam a Governança Corporativa: a) transparência, pois a administração deve primar pela comunicação, e deve fluir por todos os níveis; b) prestação de contas, sendo que todos os agentes devem prestá-las; c) equidade, com tratamento justo a todas as partes envolvidas; d) responsabilidade corporativa, zelando pela perpetuação dos negócios, incluindo assuntos sociais e ambientais (IBCG, 2021). São esses pilares responsáveis pela ponte entre a Governança Corporativa e a Sustentabilidade (SKARE, HASIC, 2016).

Por sua vez, a Governança Corporativa corresponde a uma combinação de estruturas e processos. As estruturas são formadas por aqueles que compõem controle da empresa, podendo ser diretores ou conselheiros. Já os processos são constituídos pelos sistemas de controle de gestão e que devem direcionar o comportamento dos



administradores para o cumprimento dos objetivos estipulados pelos acionistas, além de assegurar que os executivos não se afastem deles (IBCG, 2007; SALVIONI et al., 2016).

Contudo, outras considerações importantes são feitas sobre o tema, como por exemplo, Jiang et al. (2019) ao considerarem que o propósito governança corporativa não se resume apenas a operação do negócio, mas sim estar alinhada com a gestão geral das empresas, com a supervisão e o controle das ações dos gestores, bem como, com a satisfação das expectativas legítimas dos *stakeholders* e a regulação de interesses que vão além dos limites das empresas.

Alves (2001) tem uma contribuição objetiva e simples neste sentido, onde a governança não se limita à maximização do lucro para os acionistas, porém consiste, antes, na geração de riqueza em um sentido mais amplo, como a geração e manutenção de empregos, desenvolvimento de infraestrutura de pesquisa e comunicações, passando a incluir a preservação dos recursos naturais não renováveis, a promoção de direitos fundamentais do trabalhador e a proteção dos interesses do consumidor.

Apesar de não existir um modelo padrão ou universal, que possa ser implantado em todas as empresas, é possível afirmar que a partir das melhores práticas de governança corporativa, é possível reduzir os conflitos de interesses internos e garantir a satisfação dos *stakeholders*, com o objetivo de alcançar a sustentabilidade de longo prazo para a empresa (SKARE, HASIC, 2016). Ainda segundo os autores, um programa eficiente de governança corporativa é capaz de: a) reduzir os custos de controles e aumentar a eficiência dos negócios, devido à redução de conflitos internos; b) tornar mais fácil o acesso ao capital próprio, através da transparência dos resultados; c) acesso mais fácil a investimentos, reduzindo incertezas do negócio; d) melhorar a reputação/imagem da empresa, através do aumento da confiança do público na empresa.

Em outra perspectiva, Salvioni et al. (2016) afirmam que os resultados se consolidam ao atenderem as expectativas dos *stakeholders*, são eles: a) acionistas e outros provedores de capital financeiro: através do pagamento de dividendos equitativo e duradouro; b) funcionários: ao proteger seus direitos e expectativas econômicas e sociais; c) fornecedores: na consolidação de uma cadeia de suprimentos sustentável e responsável; d) clientes e consumidores: equilibrando desempenho social, econômico e ambiental; e) comunidades: através da gestão eficiente das externalidades das operações da empresa; f) meio Ambiente: com práticas sustentáveis e responsável de mitigação de risco e impactos.

Os artigos analisados, que aplicaram a governança na mineração de carvão, estão concentrados em quatro grupos de pesquisas. O primeiro grupo é formado pelas pesquisas

que analisam os conflitos socioambientais, os quais buscam detalhar as relações de poder entre os agentes, a legitimidade das ações e decisões ao longo do processo de licenciamento e operação das mineradoras. Cabe destacar os estudos que analisam as relações de trabalho e segurança dentro das minas, principalmente aquelas de subsolo. Em segundo, está o grupo de trabalhos que concentram esforços para descrever e analisar os impactos ambientais decorrentes da mineração. Esses estudos, por sua vez, estão subdivididos em: a) impactos a recursos hídricos, que concentram grande parte dos estudos; b) impactos na geologia local, analisando os riscos de deslizamento ou ruptura de camadas geológicas; c) fauna e flora, ao abordar análises de impactos sobre os mais diversos aspectos. Na sequência está o grupo sobre a importância da governança ao longo das ações e políticas públicas.

O último grupo aborda as questões de governança corporativa de mineradoras de carvão. O estudo amplo de Morrison, et. al (2012), traz a importância das mineradoras ao desenvolverem o protagonismo do desenvolvimento da comunidade anfitriã, aquela que recebe a mineração, por meio do investimento comunitário. Os autores apontam que as organizações preenchem lacunas deixadas pelo poder público quanto ao investimento em infraestrutura ou na prestação de serviços comunitários. Apesar das parcerias público-privadas contribuírem positivamente, a governança deve garantir que os investimentos não tragam consigo responsabilidades que, tradicionalmente, devam ser assumidas pelo poder público local.

Colaboram nesta linha Karaosman et al. (2015), ao analisar o papel da responsabilidade social empresarial (RSE) na governança corporativa e concluem que as mineradoras devem garantir maior segurança para a sociedade e o meio ambiente, ampliando seu foco ao integrar preocupações ambientais, éticas e de direitos humanos na estratégia de negócios, através de uma postura proativa contra a poluição ambiental, mitigando impacto social ao mesmo tempo que proporciona melhores condições de saúde e segurança a todos. Já Tkacheva et al. (2015), desenvolvem um conjunto de recomendações para aumento da eficiência de uma empresa estatal, que visa a maximização dos resultados financeiros. As soluções propostas passam por uma maior liberdade, em todos os níveis, para tomada de decisão, aperfeiçoamento tecnológico, melhoria da qualidade do produto final, bem como o desenvolvimento de novas tecnologias para gaseificação do carvão.

Wu et al. (2021), ao analisarem as ações governamentais, através de uma mineradora estatal, ressaltam que a governança deve garantir a sustentabilidade dos

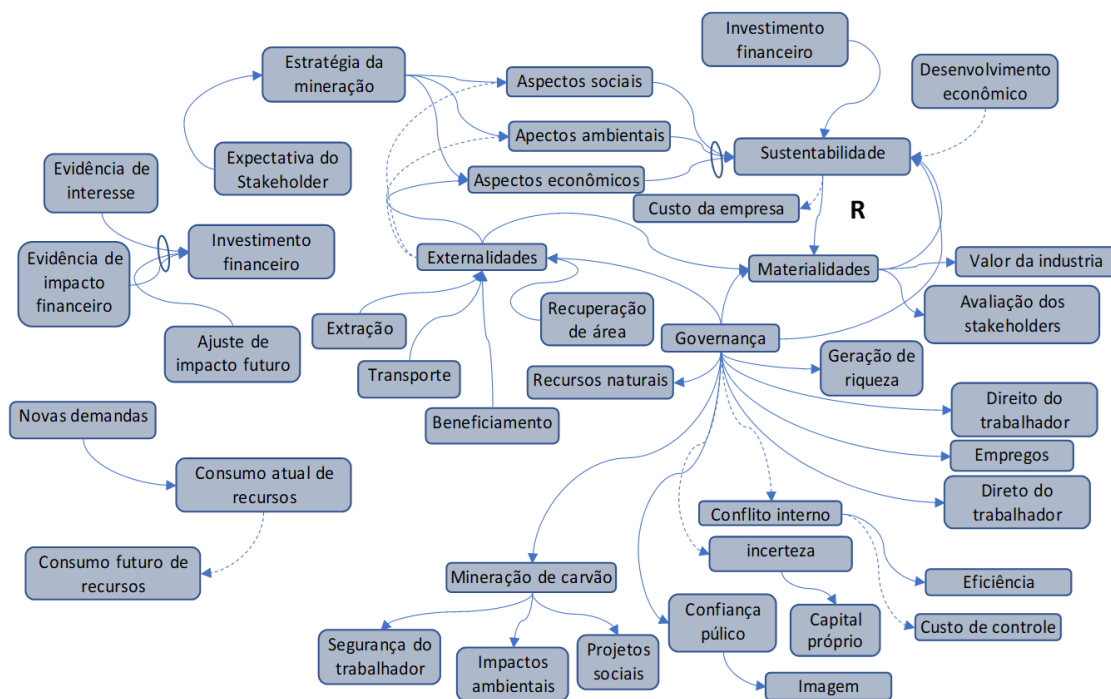
negócios, através do desenvolvimento econômico, da equidade social e o meio ambiente protegido e preservado. Para isso, os autores propõem que o Estado deva concluir suas políticas e normas sobre a mineração de carvão, encorajando que as empresas invistam em ciência e tecnologia para produção de carvão, mapeando as áreas de mineração, suas taxas e regras de concessão de direitos minerários. Esse conjunto de diretrizes, uma vez seguidas pelas empresas, garantirão o desenvolvimento sustentável das regiões carboníferas.

É possível concluir, até aqui, que a mineração, ao longo de todo o seu ciclo de vida, do berço ao túmulo, estará vulneravelmente exposta a diversos riscos (SVOBODOVA et al., 2019), para os quais a mineradora deva encontrar formas de monitorar seu desempenho não só na área de governança, mas também em meio-ambiente e social. Para isso são propostos indicadores de ESG (*Environmental, Social and Governance*), com o objetivo de criação de valor para os *stakeholders* (BECKMANN et al., 2014).

#### 2.5.5 Mapa causal da Governança e Sustentabilidade

A partir da Figura 13 é possível notar que é a Governança quem irradia reflexos para um grande número de variáveis causas, de outro lado a Sustentabilidade recebe os reflexos de várias direções. Quanto as externalidades, ela se mostra resultante dos processos da mineração, as quais impactaram na materialidade e na sustentabilidade, lembrando que essas duas últimas variáveis criam um enlace reforçador entre si.

Figura 13: Mapa causal da Governança e da Sustentabilidade



Fonte: Elaborada pelo Autor (2022)

## 2.6 Indicadores ESG

A conscientização global acerca do mundo dos negócios está mudando rapidamente e conduz a uma reformulação fundamental das finanças, com isso, considerar requisitos ambientais, sociais e de governança (ESG) tem se mostrado uma parte importante, e cada vez mais crítica da estratégia de negócios (LOKUWADUGE, HEENETIGALA, 2016). Ao mesmo tempo, questões ESG tornou-se um ponto de interesse, também, para investidores, acionistas e governos como uma preocupação de gestão de risco (GALBREATH, 2012).

ESG de forma genérica, pode ser visto como uma evolução dos Relatórios de sustentabilidade, os quais possuíam alto grau de subjetividade, agora formatado no conjunto de indicadores específicos de uma indústria, negócio, empresa ou fábrica (BOERNER, 2011). Sendo composta por questões relacionadas ao meio ambiente (mudança climática, consumo de energia e água ou emissões de carbono), envolvimento social (operações comerciais justas, direitos humanos, igualdade de gênero e raça, saúde e segurança), por fim, de governança corporativa (relações institucionais, independência do conselho, corrupção e suborno, relações sindicais) (GALBREATH, 2012), ao mesmo

tempo que sejam garantidas a integridade da organização e de seus processos de gestão interna (BECKMANN et al., 2014).

Por ser uma metodologia relativamente nova, alguns pesquisadores buscam validar se há relação direta entre os critérios de ESG com o desempenho corporativo financeiro (FRIEDE et al., 2015). Zhao et al. (2018), admitem que o bom desempenho do ESG pode melhorar o desempenho financeiro e a lucratividade da empresa, no longo prazo. O outro lado mostra que, mesmo com preços recordes de commodities minerais, grandes projetos foram paralisados e até abandonados, sendo uma boa parcela devido ao elevado custo com ESG, sendo um bom exemplo a mina de Pascua Lama, de ouro, prata e cobre, na fronteira entre o Chile e a Argentina (VALENTA et al., 2019).

O fato é, que critérios ESG podem preparar as empresas para lidar com mudanças nas regulamentações e preferências dos consumidores, bem como ameaças potenciais de novas tecnologias (JAGANNATHAN et al., 2017). Muito embora existam muitas teorias que explicam a motivação em optar pelo ESG, geralmente estão relacionados a regulamentos, padrões, legitimidade e *stakeholders*, pois podem ser utilizados para gerir as partes interessadas a fim de obter seu apoio e aprovação, ou até, para evitar sua reprovação, e conquistar a legitimidade de suas ações (LOKUWADUGE, HEENETIGALA, 2016; VELTE, 2020).

Para gestão de análise de investimentos, espera-se que o ESG consiga identificar riscos importantes, mas que não conseguiriam ser capturados por indicadores convencionais de mercado (VALENTA et al., 2019), além de analisar a capacidade de uma empresa de manter a vantagem competitiva a longo prazo (DE SILVA LOKUWADUGE, DE SILVA, 2020). Ao incorporar critérios ESG em sua estratégia de investimento, os gestores de portfólio podem selecionar proativamente empresas que estão bem preparadas para lidar com essas mudanças e se proteger do risco de queda (JAGANNATHAN et al., 2017).

A mineração tem se mostrado uma das indústrias mais disruptivas, quando se fala em contornar impactos ambientais e sociais, uma vez que tem sido um desafio constante manterem suas licenças de operação, devido seus reflexos na agricultura, comunidade, saúde e resistência por parte de organizações sociais. Nesta linha, a mineração sustentável consiste em equilibrar as demandas das partes interessadas (funcionários, clientes, comunidades, órgãos reguladores e defensores e o público em geral), ao mesmo tempo que protege o meio ambiente e obtém lucros para o bem de seus acionistas (LOKUWADUGE, HEENETIGALA, 2016).

O conceito de indicadores ESG se tornou um dos “*hot spots*” do mundo das finanças, capaz de atrair a atenção de investidores, que nos anos de 2012 e 2014 aportaram 17 trilhões de dólares e 28 trilhões de dólares, respectivamente, em empresas com bom desempenho de ESG. Além disso, muitas bolsas de valores em todo o mundo (Reino Unido, Brasil, Canadá, Índia, Malásia, Noruega, África do Sul, Sri Lanka, Tailândia, Alemanha, Filipinas, Polônia, Cingapura, Turquia) já lançaram os requisitos ou diretrizes de divulgação ESG (ZHAO et al., 2018). O Quadro 15, apresenta algumas dessas propostas.

Quadro 15: Exemplo de indicadores ESG

| Área | Nível de Índice  | Unidade     | Direcionalidade |
|------|--|-------------|-----------------|
| E    | Taxa de emissão de óxido de nitrogênio   | g / kWh     | negativo        |
|      | Taxa de emissão de dióxido de enxofre  | g / kWh     | negativo        |
|      | Taxa de emissão de dióxido de carbono  | g / kWh     | negativo        |
|      | Taxa de emissão de fumaça  | g / kWh     | negativo        |
|      | Taxa de emissão de águas residuais   | g / kWh     | negativo        |
|      | Número de acidentes de segurança ambiental   | caso        | negativo        |
|      | Consumo de carvão padrão da fonte de alimentação   | g / kWh     | negativo        |
|      | Taxa de consumo de energia da usina  | %           | negativo        |
|      | \$ industrial com adição de água consumo   | ton         | negativo        |
|      | \$ industrial com adição de energia consumo  | Mtce        | negativo        |
|      | Investimento total em proteção ambiental com o % da receita                                      | %           | positivo        |
|      | Investimento em melhoria tecnológica de conservação de energia representou receita operacional   | %           | positivo        |
|      | Taxa de utilização de cinzas   | %           | positivo        |
|      | Proporção da capacidade instalada do patrimônio líquido da operação de energia limpa             | %           | positivo        |
|      | A taxa de instalação de unidades de dessulfuração para uma unidade de energia térmica a carvão   | %           | positivo        |
|      | Taxa de instalação de equipamentos de desnitrificação para a unidade de energia térmica a carvão | %           | positivo        |
| S    | Acidente grave de equipamento  | Caso        | negativo        |
|      | Acidente geral de equipamento  | Caso        | negativo        |
|      | Acidente casual  | Caso        | negativo        |
|      | Interrupção não planejada  | equipamento | negativo        |
|      | Proporção de empregados mulheres   | %           | positivo        |
|      | Proporção de funcionário com deficiência   | %           | positivo        |

| Área | Nível de Índice  | Unidade | Direcionalidade |
|------|--|---------|-----------------|
| G    | Proporção de engenheiros de segurança com o % do pessoal de gerenciamento de segurança | %       | positivo        |
|      | Proporção de pessoal de gerenciamento de segurança licenciado                          | %       | positivo        |
|      | Média anual de férias pagas por funcionário  | dias    | positivo        |
|      | Taxa de seguro social  | %       | positivo        |
|      | Taxa anual de treinamento de funcionários  | %       | positivo        |
|      | Taxa anual de verificação de saúde   | %       | positivo        |
|      | Doações de caridade com o % da receita   | %       | positivo        |
|      | Número de reuniões do comitê de nomeação por ano                                       | Nr      | positivo        |
|      | Número de reuniões do comitê de remuneração por ano                                    | Nr      | positivo        |
|      | Conselho Fiscal  | Nr      | positivo        |
|      | Reuniões do conselho por ano   | Nr      | positivo        |
|      | Tempo anual de treinamento do secretário da empresa                                    | horas   | positivo        |
|      | Taxa de comparecimento do comitê de nomeação   | %       | positivo        |
|      | Taxa de presença do comitê de avaliação e risco  | %       | positivo        |
|      | Taxa de participação na reunião do conselho  | %       | positivo        |
|      | Taxa de presença do comitê de remuneração  | %       | positivo        |

Fonte: Zhao et al. (2018)

Atender a altos níveis de desempenho do ESG traz consigo obrigadoriedades no comportamento corporativo nos três âmbitos esperados (Meio Ambiente, Social e Governança), por isso a organização deverá, ao mesmo tempo, zelar pela integridade financeira da organização com as dos processos de gestão interna (BECKMANN et al., 2012). Ao mesmo tempo, apesar de haver um anseio que as organizações atendam a um propósito social, o resultado financeiro não pode ser subjugado (LELEUX, KAAI, 2019). Por sua vez, os critérios ESG não são únicos e universais, é esperada uma ampla análise e compreensão das especificidades de cada uma das particularidades envolvidas (externalidades) no negócio, bem como, a respeito das materialidades esperadas pelos *stakeholders* (ROBINS, 2014).

Leleux e Kaai (2019) propõem que se desenvolva uma abordagem sistêmica para construir a estratégia de sustentabilidade, com base em fatores ESG, reforçam que o foco deve ser nos vínculos com seu negócio principal, sendo que os resultados obtidos devem

ser utilizados para ajudar a melhorar o seu programa de inovação e sustentabilidade de uma organização.

Por se tratar de um assunto recente, a aplicação dos critérios ESG ainda é pouco explorada. Do total de artigos que compõem a base de dados desta pesquisa, conforme os critérios de pesquisa descritos no capítulo 1, apenas três artigos tratam o tema com profundidade na mineração de carvão. Deste total, dois deles aplicam os indicadores ESG para avaliação de ativo, bem como os riscos de mercado aos quais estão expostos.

O primeiro deles é o de Jagannathan et al. (2017), que apontam ganho de eficiência e minimização de risco ao incluírem critérios ESG, uma vez que investidores podem selecionar as organizações que estão aptas a enfrentar mudanças de mercado, sem sofrerem risco de queda de suas ações. Nesta linha, Leleux e Kaai (2019), projetam um plano de classificação de empresas conforme o seu desempenho em critérios ESG.

Por fim, o trabalho de Svobodova (2019) utiliza uma base dados internacional (*S&P Global Market Intelligence*), para avaliar 916 projetos mundiais de mineração de carvão, através de seus desempenhos nos critérios ESG. O resultado mostra que 11%, ou 102 projetos, possuem alto risco ESG. Outros 450 projetos, que compõem 50% do total analisado, apresentam médio risco ESG. Sendo que 360, ou 39%, apresenta baixo risco ESG. Os três critérios de risco foram computados através de 8 grupos de critérios, sendo eles: a) riscos ambientais: 1) estabilidade, 2) água e clima, 3) biodiversidade; b) riscos sociais: 4) vulnerabilidade dos usos da terra, 5) povos indígenas, 6) fragilidade social; c) riscos de governança: 7) fragilidade política e 8) ambiente regulatório. Como avaliação foram aplicadas notas de 1 a 5, sendo 1 para baixo risco e 5 para alto.

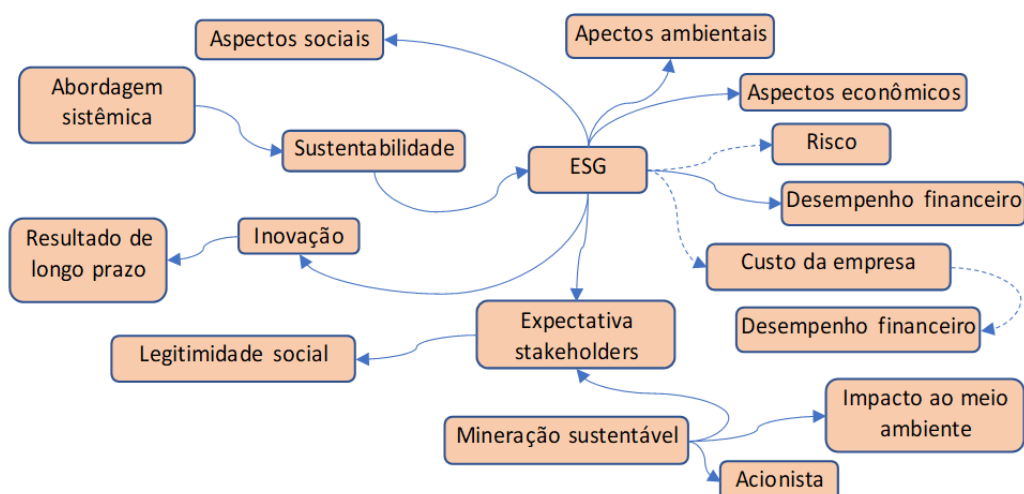
Importante lembrar que, apesar de não haver produção científica a respeito, ao longo desta pesquisa foi possível notar que os indicadores ESG começam a apontar uma evolução. Como foi explicitado neste capítulo, a aplicação dos critérios de ESG começa como um conjunto de indicadores, que buscam apresentar o grau de exposição de uma organização quanto a impactos ambientais, sociais e de governança, mas já existem iniciativas que abordam o assunto com a proposta de uma jornada. Nela a organização é convidada a rever, não apenas seus resultados, mas sim seus propósitos, processos, envolvimento e engajamento com os pilares ESG.



### 2.6.1 Mapa causal do ESG

Como resultante da Sustentabilidade, o ESG, enquanto analisado por critérios de indicadores de sustentabilidade, ao mesmo tempo que demonstrar o desempenho da organização nos aspectos sociais, ambientais e de governança, também demonstra aptidão para as questões econômicas, mesmo que de forma indireta.

Figura 14: Mapa causal do ESG



Fonte: Elaborada pelo Autor (2022)

### 2.7 Considerações finais

Neste capítulo foram abordados diversos temas essenciais para a compreensão dos reflexos da mineração de carvão na sustentabilidade de uma localidade e no desenvolvimento de uma organização.

A fundamentação teórica foi construída a partir de conceitos importantes, destacando-se o Pensamento Sistêmico como uma ferramenta essencial para entender as relações complexas e interdependentes entre os diferentes elementos que compõem a atividade de mineração. A utilização de mapas causais mostrou-se uma abordagem valiosa para estruturar o *framework* de conhecimento, proporcionando uma visão consolidada das informações apresentadas no Capítulo 3.

No contexto da mineração, a análise dos seus impactos na sustentabilidade foi essencial para compreender os desafios enfrentados pelas organizações do setor. A

mineração de carvão é como um ponto crítico de discussão, para o qual foram apresentados tanto oportunidades para o seu desenvolvimento, quanto desafios relacionados à sustentabilidade.

Um aspecto relevante foi a relação entre a mineração e os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (*SDG*). Ao longo desta seção ficou evidente que, quando a mineração é conduzida de forma responsável, ela pode contribuir positivamente para o alcance desses objetivos, ao mesmo tempo em que a busca pelos *SDG* pode potencializar as atividades da mineração de carvão, comprovando a possibilidade de complementariedade de propósito.

A Licença Social para Operar (*SLO*) surge como uma questão crítica, devido sua forte conexão de relacionamento entre a sociedade anfitriã e as mineradoras. A obtenção da *SLO* é influenciada positivamente pelos reflexos recebidos na comunidade. Caso eles sejam negativos, ações de mitigação devem ser implementadas pelas empresas ao longo de suas operações, sob pena de retirada da *SLO*.

A Governança e a Sustentabilidade foram abordadas como duas variáveis fundamentais no contexto da mineração de carvão. Enquanto a boa Governança resulta na gestão de diversas variáveis ‘causas’, a Sustentabilidade apresenta impactos nas variáveis ‘efeitos’, assim, criando um enlace reforçador virtuoso, mostrando a relevância da boa governança para práticas sustentáveis.

Por fim, a análise dos critérios ESG foi realizada como forma de medida do desempenho das organizações nos aspectos sociais, ambientais e de governança. A sustentabilidade mostra ser um elemento essencial na construção de uma análise abrangente do ESG, indicando que a preocupação com questões econômicas deve estar alinhada com as práticas operacionais e sustentáveis para garantir um desenvolvimento mais equilibrado e duradouro.

Em síntese, apesar deste capítulo não ter a pretensão de exaurir todos os temas que impactam a indústria analisada, ele oferece um panorama consistente das complexas relações que permeiam a mineração de carvão e sua interface com um tema, que inicialmente se apresentava antagônico, que é a sustentabilidade. As informações apresentadas aqui fornecem uma base sólida para a adoção de práticas mais responsáveis e sustentáveis no setor de mineração.

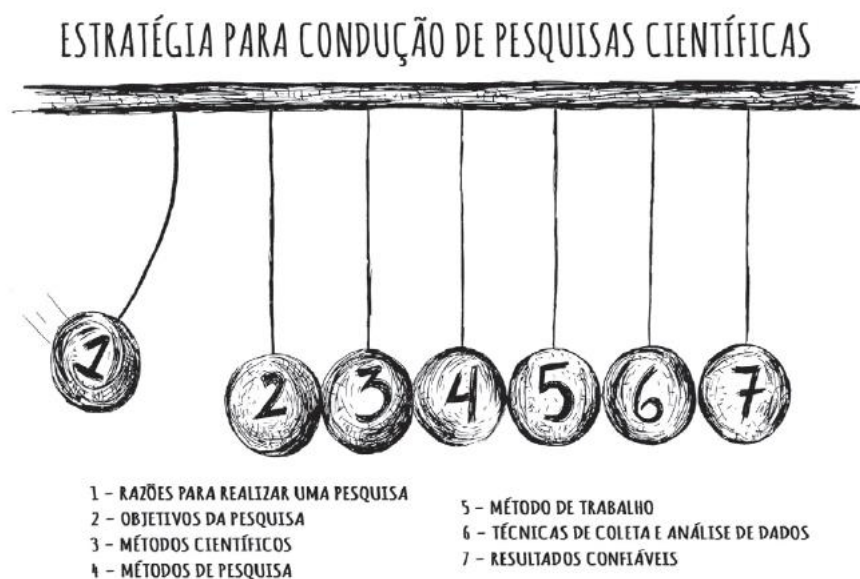
### 3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Esta pesquisa nasce das observações realizadas ao longo das etapas de planejamento e construção de um projeto de mina e planta de beneficiamento de carvão, na cidade de Candiota/RS. Ao longo da etapa de planejamento o desconhecimento das partes envolvidas impedia qualquer análise mais profunda sobre o projeto. Já na etapa de construção, o pesquisador pode observar a mobilização de uma comunidade em prol de um novo projeto para a comunidade, que à medida que ~~era~~ erguia seus equipamentos e prédios, trazia consigo a esperança de um futuro melhor, com maior desenvolvimento social, urbano, econômico e ambiental.

Uma vez concluída a etapa de construção, chegando à etapa de testes e, por fim, operação em escala comercial, o projeto passa a cumprir com o que era esperado, quanto a desempenho técnico e econômico, contudo, a comunidade começa a sentir os primeiros reflexos, com isso, nasce a semente do descontentamento com os primeiros reflexos socioambientais

Atender a esse descontentamento foi a principal razão para realizar esta pesquisa, mas ainda era necessário alinhar os demais passos de um projeto de pesquisa, os quais Dresch et al. (2015) representa na metáfora do pêndulo de Newton, conforme Figura 15.

Figura 15: Etapas do projeto de pesquisa - Pêndulo de Newton



Fonte: Dresch (2015)

Com o objetivo de procurar respostas aos questionamentos realizados ao longo das etapas de construção e início de operação, uma pesquisa bibliográfica inicial foi realizada para entender os movimentos realizados pela indústria da mineração em situações similares. Como resultados, foram localizados projetos de igual contorno e características, os quais apontavam para a necessidade de atenção as teorias sobre o atendimento de questões sociais, ambientais e de governança, ao longo de toda a vida de um projeto de mineração de carvão.

Para esse projeto de pesquisa, a motivação principal de trabalho se transformou em responder a pergunta formulada na seção 1.1, que é: Quais são os direcionadores de governança eficazes e integrados para promover a sustentabilidade do negócio na indústria de mineração de carvão, considerando os princípios do desenvolvimento sustentável e abordagem sistêmica?

Segundo Popper (2008), as teorias científicas são enunciados universais, que tentam explicar aquilo que chamamos de mundo, cabendo ao pesquisador refinar o seu conhecimento, buscando teorias passíveis de provas, dotadas de poder explicativo.

Durante a condução de projetos científicos é possível observar a aplicação de uma série de técnicas que passam desde as mais simples observações até os mais rigorosos procedimentos estatísticos e suas análises. Contudo, de muito pouco adiantaria todas as técnicas conhecidas se o pesquisador não fizer uso de um método científico para o desenvolvimento da pesquisa (Severino, 2007).

Sendo que os métodos de pesquisa são os caminhos utilizados na construção do conhecimento, tornando a realidade observada compreensível (Lacerda, et al, 2007). Este capítulo tem por objetivo apresentar os procedimentos metodológicos que irão nortear o projeto de pesquisa.

Com o objetivo de entender quais são os critérios utilizados na produção do conhecimento, dentro da Engenharia de Produção, Lacerda, et al, (2007) analisaram 310 artigos publicados. Quanto a perspectiva do delineamento dos projetos analisados, foram identificados os comportamentos de oito critérios, sintetizados na no Quadro 16.

Quadro 16: Critérios metodológicos

| Critério | Classificação | Descrição  |
|----------|---------------|--|
| Natureza | Básica        | Envolve verdades e interesses universais, procurando gerar conhecimentos novos úteis para o avanço da ciência, sem aplicação prática prevista. |

| Critério             | Classificação          | Descrição   |
|----------------------|------------------------|---|
| Abordagem            | Aplicada               | Procura produzir conhecimentos para aplicação prática dirigidos à solução de problemas específicos.   |
|                      | Qualitativa            | O ambiente natural é fonte direta para coleta de dados, interpretação de fenômenos e atribuição de significados.  |
|                      | Quantitativa           | Requer o uso de recursos e técnicas de estatística, procurando traduzir em números os conhecimentos gerados pelo pesquisador.   |
| Objetivo do Estudo   | Exploratória           | Visa proporcionar maior familiaridade com o problema, tornando-o explícito ou construindo hipóteses sobre o mesmo.  |
|                      | Descritiva             | Expõe as características de uma determinada população ou fenômeno, demandando técnicas padronizadas de coleta de dados  |
|                      | Explicativa            | Procura identificar os fatores que causam um determinado fenômeno, aprofundando o conhecimento da realidade.  |
| Método Científico    | Dedutivo               | Sugere uma análise de problemas do geral para o particular, através de uma cadeia de raciocínio decrescente.  |
|                      | Indutivo               | O argumento passa do particular para o geral, uma vez que as generalizações derivam de observações de casos da realidade concreta.  |
|                      | Hipotético-Dedutivo    | Formulam-se hipóteses para expressar as dificuldades do problema, de onde se deduzem consequências que deverão ser testadas ou falseadas.   |
| Procedimento Técnico | Pesquisa Bibliográfica | Concebida a partir de materiais já publicados.  |
|                      | Pesquisa Documental    | Utiliza materiais que não receberam tratamento analítico.   |
|                      | Pesquisa Experimental  | Determina-se um objeto de estudo, selecionam-se as variáveis e definem-se as formas de controle e de observação dos efeitos.  |
|                      | Levantamento "Survey"  | Propõe a interrogação direta de pessoas.  |
|                      | Estudo de Caso         | Representa a estratégia preferida quando se colocam questões do tipo "como" e "por que", quando o pesquisador tem pouco controle sobre os eventos e quando o foco se encontra em fenômenos contemporâneos inseridos em algum contexto da vida real. |
|                      | Pesquisa Expost-Facto  | O experimento se realiza depois dos fatos.  |
|                      | Pesquisa-Ação          | Procura estabelecer uma relação com uma ação ou problema coletivo.  |
|                      | Pesquisa Participante  | Quando se desenvolve a partir da interação entre pesquisadores e membros das situações investigadas.  |

| Critério                       | Classificação   | Descrição  |
|--------------------------------|---|--|
| Clareza da Questão de Pesquisa | Sim ou Não  | Procura medir a transparência das informações  |
| Tipo de Questão de Pesquisa    | Como, Por que, O que, Quem, Qual, Quantos, Quando, Onde ou Não especificado | Identificar a questão central da pesquisa a partir da qual será desenvolvido o estudo              |
| Utilização de Teste-Piloto     | Sim ou Não  | Facilitar o pesquisador na determinação de unidades de análise, métodos de coleta/análise de dados |

Fonte: Gil, 1999; Silva e Menezes, Vargas e Maldonado, Yin, 2001; Dubé e Paré, 2003; Carvalho, 2005; Köche, 2006, Apud Lacerda, et al., (2007)

Outros pontos analisados pelos autores estão resumidos na coleta de dados, a qual deve ser feita com: a) clareza no processo; b) seleção de amostra feita com criticidade; c) alinhamento dos métodos com os objetivos do projeto; d) triangulação de diferentes métodos. Outro item é quanto a análise dos dados coletados, que remete a: a) clareza no processo, como forma de permitir o julgamento dos resultados; b) encadeamento lógico das evidências; c) teste empírico, comparando com hipóteses teóricas; d) construção das explicações; e) análise de séries de tempo, como forma de identificar padrões; f) comparação com a literatura conflitante; g) comparação com literatura similar.

Assim, este capítulo trará o delineamento geral da pesquisa, apresentando os métodos de condução, trabalho e técnicas e ferramentas de coleta e análise de dados, salientando que seu delineamento geral, com base em Lacerda, et al. (2007), é representado pela Figura 16.

Figura 16: Delineamento geral da pesquisa

|                      |  |
|----------------------|--|
| Natureza             | • Aplicada                             |
| Abordagem            | • Qualitativa                          |
| Objeto de estudo     | • Explicativo                          |
| Método científico    | • Abduativo                            |
| Procedimento técnico | • Pesquisa participante                |
| Método de pesquisa   | • <i>Design Science Research - DSR</i> |

Fonte: Autor

Apesar desta tese estar baseada no método científico abduativo, pois segundo Dresch (2013), esta é uma maneira de propor teorias, como forma de entender e explicar situações problemas, na busca de soluções para o mundo real. Ainda segundo a autora, outros métodos podem ser utilizados ao longo da pesquisa. Assim, outro método científico, que contribui para esse projeto, é o método hipotético-dedutivo, por também possibilitar testar solução de problemas, mesmo que teoricamente, antes de serem colocadas em prática, basta que estas sejam analisadas a luz de um teste de falseamento (Popper, 1972, Dalberio, 2009). Já Thiollent (1988) observa que as hipóteses permitem ao pesquisador organizar o raciocínio estabelecendo pontes entre as ideias gerais e as comprovações por meio de observações concretas.

Conforme Dresch (2013), os projetos de pesquisa que tem por objetivo projetar ou prescrever, desenvolver soluções que ainda não existem ou modificar situações existentes, com isso melhorar o patamar de resultado, com foco na solução de problemas, são aquelas que seguem o modelo da *Design Science* (Dresch, 2013; Dresch et al., 2015).

### 3.1 Delimitação da pesquisa

O objetivo desta seção é apresentar os limites de aplicação deste estudo e, conseqüentemente, conduzirá aos futuros achados de pesquisa e conclusões. O primeiro

corte necessário refere ao Pensamento Sistêmico (ST), que conduzirá as análises e construção do conhecimento sobre o tema, bem como, sobre os achados de campo da pesquisa. As estruturas sistêmicas construídas ao longo da pesquisa deverão nortear a proposta de pontos de alavancagem da sustentabilidade e da governança para a empresa estudada. O ambiente que o projeto de pesquisa foi desenvolvido é o da mineração de carvão, dentro do contexto da comunidade do Seival, que fica localizada na cidade de Candiota/RS. Importante lembrar que não fará parte deste estudo avaliar os impactos gerados ao longo da cadeia da mineração. Este conjunto de variáveis, bem como o uso integrado delas, justificam a relevância do projeto.

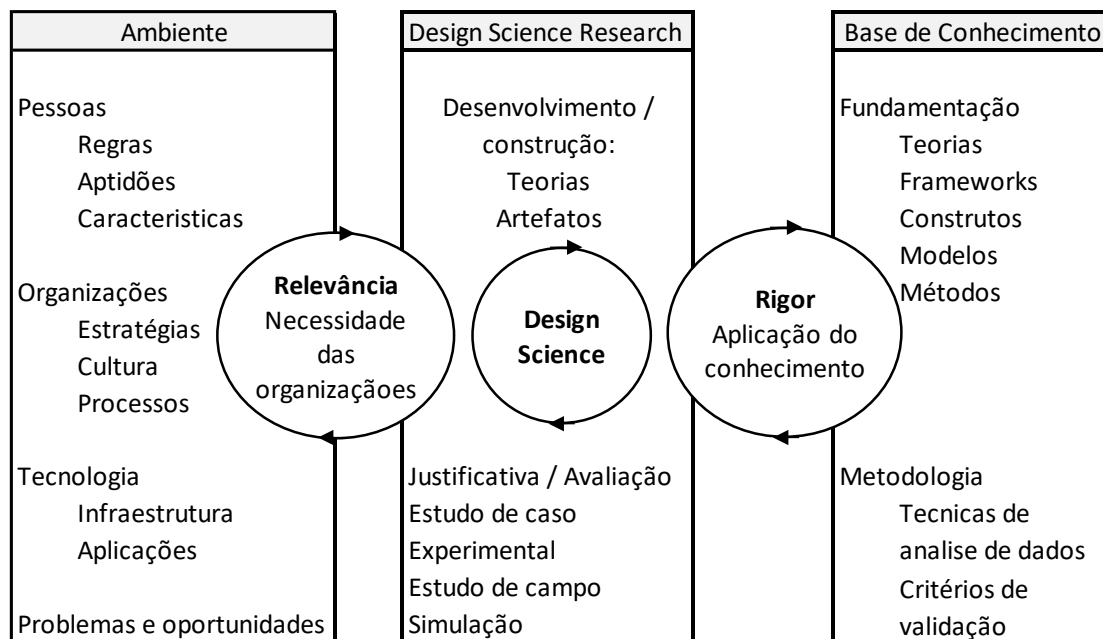
### 3.2 Método de trabalho

Cabe ao método de trabalho apresentar uma sequência de passos lógicos, previamente definidos, que conduzirão o projeto de pesquisa ao longo de sua trajetória, sendo que a primeira decisão deve ser quanto ao método de trabalho.

Para que o método escolhido, que neste caso é a *Design Science Research* – DSR, tenha sucesso na sua aplicação, existem dois fatores-chave fundamentais, que são: rigor e relevância. A relevância está diretamente ligada a parte que atende as organizações, pois espera-se que ela apresente soluções para problemas práticos. Já o rigor, contribuirá para o crescimento do conhecimento científico sobre o tema estudado (Dresch, et al. 2015). Assim, a relevância deste projeto de pesquisa se faz presente através do propósito de atender a necessidade crescente da indústria de mineração de carvão em resgatar sua importância econômica, ao mesmo tempo que se mostra ambiental e socialmente responsável. Quanto ao rigor, será utilizado para preencher a lacuna de conhecimento científico, uma vez que não foi identificado um projeto de pesquisa igual ao *design* que está sendo proposto. A importância e aplicação da relevância e rigor, na condução do método, estão representadas na Figura 17, que representa os conceitos e fundamentos da *Design Science Research*.



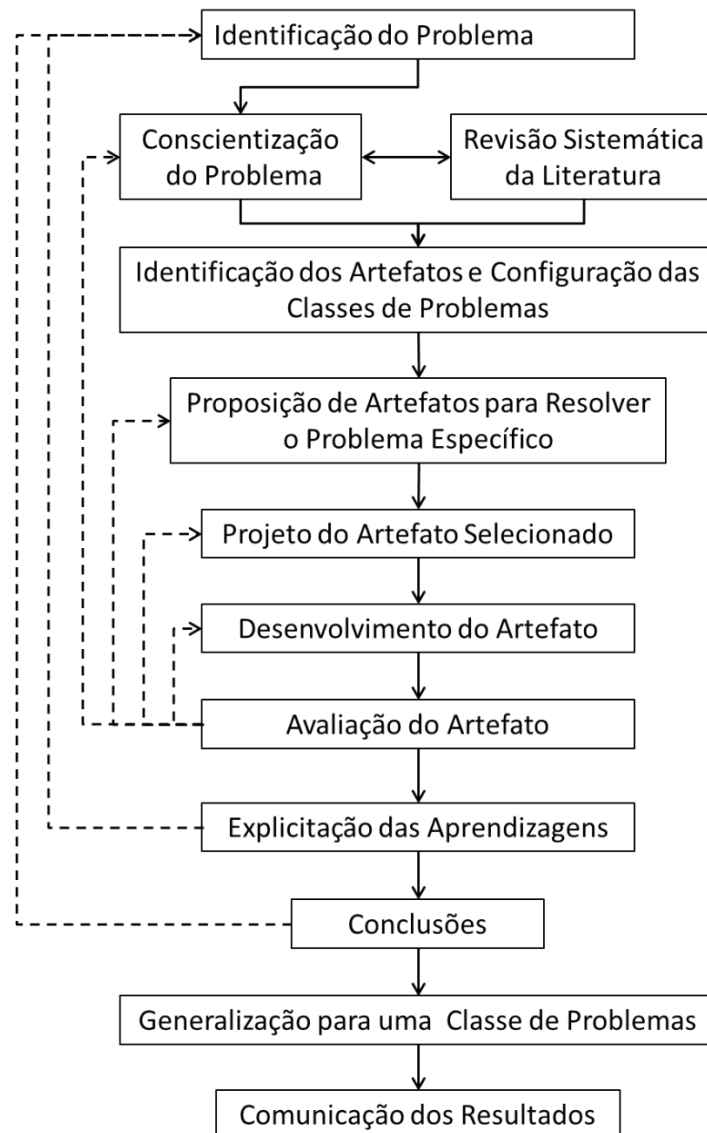
Figura 17 : Conceitos e fundamentos da *Design Science Research*



Fonte: Adaptado Hevner (2007); Dresch, et al. (2015)

As etapas do método de pesquisa que sustentam a aplicação deste método de trabalho são aquelas propostas por Dresch et al. (2015), uma vez que sua proposta é de apoiar o processo de pesquisa para que seja capaz de gerar resultados confiáveis e relevantes. Os doze passos esperados, bem como suas relações de dependências (representados pelas setas contínuas) e possíveis realimentações (pelas setas tracejadas) estão representados na Figura 18.

Figura 18 : Método para Condução da *Design Science Research*



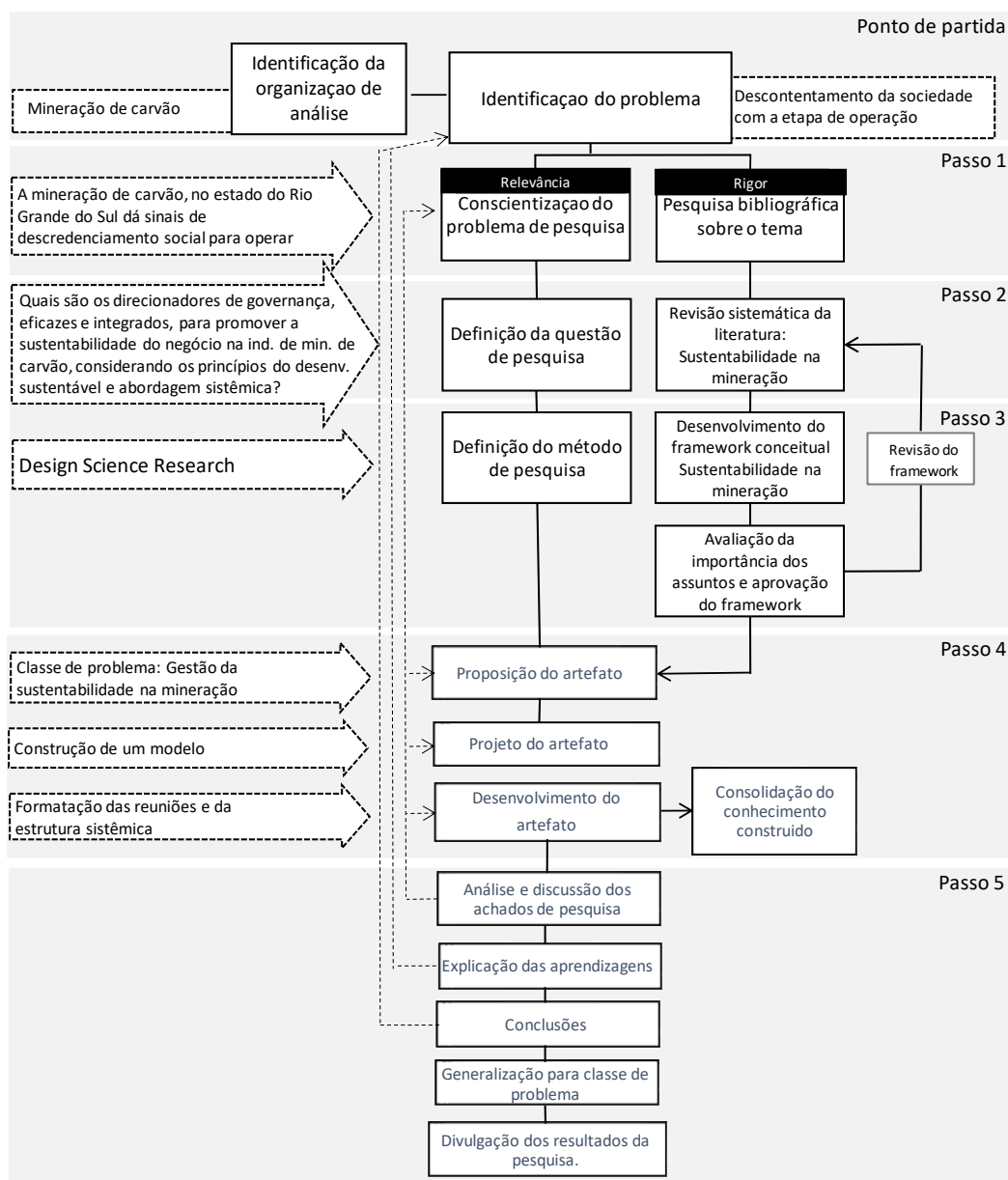
Fonte: Dresch et al., (2015)

O resultado da aplicação *Design Science Research* é a construção de um artefato, que podem ser em forma de construto, modelo ou método, pois é através dele que ocorre o conhecimento e a compreensão do problema de pesquisa (Hevner, et al., 2014), além de contribuir para o fortalecimento da base de conhecimento (Dresch, et al. 2015). Neste projeto de pesquisa o objetivo proposto é a construção de um modelo de direcionadores, capazes de alavancar a sustentabilidade e a governança, que segundo March; Smith (1995), Pidd (1998), Dresch et al. (2015), reforça que o objetivo não está necessariamente na validação da representação da realidade, mas deve ser capaz de

capturar os elementos essenciais da realidade representada a fim de assegurar a sua utilidade.

A aplicação da *Design Science Research* toma por base essa estrutura proposta, representada graficamente na Figura 19, aplicando eixos apresentados anteriormente: relevância e rigor.

Figura 19 : Etapas da tese



Fonte: Autor.

O **primeiro passo** compreende a conscientização do problema, o qual foi realizado através de observações diretas do pesquisador como sendo “A mineração de

carvão, no Estado do Rio Grande do Sul dá sinais de descredenciamento social para operar”. Através de participação direta na mineradora de carvão foi possível identificar as dificuldades enfrentadas ao longo dos processos de licenciamento ambiental, os quais estão cada vez mais demorados e complexos. Em tempo, os questionamentos realizados pela comunidade, diretamente aos órgãos legisladores, aumentam ainda mais a pressão de audiências públicas, ou até mesmo, de interferência na negociação de áreas de terra para futura mineração. Ao longo destes processos pode-se notar que existe o receio, por vezes a certeza empírica, de que algo vai dar errado. Inserida neste passo, mas no eixo do rigor, a pesquisa bibliográfica exploratória sobre o tema, foi desenvolvida à medida que a identificação do problema se tornava mais evidente, sendo que em vários momentos, os dois passos alimentaram mutuamente o desenvolvimento um do outro. É esperado que essa etapa resulte na questão de pesquisa adequadamente formulada (Dresch, et al., 2015), o que aconteceu de forma adequada e consistente.

Na sequência, o **segundo passo**, como forma de buscar a contextualização do problema, foi realizada uma revisão sistemática da literatura, conforme apresentado no Capítulo 2, com o propósito de formar um *framework* de conhecimento sobre os tópicos que estão envolvidos no problema, apresentado no passo anterior. Segundo Dresch, et al. (2015), esta etapa tem por objetivo entender o ambiente em que o problema está inserido, bem como seus diferentes interlocutores. Cabe lembrar ainda que esse referencial bibliográfico é utilizado como base de partida de identificação de possíveis variáveis, já identificadas em situações similares dentro da indústria da mineração, para a construção da transcrição sistêmica e mapas causais, que terão por finalidade exemplificar as relações de causa-efeito-causa entre os fatores existentes no problema, além de sustentar as justificativas apresentadas na seção 1.2.3.

O próximo **passo**, de número **3**, foi a de consolidação dos passos dados até o momento, pois validou a *Design Science Research*, como sendo a utilização do método de pesquisa. Ao mesmo tempo foi avaliada a importância dos assuntos abordados, bem como a aderência dos mesmos a realidade encontrada. A consolidação do conhecimento produzido nas etapas está sintetizada através da aplicação da transcrição sistêmica, sendo ela apresentada no capítulo 3.4 que leva o nome de *Framework* do conhecimento teórico. Sempre que houve a necessidade, o *framework* foi revisitado e uma nova etapa da revisão bibliográfica foi realizada, até que foi possível formatar a versão final do *framework* conceitual sobre os temas estudos e que envolvem a sustentabilidade na mineração. Como forma de validar a aderência do *framework* a realidade local, foram realizadas 4 reuniões

com profissionais da área, as quais totalizaram 360 minutos, sendo que o perfil de cada um está no Quadro 17.

Quadro 17: Perfil dos profissionais na validação do *framework*

| Profissional   | Experiência  | Instituição  |
|----------------|--|--|
| Profissional 1 | Formado em Engenharia Civil, atuou em empresas multinacional, por 06 anos, na área de saúde, segurança e meio ambiente. Atualmente Gerente de sustentabilidade por 07 anos.  | Empresa focal, mineradora de carvão.                               |
| Profissional 2 | Formada em Gestão do Meio Ambiente, foi funcionária pública por 4 anos, nas secretarias de ação social e esportes. Atualmente Secretária do meio ambiente municipal, responsável pelos processos de licenciamentos ambientais. | Prefeitura municipal   |
| Profissional 3 | Graduada em Eng Química, trabalhou, por 10 anos, em empresa de controle de meio ambiente, coprocessamento e gestão de negócios. Atualmente Consultora de negócios, com foco em sustentabilidade, governança e indicadores ESG. | Consultoria internacional na área de sustentabilidade corporativa. |
| Profissional 4 | Com experiência internacional na área de mineração de carvão, profissional com mais de 30 anos de experiência, atualmente Diretor de operações.  | Empresa focal, mineradora de carvão.                               |

Fonte: Autor

Juntamente com a conclusão do terceiro passo, foi feita a consolidação do protocolo de pesquisa, como forma de contribuir para o rigor da pesquisa. O protocolo é apresentado no Quadro 18.

Quadro 18: Protocolo de pesquisa

| Elementos de Pesquisa | Descrição   |
|-----------------------|---|
| Questão de estudo     | Quais são os direcionadores de governança eficazes e integrados para promover a sustentabilidade do negócio na indústria de mineração de carvão, considerando os princípios do desenvolvimento sustentável e abordagem sistêmica? |

| Elementos de Pesquisa                  | Descrição  |
|--|--|
| Objetivo principal                     | Identificar e desenvolver direcionadores de governança que promovam a sustentabilidade da mineração de carvão, em Candiota/RS, utilizando uma abordagem qualitativa e a modelagem sistêmica.   |
| Período de realização                  | O projeto de pesquisa começou a ser delineado em 2019. A coleta de dados de campo foi realizada entre fev/2020 e se estendeu até dez/2022.   |
| Unidade de análise                     | Empresa mineradora de carvão, localizada na cidade de Candiota.  |
| Entrevistas e outras fontes            | Foram realizadas reuniões com Grupo de trabalho, entrevistas com os principais <i>stakeholders</i> , distribuídos ao longo da cadeia da mineração.   |
| Validade interna / externa             | Realizada através da apresentação e aprovação de especialistas.  |
| Questões elementares do estudo de caso | Quais são os <i>stakeholders</i> da mineração no contexto estudado? Quais são as avaliações feitas por eles? Como a relação entre a mineração e seus <i>stakeholders</i> podem interferir na sustentabilidade do negócio? Quais são os pontos de alavancagem que pode maximizar os resultados da sustentabilidade? |

Fonte: Elaborador pelo autor

A adoção de um protocolo de pesquisa é importante para assegurar que os elementos essenciais para a construção desta tese sejam alcançados, tanto como forma de confiabilidade das informações, como para replicabilidade dos resultados. O protocolo atua como um guia ao pesquisador, a fim de explorar todos os aspectos propostos na pesquisa. Um dos principais focos desse guia é a coleta de dados, etapa crítica do processo, onde a aplicação estrita do protocolo garante que todas as informações relevantes sejam devidamente obtidas e analisadas. Ao seguir o protocolo, a pesquisa ganha solidez e consistência, permitindo que outros pesquisadores possam replicá-la e validar suas conclusões (Freitas e Jabbour (2011); Yin (2010)).

O **quarto passo** é composto de três etapas: a) proposição do artefato, que serve para contextualizar o ambiente onde o artefato está inserido; b) projeto do artefato, apresenta a classe do problema estudado; c) desenvolvimento do artefato, onde será apresentada a construção e seu desenvolvimento.

No **último passo**, de número **5**, são feitas, através das análises e discussões dos achados de pesquisa, bem como as explicações das aprendizagens, as conclusões deste projeto, que permitam a generalização do conhecimento para a classe de problema estudado, ao mesmo tempo que é feita a comunicação dos resultados, tanto para a comunidade acadêmica, como para a organização envolvida.

Pesquisas apontam que o processo de avaliação é tão importante quanto a construção do artefato (March e Smith, 1995). Ao longo da etapa de construção são esperadas novas estruturas conceituais, novos métodos ou modelos. Já a etapa de avaliação tem por objetivo determinar se o artefato é eficaz ao alcançar seu propósito, se é economicamente viável e demonstra utilidade sem produzir efeitos adversos (Venable, 2006). Logo, a avaliação da solução se faz complexa uma vez que o desempenho está diretamente relacionado ao uso fim projetado, o que faz com que envolva uma variedade de tarefas inseridas em um ambiente específico (March e Smith, 1995).

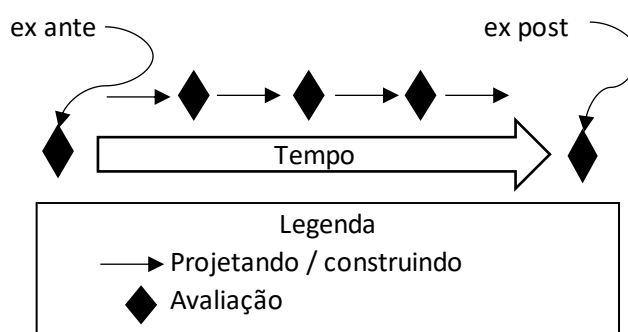
Wilian e Black (1996) afirmam que é esperado que um processo de avaliação assuma uma função formativa ao encontrar evidências nas interpretações feitas através de construtos, os quais compõem os resultados de solução aderente ao propósito que foi projetado, ao mesmo tempo que as funções somativas tem por objetivo fortalecer os significados identificados entre contextos e indivíduos. Com o propósito de contribuir, Venable, et al (2016), acrescentam que, ao buscar por algo novo, o foco da avaliação não precisa ser apenas a utilidade do artefato, mas também a qualidade do conhecimento produzido a partir dele. O pesquisador ao atender esse conjunto integrado de propósitos, estará ao mesmo tempo tornando a avaliação relevante, rigorosa e científica, complementam os autores.

A pesquisa de Peffers, et al (2012), afirma que é consenso sobre a importância das avaliações, contudo poucos artigos apresentam orientações precisas de como realizar essa tarefa. Com a proposta de atender a essa lacuna de pesquisa, o trabalho de Venable, et al (2016), tem por objetivo responder a duas grandes perguntas sobre o tema: Por que avaliar? Quando avaliar? Para os autores, a resposta para a primeira pergunta consiste no propósito funcional que existe na avaliação, o qual pode ser formativo, quando busca analisar as consequências da ação planejada, servindo de suporte para soluções que visam melhorar o sistema, medindo a solução ao longo de seu progresso. De outro lado, pode ser somativo, quando utilizada nas interpretações empíricas, que sustentam a criação de significados aprendidos a respeito de diferentes contextos, medindo a solução apenas quando concluída sua implantação.

A resposta para a segunda pergunta se encontra nos extremos do processo de avaliação. O primeiro momento é antes da implantação da solução, a qual ganha o nome de *ex ante*, que é utilizada para avaliar o impacto de situações futuras, como por exemplo avaliar a tomada de decisão de adquirir ou desenvolver uma tecnologia. No outro extremo do processo temos a *ex post*, que analisa o valor da solução uma vez implantada.

A Figura 20 tem o propósito de representar o momento de cada um dos tipos de análises.

Figura 20 : Avaliação ex ante ou ex post



Fonte: Venable, et al., (2016)

O trabalho de Venable, et al. (2016), vai mais além ao propor quatro diferentes estratégias para que a avaliação da DSR seja aplicada, as quais se encontram detalhadas no Quadro 19. Por sua vez, a escolha da estratégia deve atender a alguns critérios, tais como: I) quanto ao rigor, incerteza e redução de riscos e ética e eficiência; II) riscos do projeto; III) custo para realizar a avaliação; IV) complexidade do artefato; V) alinhamento do(s) avaliador(es) com o propósito do projeto.

Quadro 19 : Estratégia de avaliação da DSR.

| Estratégias de avaliação do DSR   | Critérios de seleção das circunstâncias   |
|-----------------------------------|---|
| <b>Rápido e simples</b>           | Se pequena e simples construção de projeto, com baixo risco social e técnico e incerteza  |
|                                   | Se o principal risco de design for social ou orientado para o usuário e/ou  |
| <b>Risco e Eficácia Humana</b>    | Se é relativamente barato avaliar com usuários reais em seu contexto real e/ou  |
|                                   | Se um objetivo crítico da avaliação é estabelecer rigorosamente que a utilidade/benefício continuará em situações reais e a longo prazo |
|                                   | Se o principal risco de concepção for tecnicamente orientado e/ou   |
| <b>Risco Técnico e Eficácia</b>   | Se é proibitivamente caro avaliar com usuários reais e sistemas reais no cenário real e / ou  |
|                                   | Se um objetivo crítico da avaliação é estabelecer rigorosamente que a utilidade/benefício é devido ao artefato, não outra coisa         |
| <b>Artefato Puramente Técnico</b> | Se o artefato é puramente técnico (sem aspectos sociais) ou o uso do artefato será bom no futuro e não hoje.                            |

Fonte: Venable, et al. (2016).

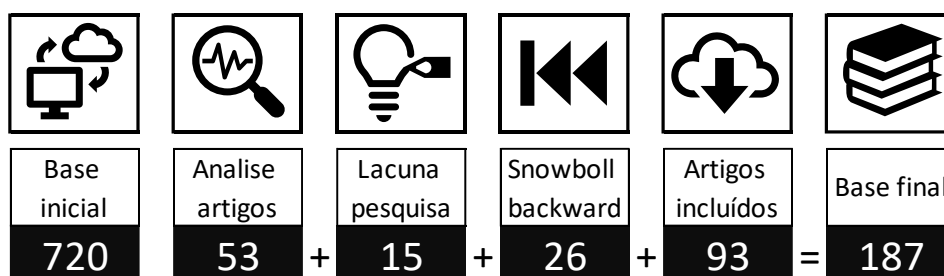


Com isso, as avaliações do artefato são aplicadas na busca de analisar a aderência a realidade, bem como performance e utilidade proposto, ao mesmo tempo que deve ser formalizado as limitações encontradas ao longo da pesquisa.

### 3.3 Evolução do referencial teórico

A pesquisa parte de uma base de dados de artigo robusta, contando com 720 artigos, mas a qual foi preciso refinar a análise com o propósito de aumentar o foco, sem abrir mão do rigor acadêmico. Assim, após a leitura do resumo de cada artigo foram excluídos aqueles que, apesar de atenderem os critérios de pesquisa, não atendiam o objetivo da mesma. Esse foi um importante ponte de corte, pois os acrônimos utilizados na pesquisa refletiram no elevado número de artigos disponíveis. Dependendo o tópico analisado, a exclusão chegou a 38% da base de dados. Outro importante ponto de exclusão foi a exclusão dos trabalhos que não abordaram os temas com profundidade ou analisaram o carvão partir do seu uso e não de sua mineração. Essas duas ações reduziram a base de artigos para 53 artigos. A evolução da base de dados do referencial teórico está na Imagem 21, que segue.

Figura 21: evolução do referencial teórico



Fonte: Autor

Conforme esperado ao longo dos passos propostos pelo método, sempre que o pesquisador sentir que a base de conhecimento não tem condições de sustentar a pesquisa, novas pesquisas bibliográficas devem ser feitas, revisitando assim o passo 1. Assim, quando o pesquisador se deparou com o início do passo 5, que busca a análise e discussão dos achados de pesquisa, sentiu falta de um conceito capaz de fundamentar e justificar como o impacto da mineração cristaliza na mente dos *stakeholders*. Esta necessidade foi atendida através da pesquisa sobre os conceitos de Externalidade e Materialidade, devidamente apresentadas nos capítulos 2.5.1.1 e 2.5.1.2,

respectivamente, somando 15 artigos na base de dados. Ainda neste momento, conforme relatado no capítulo 1.2 - Delimitação do Trabalho, foi necessário aprofundar a pesquisa tanto sobre os temas pesquisados. O capítulo do Pensamento Sistêmico, agora abordando o conceito de transcrição sistêmica, possibilitou a construção dos mapas causais de conhecimento ao longo dos capítulos, ao mesmo tempo agregou outros 40 artigos para a base. Os demais temas somaram 53 artigos pesquisados ao longo deste curso de formação, dos quais é possível destacar o capítulo 2.2 – Mineração de carvão, com 27 artigos.

Por fim, o processo de *snowball backward* (que busca as referências de artigos citados), agregou outros 26 artigos, listados na Tabela 7.

Tabela 7: *Snowball backward*

| Capítulo | Texto base<br>Autor(es) e Ano | <i>Snowball Backward</i><br>Autor(es) e Ano |
|----------|-------------------------------|---|
| 2.1      | Jansen, 2009                  | Bertalanffy, 1986                           |
| 2.2      | Vassilev; Vassileva, 2009     | Vassilev; Tascon, 2003                      |
| 2.2      | Vassilev; Vassileva, 2009     | Vassilev; Vassileva, 1996                   |
| 2.3      | Caiado, et al., 2018          | Brolan, et al., 2014                        |
| 2.3      | Caiado, et al., 2018          | Govindan, et al., 2013                      |
| 2.3      | Caiado, et al., 2018          | Gupta; Vegelin, 2016                        |
| 2.3      | Caiado, et al., 2018          | Jayasooria, 2016                            |
| 2.3      | Caiado, et al., 2018          | Sachs, 2012                                 |
| 2.3      | Cole; Broadhurst, 2020        | Adams, 2017                                 |
| 2.3      | Cole; Broadhurst, 2020        | Dunbar, et al., 2020                        |
| 2.3      | Cole; Broadhurst, 2020        | Elshkaki, et al., 2016                      |
| 2.3      | Cole; Broadhurst, 2020        | Mancini; Sala, 2018                         |
| 2.3      | Cole; Broadhurst, 2020        | Sturman, et al., 2018                       |
| 2.3      | Cole; Broadhurst, 2020        | Vidal, et al., 2013                         |
| 2.4      | Boutilier, et al., 2012       | Boutilier; Thomson, 2011                    |
| 2.4      | Walsh; Haggerty, 2020         | Curran, 2017                                |
| 2.4      | Lacey; Lamont, 2013           | Lacey, et al., 2012                         |
| 2.4      | Poelzer, et al., 2020         | Curran, 2017                                |
| 2.4      | Thomson; Boutilier, 2011      | Thomson; Joyce 2006                         |
| 2.5      | Benites; Polo, 2013           | Alves, 2001                                 |
| 2.5      | Lior, 2010                    | Brundtland, 1989                            |
| 2.5      | Man; Wong, 2013               | Shleifer; Vishny, 1997                      |
| 2.5      | Salvioni, et al, 2016         | Maher; Andersson, 1999                      |
| 2.5      | Salvioni, et al, 2016         | UNGC, 2014                                  |
| 2.5      | Skare; Hasic, 2016            | MacMillan; Downing, 1999                    |
| 2.6      | Galbreath, 2012               | Boerner, 2011                               |

Fonte: Autor

### 3.4 *Framework* de conhecimento teórico

Como já formalizado no Capítulo 2.1, que apresenta o Pensamento Sistêmico, esta etapa do projeto de pesquisa utiliza a análise dos conteúdos teóricos estudados, através da técnica de transcrição, para a construção de uma estrutura sistêmica que tem por objetivo sustentar o *framework* do conhecimento teórico. Esse processo foi conduzido seguindo os passos propostos por Kim e Andersen (2012), os quais estão exemplificados na Figura 22, e detalhados no Quadro 20 abaixo.

Figura 22: Representação gráfica das etapas da transcrição sistêmica



Fonte: Autor

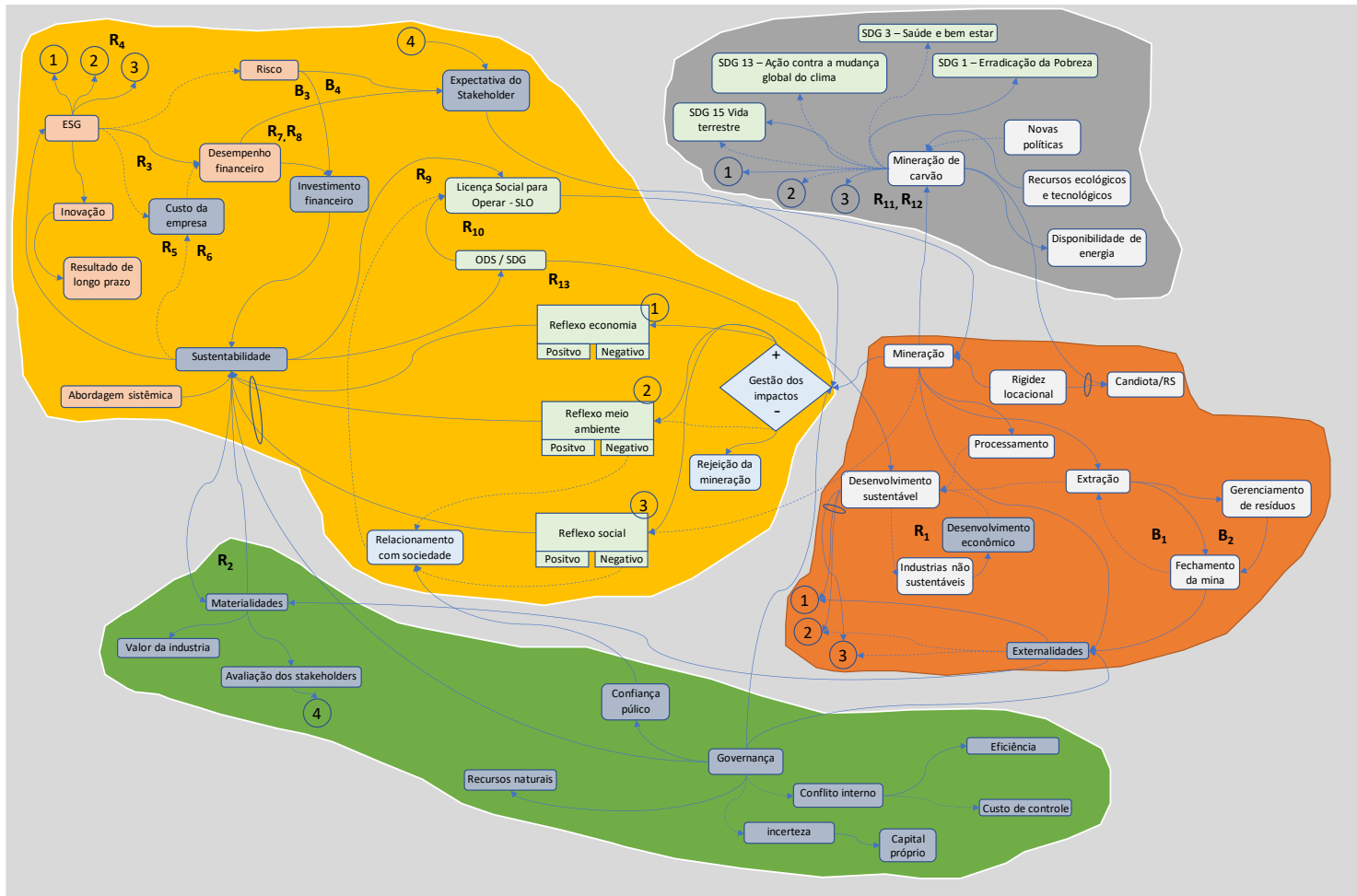
Através da Imagem 20 é possível compreender a relação de interação e dependência de cada uma das etapas. O primeiro desafio é pinçar em cada um dos temas estudados as principais ideias que podem representar os grandes norteadores de cada capítulo. Na sequência, é preciso analisar, dentro de cada norteador, quais são as causas que produzem os efeitos descritos, bem como se a relação entre eles é positiva ou negativa. Caberá ao diagrama de setas dar a primeira representação gráfica das relações, que uma vez unidas, formam os mapas causais de cada capítulo. Antes de formar o mapa causal geral, é preciso analisar cada uma das variáveis, o contexto onde estão inseridos, reproduzindo os ajustes que forem necessários para a construção de uma ideia única, pois só então poderá ser transformado em um mapa conceitual resumido, representado na Figura 24, que segue.

Quadro 20: Etapas de processo de transcrição sistêmica

| Etapa do processo   | Entrada   | Saída  | Resultado   |
|---|---|--|---|
| 1 - Descobindo temas nos dados                            | Capítulos: 2.2 Mineração de carvão; 2.3 Objetivo de desenvolvimento sustentável (SDG); 2.4 Licença social para operar (SLO); 2.5 Governança corporativa e Sustentabilidade; 2.6 Indicadores ESG | Resumo das principais frases dos textos as quais podem representar o contexto analisado. Codificação de cada uma delas para garantir sua localização nos textos. | Tabela de referências (Apêndice I)                            |
| 2 - Classificação dos temas nos dados                     | Tabela de referência  | Lista de variáveis, causa e efeito, suas relações e comportamentos   | Estrutura causal e de Comportamento (Apêndice II)             |
| 3 - Identificando variáveis e suas relações causais       |   |  |   |
| 4 - Transformando o texto em diagrama de palavras e setas | Estrutura causal e de comportamento   | Lista de variáveis, relação e diagrama de setas  | Diagrama de setas (Apêndice III)                              |
| 5 - Generalizando a estrutura e representações            | Diagrama de setas   | Criação de mapas causais, por capítulo   | Mapas causais individuais, apresentado por capítulo.          |
|   | Mapas causais individuais   | Alterção ou inserção de variáveis conforme o contexto inserido   | Tabela De=>para de variáveis (Apêndice IV)                    |
|   | Mapas causais individuais + Tabela de=>para   | Conexão de todos os mapas individuais  | Mapa conceitual causal generalizado (Apêndice V)              |
|   | Mapa causal generalizado  | Resumo das principais variáveis e relacionamentos  | Mpara causal conceitual resumido, apresentado no Capítulo 3.3 |

Fonte: Kim e Andersen (2012), adaptado por Autor

Figura 23: Mapa casual (resumido)



Fonte: Autor

Através da análise do mapa conceitual resumido, foi dividida a estrutura geral em quatro grupos de conceitos norteadores (mineração, mineração de carvão, governança e sustentabilidade), sendo atribuída uma cor aleatória para cada um deles, apenas para facilitar a identificação. Com o objetivo de identificar as variáveis envolvidas na transcrição sistêmica que segue, todas as variáveis inseridas no mapa conceitual resumido foram sublinhadas, e seguem escritas com o mesmo formato que se encontram no referido mapa.

A leitura deste mapa começa pelo grupo formado pela Mineração, onde o princípio da Rigidez locacional aponta os locais onde a natureza criou condições para formação dos recursos minerais. Assim, de forma resumida, é ela, apoiada na Licença Social para Operar, quem determina as áreas de Mineração, inclusive as de Mineração de carvão. Dentro desta perspectiva, a Rigidez locacional e a Mineração de carvão fazem de Candiota/RS a cidade anfitriã para a exploração de carvão e, por consequência, fonte geradora de Disponibilidade de energia.

Dentro dos processos da Mineração, a Extração e o Processamento são aqueles que impactam negativamente o Desenvolvimento sustentável. Contudo, a etapa da Extração, ao mesmo tempo que impulsiona o Fechamento da mina, ajuda no Gerenciamento de resíduos da mineração, que também irá contribuir para a etapa de Fechamento da mina, criando assim, dois enlaces balanceadores de processo (B1 e B2).

Responsável por produzir Reflexo econômico, Reflexo meio ambiente e Reflexo social consistentes, cabe ao Desenvolvimento sustentável absorver não só os impactos negativos relatados anteriormente, como também os reflexos negativos do Desenvolvimento econômico. Nesta perspectiva, quanto maior o Desenvolvimento econômico, menor será o Desenvolvimento sustentável. Isso porque, o primeiro recebe incentivos de Indústrias não sustentáveis, conduzindo o segundo a reduzir o crescimento de Indústrias não sustentáveis, criando um enlace reforçador negativo (R1) que reduz, cada vez mais, o resultado produzido por esse *feedback*.

Em tempo, as Externalidades produzidas pela Mineração, somada a operação de Fechamento da mina, mais as normas de Governança, produzirão impactos positivos no Reflexo econômico, Reflexo meio ambiente e Reflexo social. Importante ressaltar que as Externalidades produzirão impacto positivo na construção da Materialidade.

O segundo bloco é formado pela Mineração de Carvão que, seguindo as práticas, processos e operações da Mineração, aliando Recursos ecológicos e tecnológicos, contribuirá para a Disponibilidade de energia, bem como ao Reflexo econômico, Reflexo meio ambiente e Reflexo social. As Novas políticas levarão reflexos restritivos a Mineração de carvão, como

forma de reduzir os impactos negativos aos: SDG 15 – Vida terrestre, SDG 13 – Ação contra a mudança global do clima e SDG 3 – Saúde e bem estar, ao mesmo tempo que potencializa suas contribuições positivas aos: SDG 1 – Erradicação da pobreza e SDG 15 – Vida terrestre.

A Governança, responsável pelo terceiro bloco, se mostra importante pois, ao mesmo tempo, influência direta e positivamente as Externalidades, Gestão dos Impactos e Sustentabilidade, aumentando a Confiança do público, gerindo positivamente o consumo de Recursos Naturais, reduzindo Incerteza e o Conflito interno. Assim, aumentam acesso ao Capital próprio, pela redução da Incerteza, e a Eficiência da organização devido a redução do Conflito interno, ano mesmo tempo que Reduz custo. Importante lembrar que a construção da Materialidade refletirá positivamente na Sustentabilidade, que por sua vez contribuirá para a consolidação da Materialidade, criando assim um enlace reforçador (R2), aumentando o Valor da indústria, melhorando a Avaliação dos stakeholders, criando Expectativas do Stakeholder cada vez mais positiva.

O último bloco é o maior deles e demonstra que a Sustentabilidade possui três grandes pilares. O primeiro é composto pelo Reflexo econômico, Reflexo meio ambiente e Reflexo social. Esta tríada forma o tripé da Sustentabilidade, que em inglês é conhecido por Triple Botton Line. O segundo vem das ações de Governança da organização, e o terceiro se forma através da sua Materialidade.

Aumentando a Sustentabilidade é possível consolidar a Licença Social para Operar – SLO ao mesmo tempo contribuir para o atingimento dos ODS / SDG. Importante lembrar que a Licença Social para Operar – SLO também apoiada positivamente através do atingimento dos ODS /SDG, mas negativamente pelo Relacionamento com a sociedade, uma vez que esse recebe negativamente o Reflexo meio ambiente e Reflexo social da mineração.

Neste bloco, outros seis enlaces reforçadores se formam, sendo dois positivos e dois negativos. O primeiro positivo (R3) é composto pela ideia que a Sustentabilidade sustentará os planos de ESG da organização, melhorando o Desempenho financeiro, aumentando o Investimento financeiro que é aplicado em Sustentabilidade. O Segundo positivo (R4), é que a Sustentabilidade ao sustentar os planos de ESG, esses impactarão no Reflexo econômico, Reflexo meio ambiente e Reflexo social, que reforçarão a Sustentabilidade da organização.

Existem outros quatro enlaces reforçadores, agora negativos, os quais estão ligados ao Custo da empresa. Isso porque ações de ESG ou Sustentabilidade (R5, R6) possuem a tendência de aumentar o Custo da empresa, que impactará negativamente no Desempenho da empresa, o que reduzirá sua capacidade e/ou intensão de Investimento financeiro em Sustentabilidade. Outros dois enlaces representam que o desempenho ESG ou Custo da empresa, refletirão no



Desempenho da empresa (R7, R8), que refletirá na Expectativa do Stakeholder, que influenciará na Gestão dos impactos, no Reflexo econômico, Reflexo meio ambiente e Reflexo social, que por sua vez influenciará na Sustentabilidade.

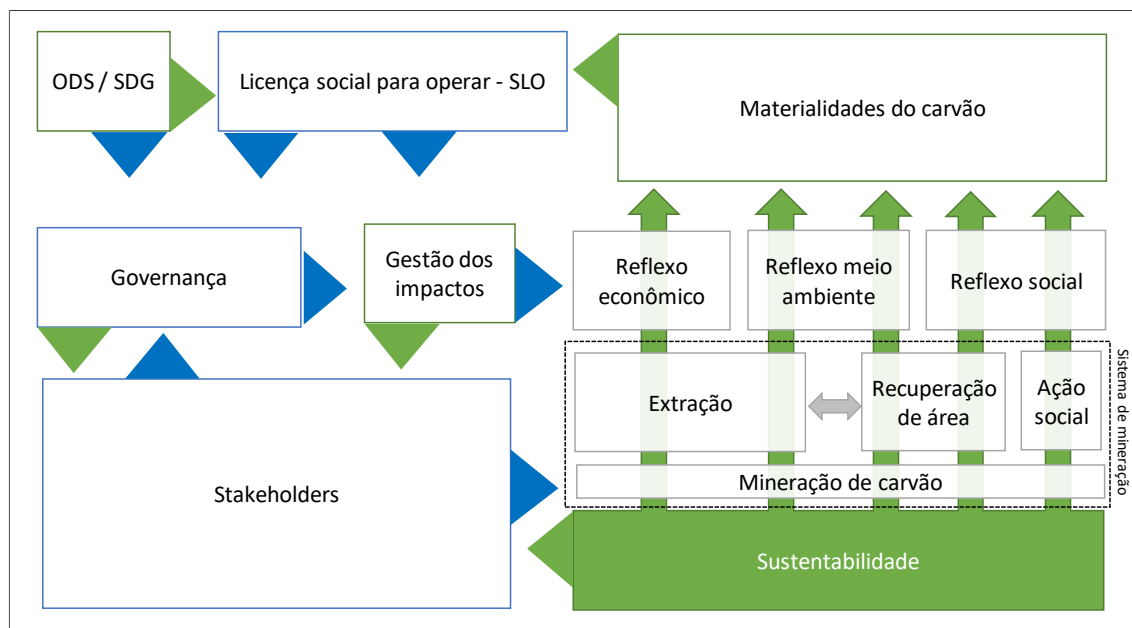
Ainda existem dois enlaces balanceadores que envolvem as questões quanto ao Risco. Nesta ordem, o desempenho em ESG possui a tendência de reduzir a exposição ao Risco (B3), o que de um lado leva ao aumento do Investimento financeiro da organização em Sustentabilidade, melhorando o desempenho em ESG. De outro lado, a redução de exposição ao Risco (B4), melhora a Expectativa do Stakeholder, influenciando positivamente na Gestão dos impactos, melhorando o Reflexo econômico, Reflexo meio ambiente e Reflexo social, levando a melhora da Sustentabilidade, que por sua vez apoiará o desempenho ESG.

Importante ressaltar dois pontos: O primeiro é que o desempenho em ESG contribui positivamente para a Inovação, contribuindo para o Resultado de longo prazo da organização. O segundo é quanto a aplicação da Abordagem sistêmica como potencializador da Sustentabilidade.

Ainda existem cinco enlaces que extrapolam os limites do próprio bloco. Quatro deles refletem os impactos a partir da Licença Social para Operar – SLO. O primeiro, oriundo do impacto positivo da Sustentabilidade (R9). O segundo (R10), do impacto positivo vindo da Sustentabilidade no ODS / SDG. Estes validarão a Mineração, levando a Gestão de Impactos, Reflexo econômico, Reflexo meio ambiente e Reflexo social, potencializando novamente a Sustentabilidade. Por sua vez, o terceiro (R11) e o quarto (R12), consideram o reflexo da Licença Social para Operar – SLO, na Mineração e dela Mineração de carvão, que irá contribuir para o Reflexo econômico, Reflexo meio ambiente e Reflexo social, consolidando a Sustentabilidade.

O quinto (R13), representa o efeito da Sustentabilidade no ODS/SDG, contribuindo para o Desenvolvimento Sustentável, refletindo positivamente no Reflexo econômico, Reflexo meio ambiente e Reflexo social, contribuindo para a Sustentabilidade.

Através desta transcrição sistêmica é proposto o *framework* conceitual abaixo, ilustrado pela Figura 24, que tem por objetivo criar uma imagem da interação dos principais tópicos. As setas azuis mostram a pressão que o tópico exerce sobre outro. Já as setas verdes mostram o reflexo dos resultados.

Figura 24: *Framework* conceitual

Fonte: Autor

A leitura do *framework* parte da sustentabilidade, pois o sistema de Mineração de carvão é composto por dois grandes processos (Extração e Recuperação de área), que trocam impactos mútuos, e uma tarefa (Ação social), através dos quais busca potencializar seus resultados, a partir do conceito da sustentabilidade, para melhorar seu Reflexo econômico, Reflexo meio ambiente e Reflexo social. Importante ressaltar que a Extração é quem mais impacta no Reflexo econômico e no Reflexo meio ambiente, assim como, a Recuperação de área é quem mais impacta no Reflexo meio ambiente e no Reflexo social, por isso, cada um destes processos é transpassado por duas setas vindas da Sustentabilidade. Já a Ação social, tem por objetivo maior o Reflexo social. O resultado deste sistema, criará a Materialidade do carvão, que por sua vez, contribuirá, ou não, para a Licença social para operar – SLO, que fará pressão tanto na Governança como na gestão de impactos da empresa. Já os resultados dos ODS / SDG, ao mesmo tempo que contribuem para a Licença social para operar – SLO, realizam pressão sobre a Governança, que fará pressão na Gestão de impactos, e o resultado de ambas, somados ao resultado da Sustentabilidade, contribuirá para a satisfação dos *stakeholders*, fazendo que sua pressão diminua sobre a Mineração de carvão.

Este *framework* serve de norteador para a construção da etapa de coleta de dados que é apresentada no próximo capítulo.

### 3.5 Coleta de dados de campo

Inicialmente foram planejadas 06 reuniões com o grupo focal de trabalho, uma para cada mês, as quais possuem dois objetivos principais: i) complementar a pesquisa documental; ii) coletar a opinião dos envolvidos nas pautas definidas. Estas reuniões ocorreram na forma de entrevistas semiestruturadas e debate sobre os temas.

As entrevistas semiestruturadas, de acordo com Knox e Burkard (2014), localizam-se no meio de continuum entre entrevistas abertas e entrevistas fechadas. Segundo os autores, as abordagens abertas e não estruturadas podem parecer mais uma conversa amigável do que uma entrevista de coleta de dados, já as entrevistas fechadas podem limitar os achados de pesquisa.

No contexto da entrevista semiestruturada, o pesquisador deve utilizar um protocolo previamente elaborado, com base no objetivo do projeto de pesquisa, como forma de explorar o conhecimento dos entrevistados acerca da pauta definida (Knox e Burkard, 2009). Logo, dado o contexto no qual esse projeto de pesquisa está inserido, bem como o objetivo de explorar ao máximo os temas envolvidos, foi escolhida esta técnica como método de trabalho. Os assuntos foram escolhidos conforme proposta feita por diversos autores, descrito no Quadro 22, também detalhado anteriormente no quarto passo da *Design Science Research*, e a relevância de cada um está no Quadro 21:

Quadro 21: Relevância dos assuntos

| Assunto                                      | Reflexo econômico | Reflexo meio ambiente | Reflexo social | ODS / SDG          |
|--|-------------------|-----------------------|----------------|--------------------|
| Emissão de particulado na atmosfera          | x                 | x                     | x              | 03; 15             |
| Nível de ruído percebido no bairro do Seival | x                 |                       | x              | 03;                |
| Segurança no trânsito local                  |                   |                       | x              | 03; 11             |
| Emissões de efluentes                        |                   | x                     | x              | 03; 06; 14         |
| Desenvolvimento de mão de obra da região     | x                 |                       | x              | 01; 02; 08         |
| Controles ambientais                         |                   | x                     | x              | 06; 15             |
| Remuneração pelo uso da terra                | x                 |                       | x              | 08;                |
| Defesa do patrimônio histórico local         | x                 |                       | x              | 01; 11; 16         |
| Relacionamento com a comunidade              |                   |                       | x              | 05; 08; 10; 15; 16 |

Fonte: Autor

O protocolo preliminar elaborado é apresentado no Quadro 22, com base no referencial teórico pesquisado. Cada questão apresentada leva em consideração seu alinhamento com o objetivo global do projeto, além de obter subsídios para a posterior proposição de artefatos.

Quadro 22: Referencial teórico sobre o tema

| Assunto                                      | Questões  | Estudos prévios  |
|--|---|--|
| Emissão de particulado na atmosfera          | Qual é sua impressão sobre a qualidade do ar?<br>Ele mudou depois do início da mineração?<br>Qual a sua percepção sobre presença de pó na sua casa / bairro? Havendo pó, qual a origem?<br>Qual a sua percepção quando volume dos barulhos? | Sengupta (2018);<br>Azcue (2012);<br>Ghourbani, Kuan (2012)    |
| Nível de ruído percebido no bairro do Seival | Qual o tipo de som que mais atrapalha?<br>Existe diferença de barulho entre o dia e noite?<br>O barulho chega a atrapalhar suas rotinas?<br>Quais?<br>O fluxo de veículos aumentou após a mineração?  | Azcue (2012);<br>Krishna, et al. (2014)                        |
| Segurança no trânsito local                  | O fluxo atrapalha alguma das rotinas do bairro?<br>Você se sente seguro como pedestre?  | Azcue (2012)   |
| Emissões de efluentes                        | Você notou alguma alteração no rio que passa no bairro?<br>Você percebeu alteração na água potável de sua casa?<br>O projeto trouxe novas vagas de emprego?<br>Você percebeu se os moradores buscaram alguma qualificação?                  | Sengupta (2018);<br>Ghourbani, Kuan, 2012; Feng, et al. (2019) |
| Desenvolvimento de mão de obra da região     | Existe igualdade de oportunidade para todos os gêneros?<br>Houve algum projeto de qualificação específico pelo projeto?   | Luke (2017);<br>Laurence (2020);<br>Beckmann, et al. (2014)    |
| Controles ambientais                         | Você conhece os controles ambientais da mineração?<br>Você conhece os impactos ambientais gerados pela mineração?   | Sengupta (2018);<br>Ghourbani, Kuan (2012)                     |
| Remuneração pelo uso da terra                | Qual seu nível de conhecimento sobre as políticas de remuneração pelo uso da terra, aplicada pela mineração?<br>Você concorda com as leis atuais de remuneração pelo uso da terra?  | Walsh; Haggerty (2019), Luke;<br>Emmanouila (2019)             |
| Defesa do patrimônio histórico local         | Quais são os locais turísticos da comunidade?<br>Você acredita que eles são protegidos, ou tratados com algum tipo de prioridade?   | Sengupta (2018)  |
| Relacionamento com a comunidade              | Como você classifica o relacionamento da empresa com a comunidade?<br>Como você qualifica os impactos da empresa?   | Beckmann, et al. (2014); Everingham, J.; et al. (2018)         |

| Assunto | Questões   | Estudos prévios |
|---------|--|-----------------|
|         | <p>Voce acredita que a empresa ouve a comunidade?</p> <p>Qual é a maior expectativa da empresa para com a empresa?</p> |                 |

Fonte: Autor

Para os encontros com os *stakeholders*, devido a pluralidade de perfil, foram utilizadas perguntas abertas e em profundidade, com o propósito de identificar qual é a materialidade existente sobre o assunto pesquisado, bem como quais são os impactos e como eles são absorvidos pela mineração. Como suporte o pesquisador utilizou Figura 32 - *stakeholders* e seus impactos e o Quadro 25- Lista de impacto entre os *stakeholders*.

O referencial teórico é fruto das pesquisas realizadas, bem como, das primeiras observações empíricas realizadas pelo pesquisador ao longo das fases iniciais da pesquisa. Estudos empíricos prévios evidenciam a relevância e a relação de cada item do Quadro 25 com o objetivo de pesquisa. Importante lembrar que, antes da primeira reunião com o grupo focal de trabalho, o protocolo de pesquisa foi testado com apenas um colaborador da empresa, que ao mesmo tempo é morador da comunidade pesquisada. O protocolo mostrou ser um roteiro claro e simples, validando que as questões elaboradas permitem obter as informações desejadas (Belei et al., 2008). A todos os envolvidos foi solicitado autorização dos entrevistados para gravar o conteúdo das discussões, a fim de garantir de registro, e o pesquisador livre para interagir com o grupo (Belei et al., 2008). Apenas a Fepam, órgão legislador que emite a licença ambiental, relatou não ter autorização, devendo a solicitação precisar ser protocolada junto a instituição. Com isso, as informações coletadas quando da vistoria da Fepam junto a empresa pesquisada, estão caracterizadas como observações de campo, sem prejuízo da relevância e rigor.

### 3.6 Análise dos dados

A etapa mais crítica da técnica do grupo focal é, sem dúvida, a análise dos resultados, pois não é suficiente repetir o que foi dito, pois a análise dos dados deve refletir, com total imparcialidade, a síntese do que foi debatido durante a discussão do grupo focal (Greenbaum, 1999). Segundo Yin (2015), o propósito primordial da análise consiste em lidar de maneira apropriada com as evidências, a fim de alcançar conclusões analíticas persuasivas e eliminar interpretações alternativas.

## 4. O ARTEFATO

Este capítulo tem por objetivo caracterizar o artefato ao qual se propõe essa pesquisa. Assim, é preciso apresentar o contexto onde está inserido o artefato, seus cenários e atores, caracterizados como partes deste sistema, onde suas relações podem apresentar um padrão de certa estabilidade (CAPRA, 1985), como forma de ambientar a pesquisa com nuances sutis e *insights* na busca dos significados dos dados.

Capra (2007) usa a ilustração de uma bicicleta para exemplificar a importância das partes para o todo, onde a simples presença das peças soltas não constitui uma bicicleta. Neste exemplo o autor afirma que mesmo que possuísse apenas suas peças, isso não poderia ser caracterizado como uma bicicleta. Para tê-la, é preciso juntar as peças em uma determinada ordem. Ainda assim, é possível afirmar que mesmo a bicicleta, aos mais rigorosos padrões de montagem, nada adiantará se o usuário não souber andar com ela. Assim, o mesmo raciocínio pode ser utilizado para os artefatos construídos pelo homem. Sendo eles sendo construídos de forma exemplar, se não bem utilizado, tornam-se inúteis, ou na melhor das hipóteses, pode ter sua utilidade questionada.

Assim, a primeira parte que compõe esse capítulo busca descrever o contexto, propriamente dito, com sua evolução histórica, a estrutura sistêmica inicial que deu base para a evolução da pesquisa científica deste projeto, o mercado de carvão, bem como a aplicação do carvão mineral no Estado do Rio Grande do Sul, para então descrever o ambiente onde o artefato está inserido, no âmbito da empresa e da comunidade pesquisada. Uma vez contextualizado, o capítulo parte para a apresentação da classe de problema e da proposta de construção do artefato.

### 4.1 Contexto do artefato

O surgimento e exploração do carvão mineral no Estado do Rio Grande do Sul se confunde com a própria história do desenvolvimento deste estado. Importante lembrar que essa não é uma característica local ou do momento histórico das civilizações, uma vez que existem diversos relatos de pesquisa, como por exemplo o trabalho de Cheshire (2010), que pesquisa a evolução da mineração na Austrália, bem como as contribuições para o desenvolvimento local.

Nesta primeira etapa são apresentados os fatos históricos, como forma de posicionar a pesquisa quanto a relevância do mineral no tempo e no espaço.

#### 4.1.1 Contando a história

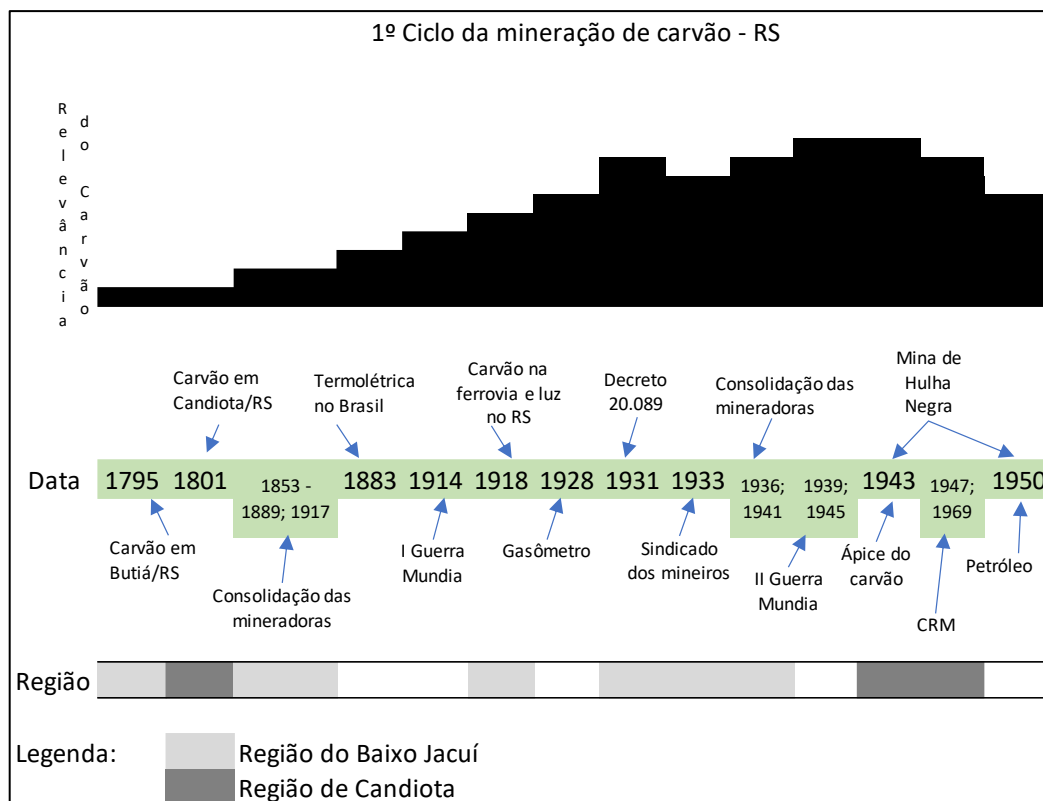
Uma das colaborações do pensamento sistêmico aos projetos de pesquisa é a construção de uma base comum do conhecimento que permita a análise acima da camada dos fatos presentes. Este objetivo é construído através da narrativa de fatos históricos sobre o objeto de pesquisa (GOODMAN; KARASH, 1995). Com isso é possível garantir a construção de um contexto que conecte o passado ao presente, e ainda garanta o alinhamento do nível de informações (GOODMAN, 1997).

Senge (1990), reforça que essa técnica é importante uma vez que causa e efeito não estão ligados diretamente no tempo e no espaço, o que ressalta a incapacidade do pesquisador em lidar com a complexidade dinâmica dos sistemas. Assim, soluções momentâneas podem gerar reflexos contrários ao que foram desenhadas, no decorrer do tempo, as quais, podem ser impossíveis de avaliar a efetividade dessas ações, tendo como base apenas o hoje (KIM; SENGE, 1994).

As Figuras 25 e 26 foram construídas com o objetivo de montar uma base histórica comum para que seja possível uma análise da evolução da mineração de carvão no estado do Rio Grande do Sul. A leitura de diversas bibliografias sobre o tema demonstra, através da identificação de seus principais momentos, que a mineração viveu ciclos econômicos de relevância distintas. Assim, cada uma das figuras traz consigo a imagem de um gráfico que tem por principal função posicionar o leitor entre os ‘altos’ e ‘baixos’ de seu desenvolvimento. Dado que a mineração de carvão se desenvolve em duas regiões distintas do Estado do Rio Grande do Sul. A primeira localizada no centro do estado, na região do Baixo Jacuí, é formada pelos municípios de Arroio dos Ratos, Butiá, Cachoeira do Sul, Charqueadas, Minas do Leão e São Jerônimo, dentre outros. Já a segunda região, localizada ao sul do Estado, na fronteira com o Uruguai, ganha o nome de Candiota, sendo o nome da própria cidade que a compõem, acrescido o município de Hulha Negra, no rodapé do gráfico foi inserida uma linha que explicita em qual região ocorreu o fato histórico, com o propósito de demonstrar como o desenvolvimento se projetou pelo espaço.

Importante lembrar que esse modelo gráfico foi construído a partir da afirmação de Eker et al. (2018), na qual os autores reforçam que os modelos servem para criar entendimentos e *insights* críveis, como forma de suporte para compreensão da realidade.

Figura 25: Primeiro ciclo da mineração



Fonte: Witkowski (2019); Oliveira (2018); Sena (2014); Golasz (2013); adaptado pelo autor

No ano de 1795 surgem os primeiros relatos de descobertas de carvão mineral na localidade de Curral Alto, onde atualmente está localizado o município de Butiá/RS. São necessário mais 6 anos para a primeira notícia sobre o descobrimento do minério na região de Candiota, na localidade de Dario Lassance (Antiga estação férrea). Assim, em 1807 são enviadas as primeiras amostras do carvão mineral gaúcho para o Rio de Janeiro, para análise de sua qualidade. Apesar de inicialmente o carvão ser considerado de boa qualidade, logo é caracterizado como um produto de alto teor de cinza e baixo poder calorífico, o que restringe a sua aplicação.

Novas jazidas são descobertas nos anos de 1846 e 1853, abrindo caminho para a primeira mineradora, Imperial Brazilian Collieries C. Limited de capital inglês, em 1872 e operou até 1878, sendo substituída pela Holtzweissing e Cia. Não apenas os aspectos operacionais, mas também quanto aos custos de produção e o preço de venda do produto resultaram em uma série de falências e substituições de empresas. No ano de 1936 é registrado a formação do Formação do CADEM - Consórcio Administrativo de Empresas de Mineração, resultado da união das mineradoras CEFMSJ (Companhia Estrada de Ferro e Minas de São



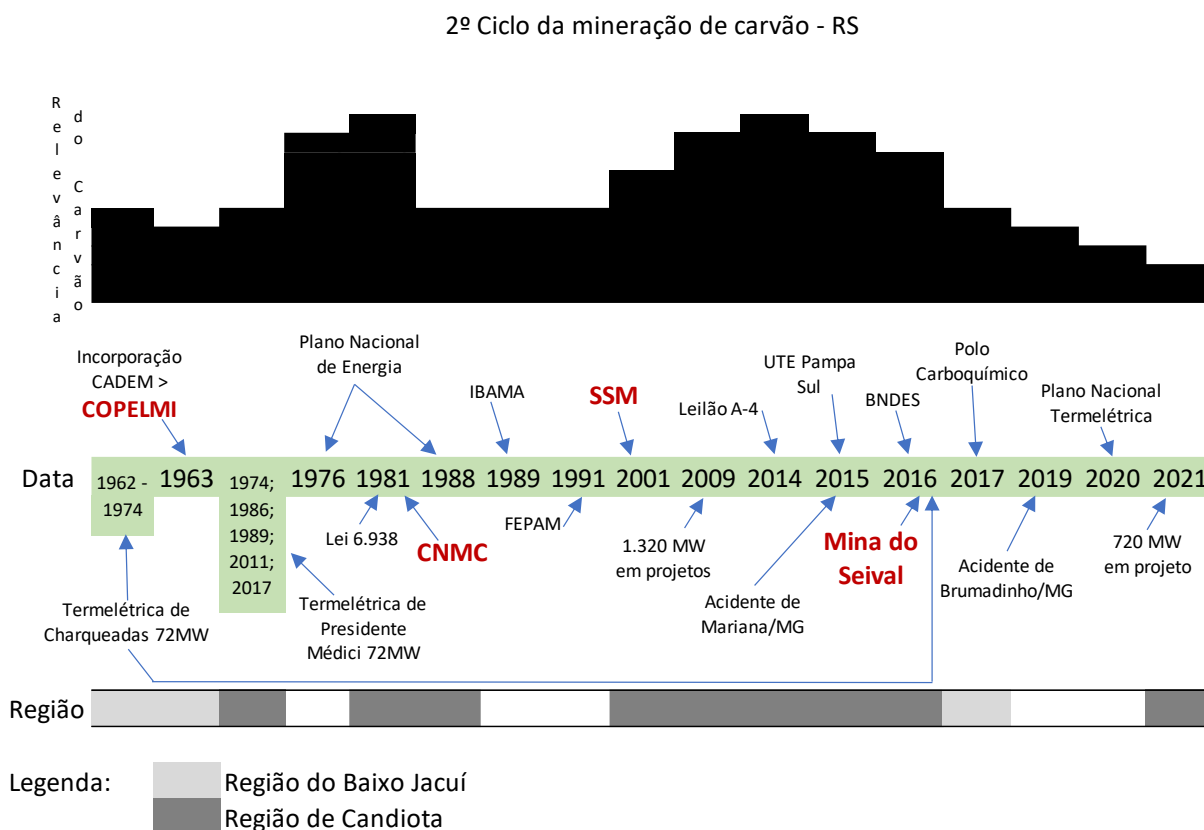
Jerônimo) e a então CCR (COMPANHIA CARBONÍFERA RIOGRANDENSE), consolidando uma importante mineradora da região.

Na década de 1880 o carvão mineral começa a apresentar sinais promissores de relevância nacional. Em 1883 a cidade de Campos, no Estado do Rio de Janeiro passa a ser a primeira cidade da América Latina a contar com iluminação pública a partir de uma termelétrica a carvão. Já em 1886 a Inglaterra segue com a transferência de máquinas a vapor para o Brasil, ampliando a indústria nacional. Esses fatos chamam a atenção da realeza brasileira, trazendo a Princesa Isabel ao Rio Grande do Sul para a inauguração do poço batizado com seu nome na cidade de Arroio dos Ratos.

O ano de 1914 é marcado pela I Guerra Mundial, onde o Brasil fecha seus portos e com isso o carvão importado sofre interrupção de abastecimento, levando a uma intensificação da extração do carvão nacional, passando a abastecer a viação férrea do Estado, a Empresa Carris Porto Alegre e a Companhia Força e Luz. Na sequência, duas termelétricas são inauguradas, uma em Arroio dos Ratos (1924) e outra em Porto Alegre (1928).

A importância do carvão mineral nacional é materializada através do decreto federal 20.089/1931, o qual estimula o uso do carvão nacional, determinando a adaptação das locomotivas para uso do carvão nacional, dentre outros incentivos. Essa medida abre espaço para a abertura da Mina de Hulha Negra, na região de Candiota/RS, como fornecedora de carvão para a ferrovia, levando a mineração gaúcha de carvão ao seu ápice em 1943. Em 1945, com o fim da Segunda Guerra, a Inglaterra volta a atender o comércio brasileiro. Aliado a isso a ferrovia abandona o uso de carvão e se volta ao motor diesel, levando ao fechamento da Mina de Hulha Negra, também do primeiro ciclo da mineração de carvão.

Figura 26: Segundo ciclo da mineração



Fonte: Witkowski, 2019; Oliveira, 2018; Sena, 2014; Golasz, 2013; adaptado pelo autor.

A década de 1960 se dá com a inauguração da usina Candiota I, ainda com uma capacidade modesta, para os padrões atuais, de 20 MW de geração de energia. Já em 1962 entra em operação mais uma termelétrica, agora de 72 MW (Usina de Charqueadas). Ainda nesta década ocorrem dois importantes marcos corporativos. O primeiro em 1963 com a incorporação do Consórcio CADEM pela COPELMI – Companhia de Pesquisas de Lavra Mineraias. O segundo, em 1969, é a criação da empresa estadual CRM - Companhia Riograndense de Mineração, em substituição ao DACM - Departamento Autônomo de Carvão Mineral, pelo governo do Estado do Rio Grande do Sul. As quais seguem em atividade até os dias atuais.

Já a década de 1970 traz consigo além da crise do petróleo o fechamento das Usinas termelétricas do Gasômetro e Candiota I. Como forma de superar a crise de combustível, o governo federal lança o Plano Nacional de Energia, tendo o carvão mineral como importante protagonista. Nessa época é inaugurada o parque termelétrico Presidente Médici, na cidade de Candiota/RS, sendo complementado nos anos de 1986, 1989, 2011 e 2017. Ainda dentro do plano federal, a indústria cimenteira é estimulada a abandonar o óleo combustível de sua matriz energética e migrar para o carvão. Assim, em 1981 através do SNIC - Sindicato nacional da

Industria Cimenteira é constituída a empresa CNMC - Companhia Nacional de Mineração Candiota S.A., com o objetivo de suprir parte das necessidades da indústria no sul do Brasil.

Se por um lado o desenvolvimento é pujante, as pressões ambientais crescem e então é promulgada a política nacional do meio ambiente, para mineração, através da LEI Nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. Contudo, o estouro de consumo dura apenas até o ano de 1988, quando é eliminação do subsídio para consumo do carvão nacional, criado pelo Plano Nacional de Energia, o que leva a uma estagnação do setor até 2001.

Como forma de atender e estimular o mercado da mineração de carvão, é criada em 2001, a empresa SSM - Seival Sul Mineração, empresa foco desta pesquisa, resultado da sociedade entre as empresas Copelmi Mineração com a MPX – Mineração, esta última detentora de dois importantes projetos termelétricos na cidade de Candiota (UTE Seival - 600 MW e a UTE MPX Sul 720 MW).

Apenas no ano de 2014, após uma crise energética de 2008, o governo federal lança o leilão para contratação de energia (A-4), tendo o carvão mineral como possível combustível. É nesse leilão que é aprovado a contratação da última termelétrica a base de carvão - UTE Pampa Sul, tendo a Mina do Seival, de propriedade da SSM, como fornecedora do combustível. Na sequência os acontecimentos envolvendo a mineração não são positivos para a sociedade. São registrados dois acidentes com barragens de rejeitos, uma no ano de 2015 em Mariana/MG e outra no ano de 2019 em Brumadinho/MG, o que leva a sociedade a levantar graves suspeitas sobre as minerações de maneira em geral. De outro lado, seguindo instruções internacionais de investidores, em 2016, o BNDES Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social, anuncia o corte das linhas de crédito de financiamentos para projetos termelétricos a carvão, que apesar da política estadual do carvão mineral, em 2017, ao criar o Polo Carboquímico do Estado do Rio Grande do Sul, através da lei nº. 15.047, de 29/11/201, essa falta de suporte financeiro coloca em risco o futuro dos projetos a carvão no Brasil, apesar do Lançamento do plano nacional de termelétricas no ano de 2020.

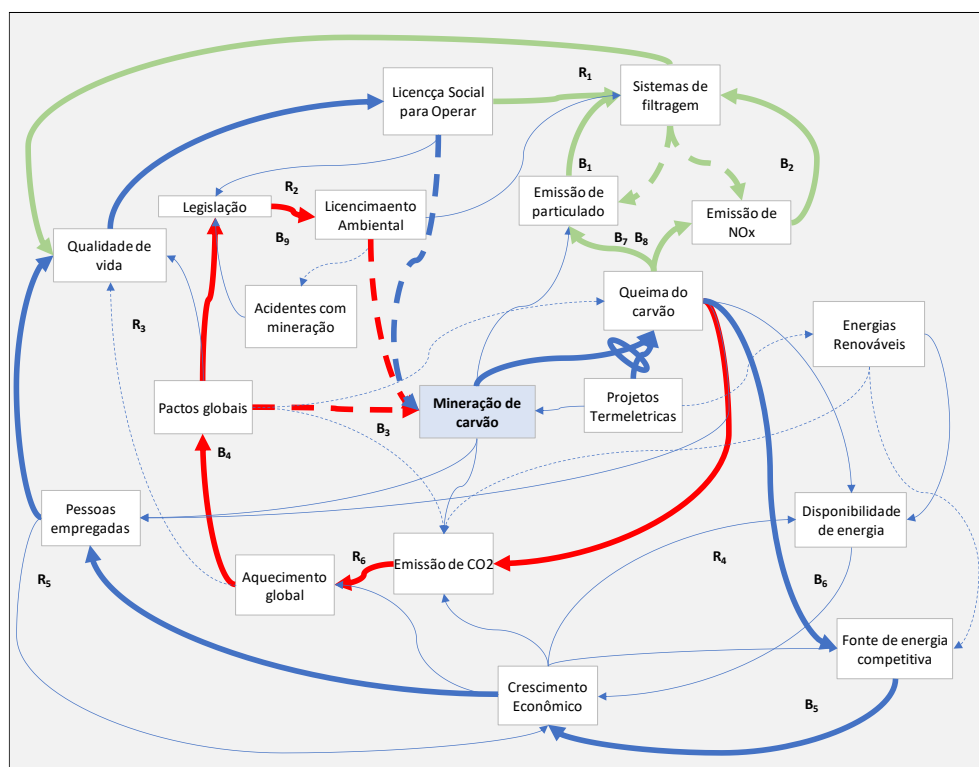
Uma vez construída a base comum do conhecimento sobre a evolução histórica da mineração, foi construída uma estrutura sistêmica inicial com o propósito de compreender o contexto no qual a mineração de carvão está inserida, ao mesmo tempo que o pesquisador ganha sensibilidade sobre os fatos (TUNER et al., 2013).

#### 4.1.2 Estrutura Sistêmica Inicial

Parte-se da afirmação de Capra (1985), que o pensamento sistêmico é um pensamento processual, construído por etapas, as quais estão conectadas no tempo e no espaço, formando estruturas que são manifestações de um processo tácito ou velado. A organização de um sistema é construída através das relações entre os elementos que o compõem, que por sua vez formarão suas características essenciais. Com isso, o pensamento sistêmico deve ter como foco mapear padrões de relacionamentos (CAPRA, 1985, 2007; CAPRA, JAKOBSEN, 2017).

Com isso, a estrutura sistêmica inicial teve como base três fontes que apoiaram mutuamente a sua construção. A primeira é conhecimento construído a partir das observações e apontamentos de campo realizado junto a empresa focal. A segunda foi os *insights* iniciais adquiridos ao longo da etapa de formação do grupo focal de trabalho. Por fim, porém não menos importante, é o conhecimento científico produzido a partir do referencial teórico pesquisado. A Figura 27 traz a estrutura sistêmica inicial utilizada para a compreensão das relações entre os temas encontrados. Essa Estrutura Sistêmica (ES) foi apresentada e validada pelos mesmos profissionais que validaram o *framework* do conhecimento, descritos no Quadro 10, sessão 3.

Figura 27: Estrutura Sistêmica inicial de pesquisa



Fonte: Elaborado pelo Autor

A Estrutura Sistêmica (ES) traz consigo uma séria de enlaces, alguns reforçadores e outros balanceadores. Quatro deles se destacaram aos olhos dos avaliadores. Todos partem da **‘Mineração de carvão’**, que alimenta o seu uso, exemplificado pela variável **‘Queima do carvão’**, sustentada conjuntamente com **‘Projetos Termelétricas’**. O primeiro (marcado pelas linhas em azul) mostra que, quanto maior a **‘Mineração de carvão’**, maior será a **‘Queima do carvão’**, maior será a **‘Fonte de energia competitiva’**, maior serão as condições de **‘Crescimento Econômico’**, gerando **‘Pessoas empregadas’**, contribuindo assim para a **‘Qualidade de vida’**, alimentando positivamente a **‘Licença Social para Operar’**, mas, por convicção empírica, essa busca a restrição sobre a **‘Mineração de carvão’**.

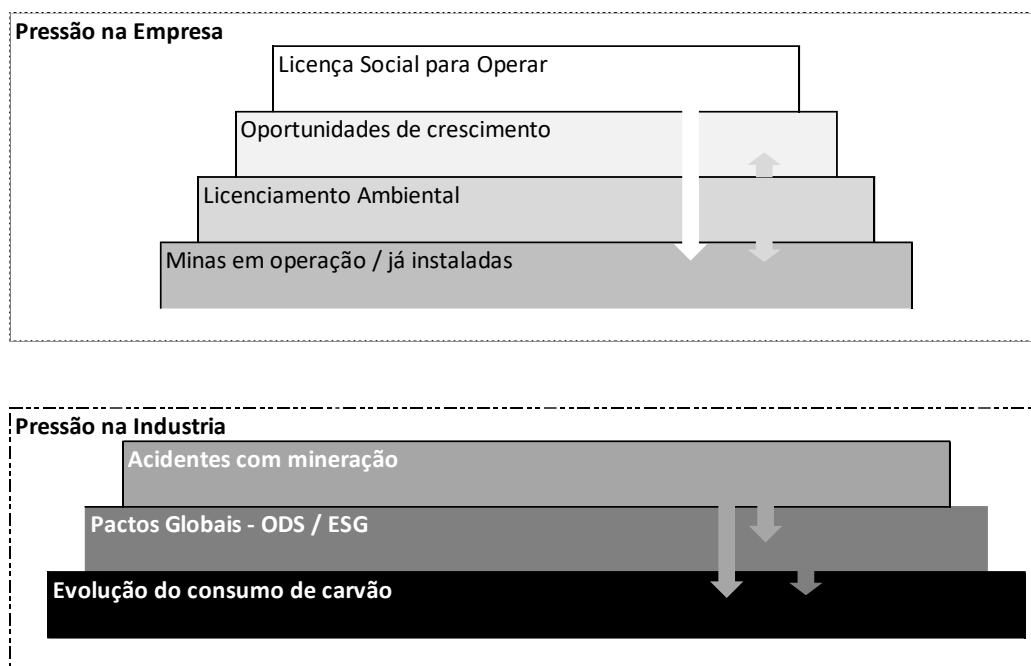
O segundo e terceiro (marcados pelas linhas em vermelho) se diferem a partir dos **‘Pactos globais’**. Neles, quanto maior a **‘Mineração de carvão’**, maior será a **‘Queima do carvão’**, maior são as **‘Emissões de CO<sub>2</sub>’**, contribuindo positivamente para o **‘Aquecimento global’**, reforçando as necessidades dos **‘Pactos Globais’**. No segundo enlace o reflexo é negativa para a **‘Mineração de carvão’**, o que levará a restrições a **‘Queima do carvão’**.

No terceiro, os **‘Pactos globais’**, levam a criação de uma **‘Legislação’** mais rigorosa, que será a base de um processo de **‘Licenciamento Ambiental’** cada vez mais rigoroso e restritivo para a **‘Mineração do carvão’**.

O último enlace (marcado pelas linhas em verde) mostra os reflexos de duas grandes evoluções históricas da termelétricidade a partir do carvão, quanto a redução de **‘Emissão de particulado’** e **‘Emissão de Nox’**. Nesse enlace a **‘Mineração do carvão’**, leva a **‘Queima de carvão’** leva a **‘Emissão de particulado’** e **‘Emissão de NOx’**, mas devido a presença de novos **‘Sistemas de filtragem’**, levam a eliminação das emissões de gases e particulados na chaminé, logo, melhoram a **‘Qualidade de vida’**, contribuindo positivamente para a **‘Licença Social para Operar’**, mas, por convicção empírica, essa busca a restrição sobre a **‘Mineração do carvão’**, contudo, ao mesmo tempo a **‘Licença Social para Operar’** incentiva a manutenção dos **‘Sistemas de Filtragem’**.

Os primeiros achados de pesquisa ajudaram a identificar quais são as pressões no setor, bem como onde atuam. Como forma de ilustrar essa relação, foi constituída a Figura 28.

Figura 28: Pressões sobre as empresas e sobre as indústrias



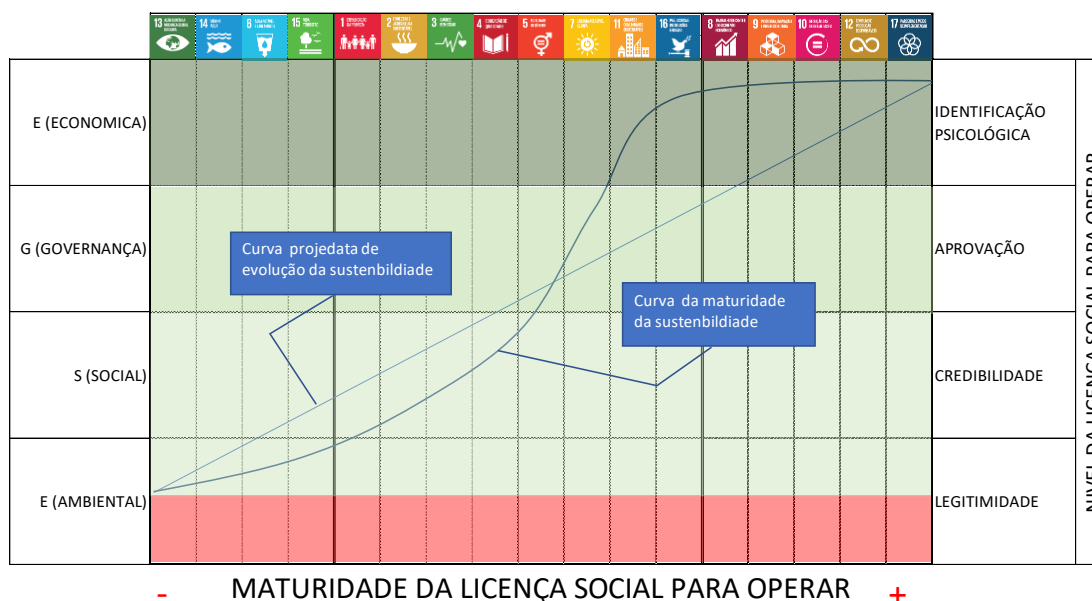
Fonte: Elaborado pelo Autor

Sobre as mineradoras as pressões recaem em dois momentos. O primeiro é sobre a operação da mina já instalada, na qual o próprio processo de licenciamento ambiental, também sua renovação, tem se mostrado cada vez mais incerto, trabalhoso e de custo elevado. Esse processo tem se mostrado o maior desafio para o futuro das operações, limitando, no segundo momento, as oportunidades de crescimento das empresas. Já a Licença Social para Operar, mostra exercer pressão apenas nas minas em operação, sem refletir nos projetos ou oportunidades de crescimento das empresas.

Para a indústria da mineração, as pressões recaem sobre o consumo do carvão. Os questionamentos nascem a partir dos acidentes socioambientais com mineradoras no Brasil, ao mesmo tempo que os pactos globais de redução de emissão CO<sub>2</sub> trazem consigo a principal restrição através do corte de linhas de financiamento de novos projetos.

Com o propósito de fechar a etapa de contextualização, ainda faltava compreender ‘como’ e ‘o que’ forma a sustentabilidade de uma organização. Para isso foi construída uma proposta de curva de maturidade da sustentabilidade, através das percepções técnicas do grupo de profissionais descritos no capítulo 3, Quadro 10, as quais foram somadas ao conjunto de *insights* da vivência com a comunidade inserida na pesquisa.

Figura 29: Curva projetada de maturidade da sustentabilidade



Fonte: Elaborado pelo Autor

Inicialmente há expectativa que a sustentabilidade seja construída passo a passo, somados ao longo do tempo, o que levaria ao nível máximo da Licença Social para Operar. Contudo, conforme ilustrado na Figura 29, é proposta a análise desta curva através do atendimento dos SDG/ODS, as esferas do ESG e a teoria da Licença Social para Operar.

A partir do atendimento dos SDG/ODS, neste exemplo proposto ordenados pelo sentimento do pesquisador sobre as prioridades da sociedade pesquisada, são atendidas as esferas ESG, neste exemplo acrescidas de mais ‘E’ representando a camada Econômica. Ao mesmo tempo, a Licença Social para Operar aumenta sua maturidade e por consequência evolui de nível.

#### 4.1.3 O mercado de carvão

A partir da publicação de Auty (1990), o termo “maldição dos recursos naturais”, (apud Sachs e Warner, 2001), se tornou um divisor de águas, sendo cada vez mais usado para simbolizar os efeitos negativos derivados da produção mineral, sejam eles derivados de problemas ambientais, governança ou conflitos violentos. Ainda que extensa, a literatura internacional se mostra mais dedicada às experiências no continente africano (“maldição”) e aos poucos casos de “bênção” (Canadá, Austrália e Noruega).

Em razão de ser o berço do desenvolvimento das principais economias mundiais, os recursos naturais têm tido grande importância para a economia contemporânea (DICKEN, 1994). Cabe ainda lembrar que a importância dos recursos naturais foi apontada desde os trabalhos de Adam Smith (1982 (1776)) ou Ricardo (1982 (1813)).

Por muito tempo, o carvão mineral foi uma das principais fontes de combustível fóssil do mundo, possuindo papel importantíssimo na produção de outro minério, o aço, que estimulou as revoluções industriais de muitos países. Cabe lembrar que o carvão também contribuiu para o desenvolvimento de muitas cidades, bem como de estradas, linhas ferroviárias e portos (GREB, 2013).

Sem entrar nos detalhes geológicos, pode-se afirmar que o carvão é resultado do acúmulo do material orgânico, compactados em profundidades significativas por centenas de anos (O'KEEFE et al., 2013). A relação entre a classificação do carvão e a profundidade que é encontrado é comumente conhecida como Lei de Hilt (HILT, 1873). Uma série de trabalhos mais aprofundados, relacionados a diferentes aspectos da matéria mineral no carvão, foram publicados nos últimos anos, incluindo trabalhos de Dai e Whitty (2018); Vassilev e Vassileva (1996); Ward (2016); Vassilev e Tascon (2003) e Vassiliev e Vassileva (2009).

Os vários tipos de carvões são geralmente classificados como sendo de alto e baixo rank, dependendo de suas propriedades, especialmente o valor de aquecimento, umidade, impurezas etc. (YU, et al. (2013). Carvões de baixo rank constituem cerca de 45% do total de reservas de carvão e, portanto, em breve serão o combustível fóssil escolhido em muitos países, apesar de seu alto teor de umidade na mineração, que varia de 30% a 66%, a qual deve ser reduzida como forma de aumentar seu poder calorífico, reduzindo os custos de transporte, melhorando a eficiência de combustão, segurança e a redução de emissões (JANGAM, 2011).

Nos dias atuais, já deveria ser fato conhecido que a mineração de carvão, bem como as demais atividades de mineração, só pode ocorrer nos locais onde, no passado, houve a formação dos depósitos minerais, o que tecnicamente é chamado de rigidez locacional. Sendo assim, a mudança da sua localização geográfica não é uma solução possível, o que para algumas regiões pode se tornar uma vantagem comparativa, conforme a construção feita deste conceito anteriormente neste trabalho.

As reservas de carvão totalizam aproximadamente 1 trilhão de toneladas, quantidade suficiente para atender a necessidade de energia atuais atual por 150 anos (WCA, 2019). As reservas estão bem distribuídas pelos continentes, com ênfase maior no hemisfério norte. Na verdade, são encontradas em quantidades expressivas em 75 países, sendo que três deles,



Estados Unidos com 29%, Rússia com 18% e China com 13%, concentram aproximadamente 60% do volume total (IEA, 2019).

Atento as transformações da indústria do carvão mineral, Reid (2018) aponta que a indústria química é a quarta maior consumidora de carvão, depois dos setores de energia, aço e cimento. O autor reforça que a gaseificação do carvão produz uma ampla gama de produtos químicos, sendo que ainda cabem estudos para outros usos comerciais do carvão, que incluem carvão ativado, fibra de carbono, eletrodos de carbono, desenvolvimento de nanomateriais de alto valor agregado e extração dos principais elementos de terras raras do carvão.

#### 4.1.4 O carvão e seus usos no Rio Grande do Sul

As reservas brasileiras são compostas pelo carvão dos tipos linhito e sub-betuminoso e as maiores jazidas situam-se nos estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina. As reservas provadas brasileiras totalizam 32 bilhões de toneladas (KALKREUTH, 2006). Já as reservas do Rio grande do Sul representam 89% deste total e são do tipo sub-betuminoso, em profundidades superficiais e rasas, ocorrendo na faixa de 400 a 1000 m de profundidade (KALKREUTH, et al., 2013).

A jazida chamada de Candiota é a principal jazida carbonífera brasileira, não só em termos de reservas como também por possuir camadas de carvão de alta espessura e grande continuidade com pequena cobertura, o que viabiliza baixo custo de operação para sua mineração. Localizada na região da cidade que leva o seu nome, Candiota, é distribuída em 4.400 ha e está geograficamente a 340 km de distância da capital Porto Alegre. Em compensação, tem um carvão energético pobre, que não admite beneficiamento nem transporte, precisando ser usado na forma de ROM (Run-of-Mine, carvão bruto, sem beneficiamento) e na boca da mina (DNPM, 2001).

A segunda maior jazida está localizada na região do Baixo Jacuí, no centro do Rio Grande do Sul, cerca de 80 km a oeste da capital Porto Alegre, com um carvão energético de pobre a médio, que admite algum beneficiamento e transporte de curta distância (DNPM, 2001).

Ainda no Rio Grande do Sul, existem outras jazidas entre a capital Porto Alegre e o litoral, mas que até o momento não foram exploradas. Trata-se de um carvão energético médio a rico, que teoricamente permitiria a retirada por beneficiamento de produtos nobres que admitiriam transporte a médias e longas distâncias. Contudo, são jazidas estruturalmente complicadas, muito profundas em algumas partes (até 800 m de profundidade) (DNPM,2001).

Os tipos de carvão energético produzidos são definidos pelo seu poder calorífico, recebendo o nome conforme a quantidade de calorias por grama, por exemplo: CE-3100, carvão energético com 3100 cal/g. O Brasil produz em quantidades regulares sete tipos de energético, a saber: CE-3100, CE-3300, CE-4200, CE4500, CE-4700, CE-5200 e CE-6000. Quase todos são obtidos a partir do ROM por beneficiamento, a exceção sendo a Mina de Candiota, no Rio Grande do Sul, que comercializa em bruto carvão tipo CE-3300 (DNPM, 2015).

O consumo por carvão mineral, por setor industrial, está assim distribuído: elétrico (81,1%), papel e celulose (4,9%), petroquímicos (3,3%), alimentos (2,9%), cerâmico (2,6%), metalurgia e cimento (1,3%), sendo o restante, 2,7%, distribuído por outros setores (ANM, 2015).

O potencial de uso carvão nacional para geração elétrica depende fortemente da estratégia nacional de diversificação da sua matriz energética. Além disso, existe uma relação direta com a disponibilidade do recurso. Ainda cabe ressaltar que é preciso mensurar a quantificação das reservas para geração de eletricidade, bem como a questão da necessidade do beneficiamento e da relação consumo de carvão/eletricidade gerada. Conforme ressaltado por DNPM (2001), o carvão no Rio Grande do Sul é usado sem a necessidade de beneficiamento (ROM – Run of Mine). Conforme estudo do EPE, as reservas totais de carvão nacionais garantem a instalação de 34 novas plantas, com capacidade de geração na ordem de 500 MW cada uma, por 40 anos de funcionamento. Já as reservas de Candiota, são suficientes para assumir 12 dela, pelo mesmo período de funcionamento (EPE, 2018).

#### 4.1.5 A empresa estudada

Fundada em 1883, sob a razão social de Companhia Minas de Carvão do Arroio dos Ratos – CMCAR, a empresa passou por diversas evoluções societárias, quando no ano de 1945 consolidou sua história e passou a adotar o nome de COMPANHIA DE PESQUISAS E LAVRAS MINERAIS – COPELMI, sendo que em 1993, após o fim de uma sociedade de 9 anos com a maior mineradora do mundo (Mineradora Rio Tinto), passou a adotar apenas o sufixo pelo que era conhecida no mercado (Copelmi Mineração), sendo sua marca comercial até os dias atuais.

A empresa tem como foco a mineração de carvão, exclusivamente no estado do Rio Grande do Sul, sendo que a sua base operacional atual está localizada a 60 km de Porto Alegre, na região da cidade de Butiá. Nesta cidade, fica a mina chamada de B3, que está em processo de extração desde 2009, com uma produção anual da ordem de 1,3 milhões de toneladas de

carvão bruto, que tem como principal destino as indústrias do Rio Grande do Sul (petroquímica, grãos, energia elétrica, celulose e cimento).

Inaugurado em 2018, o segundo polo de mineração, que será foco deste trabalho, está localizado a 400 km da capital, na cidade de Candiota. Atualmente com a capacidade instalada de 2,3 milhões de toneladas/ano, tem como foco exclusivo o atendimento de uma termelétrica de 350 Mw.

#### 4.1.6 A comunidade

O Município de Candiota está situado no extremo Sul do Estado do Rio Grande do Sul, entre os municípios de Pinheiro Machado e Bagé (ao norte), Hulha Negra e Pinheiro Machado (ao sul), Pinheiro Machado (ao leste) e Hulha Negra e Bagé (a oeste). Conta com uma área de 933,8 km<sup>2</sup>, para uma população estimada de 9.400 habitantes (CANDIOTA, 2021),

Sua localização geográfica está representada na Figura 30, na qual é possível observar a proximidade com a fronteira com o Uruguai, bem como sua distância para a Capital do Estado. As informações detalhadas de distância estão na Tabela 8, sendo que a localização da cidade de Candiota é apresentada pelo ponto A, em vermelho.

Tabela 8: Distância entre Candiota e principais cidades

| <b>Cidade Destino</b> | <b>Ponto de referencia</b> | <b>Distancia (km)</b> |
|-----------------------|----------------------------|-----------------------|
| Bagé                  | B                          | 42                    |
| Porto Alegre          | C                          | 385                   |
| Pelotas               | D                          | 140                   |

Fonte: Candiota (2021)

A cidade teve importante papel na história deste estado, quando na localidade conhecida como “Campo dos Menezes”, que hoje recebe o nome de Bairro do Seival, que Antônio de Souza Neto proclamou, no dia 11 de setembro de 1836, a República Rio-Grandense. O nome do município tem origem nos imigrantes de Cândia-Grécia, que eram chamados de “Candioto”, que ao fixarem-se na região, originaram o nome do município.

Figura 30: Mapa de localização - Candiota



Fonte: Adaptado Candiota (2021)

Com área total de 933,834 km<sup>2</sup> e população estimada de 9.406, o município investiu, nos últimos 5 anos, na diversificação da sua agricultura, com incentivos a vitivinicultura e oliveiras. Contudo, tem no seu subsolo sua principal fonte de arrecadação de impostos. Atualmente a mineração de carvão representa 37% da arrecadação de 2020 proveniente da indústria, já o calcário, matéria-prima para o cimento, representa 21%. A geração termelétrica é outra grande fonte de recursos, com 42% do mesmo montante arrecadado (CANDIOTA, 2021).

#### 4.2 Classe do problema

Uma vez apresentado o cenário onde está inserida a pesquisa, ainda é preciso apresentar a classe do problema estudado. Segundo Lacerda et al. (2013), não há definição para caracterizar pontualmente o que é uma classe de problemas, mas é possível afirmar que é a

organização de um caminho onde será construído o conhecimento em uma *Design Science*, através de um conjunto de problemas, para os quais serão desenvolvidos artefatos para a ação.

Nesta etapa de trabalho foi realizada uma pesquisa na base de dados *Scopus*, para localização de artigos sobre o tema, com o propósito de identificar o que já foi produzido por outros pesquisadores, na busca da caracterização da classe de problema e por fim, apontar quais serão os pontos de alavancagens atendidos pelo artefato.

O tema de pesquisa aplicado segue o propósito desta pesquisa, que é “*Gestão da sustentabilidade na mineração de carvão*”, o qual retornou 171 artigos no total, aos quais foram eliminados todos que não fossem no idioma inglês, bem como todos aqueles produzidos antes de 2015, que é a data de corte da linha do tempo.

Na sequência foram eliminadas todas as revisões de conferência, livro ou capítulos de livros, restando apenas 77 artigos. Deste total, ao realizar a leitura resumida de todos, foi identificado que 71 deles ainda não atendiam, na integralidade, os critérios de pesquisa. Uma pequena parcela, sendo 5 artigos, analisaram o carvão a partir de seu consumo, não quanto a sua mineração, enquanto outros 30 artigos analisaram apenas a sustentabilidade a partir do pilar do meio ambiente. Os demais artigos, ou não estavam disponíveis, ou abordavam mineração de subsolo. Os 6 artigos analisados em profundidade estão listados no Quadro 23:

Quadro 23: Lista de artigos - classe de problema

| <b>Autores</b>   | <b>Título</b>   | <b>Publicação</b> |
|--|---|-------------------|
| Liu J., Liu H., Yao X.-L., Liu Y.                            | Evaluating the sustainability impact of consolidation policy in China's coal mining industry: A data envelopment analysis   | 2016              |
| Yaylacı E.D., Düzgün H.Ş.                                    | Indicator-based sustainability assessment for the mining sector plans: Case of Afşin-Elbistan Coal Basin  | 2016              |
| Carmona-García U., Cardona-Trujillo H., Restrepo-Tarquino I. | Environmental management, sustainability and competitiveness in mining. Contextualization of situation, and challenges of the approach through the life-cycle assessment [Gestión ambiental, sostenibilidad y competitividad minera. Contextualización de la situación y retos de un enfoque a través del análisis del ciclo de vida] | 2017              |
| Liu X., Guo P., Nie L.                                       | Applying energy and decoupling analysis to assess the sustainability of China's coal mining area  | 2020              |
| Chen J., Jiskani I.M., Jinliang C., Yan H.                   | Evaluation and future framework of green mine construction in China based on the DPSIR model  | 2020              |
| Upadhyay S.  | <i>Drivers</i> for sustainable mining waste management – A mixed-method study on the Indian Mining Industry   | 2022              |

Fonte: Elaborado pelo Autor

Do total de artigos apresentados no Quadro 23, apenas dois deles apresentam artefatos voltados para a gestão da sustentabilidade na mineração de carvão. A pesquisa de Yaylac e Düzgün (2016) é a que mais se destaca ao propor um artefato em linha com a pesquisa conduzida. Os autores, propõem uma sequência de 9 passos lógicos para a criação de um conjunto de indicadores de sustentabilidade os quais possibilitam comprar diferentes mineradoras, ou então, frentes de lavra, de uma mesma mineradora. Neste artefato não são os indicadores que chama a atenção, mas a metodologia aplicada para chegar neles, onde se pode destacar: i) alinhamento dos objetivos estratégicos com o conceito de sustentabilidade do setor; ii) alinhamento do escopo e metas estratégicas com os critérios de sustentabilidade; iii) benchmarking com um conjunto de 347 indicadores produzidos pela literatura internacional, sendo 146 ambientais, outros 144 sociais e, por fim, 57 indicadores econômicos.

Na sequência há a pesquisa de Chen, et al. (2020), que além de apresentar uma metodologia de mineração verde, propõem um conjunto de indicadores para mensurar a sustentabilidade da mineração, divididos em 5 conjuntos: i) **Impulsionador**: que analisa tópicos sobre desenvolvimento social e qualidade de vida; ii) **Pressão**: irá abordar as influências originadas nos Impulsionadores, bem como dos elevados consumos de recursos naturais; iii) **Estado**: analisará as questões de legislação; iv) **Impacto**: será a resultante dos três itens anteriores, também conhecido como externalidade, por fim, v) **Resposta**: medidas institucionais tomadas pelo estados para superar os impactos.

Já o trabalho de Carmona-García, et al. (2017) não pode ser de todo descartado, uma vez que faz contribuições importantes a certa do tema. Nele os autores aplicam a Análise do Ciclo de Vida (ACV), no contexto de diversas minerações que acontecem na Colômbia. O uso da ACV como artefato se mostra importante ao passo que os demais estudos não analisam as etapas de abertura e/ou encerramento da mineração, focando seus esforços para o período de operação. Assim, tendo por base a premissa que no pensamento sistêmico é esperado a análise ampla das relações, essas nascem na etapa de implantação e terminam momentos após o encerramento da mineração.

Ao avaliar os artefatos é possível identificar que existem construtos recorrentes, mesmo que não na mesma ordem. O primeiro deles são os objetivos estratégicos da mineradora, os quais devem ser fomentados, são eles: a) desenvolvimento social da comunidade que hospeda a mineração; b) crescimento econômico da organização e da sociedade; c) inovação tecnológica como motor do desenvolvimento de novos fornecedores locais, e, d) Mudança de conceito social a respeito das operações desenvolvidas e seus reflexos para a comunidade.

Como objetivos do nível estratégico, deve buscar a eliminação dos impactos que possam interferir na qualidade de vida dos colaboradores e comunidade, bem como na qualidade do meio ambiente onde a mineradora está inserida, evitando assim avaliações sociais distorcidas. É esperado que as principais metas estratégicas atentem para a redução da qualidade do ar e recursos hídricos, bem como a fauna e flora local.

Já no nível operacional é esperado que a exploração de recursos seja minimizada, através da aplicação de tecnologia para a produção, garantindo um ambiente de mina e produção seguro, resultando em benefícios econômicos.

As questões sobre os impactos da mineração a céu aberto ao meio ambiente e a saúde humana é foco de muitos projetos de pesquisa ao redor do mundo, sendo que dois deles são os que mais se destacam. O primeiro é quando a qualidade do ar, que por sua vez pode ter impactos na saúde humana (DE VALCK et al., 2021; CASTLEDEN et al., 2011).

As alterações da qualidade do ar são resumidas a possível presença de particulados, oriundos da etapa de transporte do minério entre a mina e a unidade de beneficiamento, uma vez que são estradas não pavimentadas, ou então, particulado fugitivo do processo de perfuração ou do beneficiamento do minério (WANG et al., 2020; DE VALCK et al., 2021; PAPAGIANNIS, 2014, EPSTEIN et al., 2011).

O segundo envolve o declínio da qualidade e disponibilidade dos recursos hídricos, tanto de subsolo como de superfície (SAHOO; SENAPATI, 2021). Neste grupo estão os esforços dos mineradores no combate a drenagem ácida, que resumidamente pode ser caracterizada como resultante do contato de água de chuva com a formação química do carvão. Quanto a redução do lençol freático, está diretamente relacionada a profundidade da mineração (ANDREWS-SPEED, 2003).

Ainda é necessário atribuir os possíveis impactos a fauna e flora, uma vez que as atividades de extração obrigatoriamente levam a uma alteração do relevo local, logo, uma perturbação dos habitats naturais (AZAPAGIC, 2004; ADIANSYAH, 2017). Na mesma linha, as interferências nas condições do desenvolvimento da agricultura também devem ser consideradas (LUKE; EMMANOUIL, 2019).

Se de um lado há impactos negativos, por outro existem impactos positivos, que podem ser transformadores para a sociedade que hospeda a mineração. Coincidente, ou não, o fato é que as reservas minerais estão localizadas fora dos grandes centros de econômicos, logo, contar com esses projetos trazem consigo importantes oportunidades de desenvolvimento, contribuindo assim para melhoria da qualidade de vida dos moradores da região (SAHOO; SENAPATI, 2021; HOTA; BEHERA, 2016). Importante lembrar que os investimentos feitos

em infraestrutura (estrada, escola, energia elétrica e água potável) seguirão com a comunidade mesmo depois do fechamento (FRANKS et al., 2010). A pesquisa de Azapagic (2004) aponta para os desafios que a mineração enfrenta para atrair mão de obra qualificada, fazendo com que ela desenvolva fornecedores e transfira tecnologia.

A relação entre comunidade e mineração pode se desenvolver de diversas maneiras, desde pequenos conflitos até uma relação de confiança, contudo, se a relação for fortemente danificada, os benefícios comuns podem ser perdidos (PARAGREEN; WOODLEY, 2013). Como forma de melhor gerir essa relação, as empresas estendam suas responsabilidades além do acionista, focando também a comunidade em geral. A responsabilidade social assume o papel de administrar as crescentes pressões sociais, contribuindo para a legitimidade corporativa (CURRAN, 2017).

Assim, entendo que as relações não podem ser analisadas como se fossem uma foto, mas sim um filme, no qual os atores e situações interagem entre si, e o final está em constante construção, a utilização do pensamento sistêmico, através da transcrição sistêmica como ferramenta, é a base adequada para o desenvolvimento do artefato.

#### 4.3 CONSTRUÇÃO DO ARTEFATO

A proposição do artefato, que deve conter a identificação de classe de problema, neste caso identificada como sendo uma questão de gestão da sustentabilidade da indústria de mineração, a proposta de artefatos genéricos para a solução do problema, bem como modelos de regras de gestão. Nesta pesquisa, o artefato é a construção de direcionadores de governança para a sustentabilidade da mineração de carvão. Para essa etapa também foram tomados como norteadores normas internas de operação da empresa, a licença de operação emitida pelo órgão estadual (Fepam), bem como as leis municipais de licenciamento ambiental, que apesar de não possuir efeito direto ao estudo proposto, podem trazer orientações de boas práticas de operação, ao mesmo tempo que reflete diretamente na aceitação de uma parcela dos *stakeholders*.

A última etapa, deste passo, é o desenvolvimento do artefato genérico, construído com base nos achados de pesquisa, produzidos através das análises das reuniões com o grupo focal de trabalho e entrevistas com *stakeholders*, estruturas sistêmicas e mapas causais de suporte acerca da teoria estudada ou transcrições de entrevistas. Importante justificar o porquê da opção de um grupo focal de trabalho, pois é técnica adequada para responder perguntas abertas sobre como as pessoas consideram uma experiência, uma ideia ou um evento, sendo importante que



seus participantes tenham liberdade para se manifestar e estejam livres de censura ou constrangimentos (OLIVEIRA, FREITAS, 1998).

O grupo focal foi formado através da reunião de 6 a 10 pessoas, selecionadas com base em suas características, homogêneas ou heterogêneas (CAPLAN, 1990). Esse número variou conforme o assunto a ser discutido.

A formação deste grupo foi organizada com o propósito de reunir pessoas com pontos de vista distintos uns dos outros, como forma de garantir o maior número de opiniões sobre os assuntos que serão abordados, cabendo ao pesquisador a convergência das soluções e formatação do conhecimento que foi produzido em cada encontro.

Kidd e Parshall (2000) confirma a importância de o grupo focal ser complementado com a observação de um participante, neste projeto caberá ao pesquisador esta tarefa.

Quadro 24: Perfil do Grupo de Trabalho

| <b>Integrante</b> | <b>Perfil</b>   |
|-------------------|---|
| Agente 1          | Presidente da Associação dos moradores da Comunidade do Seival – AMORS, morador da comunidade do Seival por 20 anos. Conhece processos de mineração, pois trabalha em empresa de mineração de carvão, mas não na empresa analisada. |
| Agente 2          | Técnico da área de licenciamento ambiental do município, trabalha com processos de avaliação ambiental de empresas que estão instaladas em Candiota.  |
| Agente 3          | Secretária do meio ambiente municipal, responsável pelos processos de licenciamentos ambientais do município onde a mineração está inserida, com formação superior em Gestão Ambiental.   |
| Agente 4          | Técnico da área de sustentabilidade da Usina Termelétrica que está instalada na localidade do Seival, com formação superior em engenharia de produção.  |
| Agente 5          | Vereador eleito, representando o poder legislativo municipal.   |
| Agente 6          | Engenheiro de Minas, gerente de operações da empresa analisada, profissional com mais de 25 anos de experiência na área de mineração.   |
| Pesquisador       | Graduado em administração, mestre em Engenharia de Produção e Sistemas, com experiência de mais de 20 anos em empresas multinacionais, atualmente na área de gestão e controle da empresa analisada.                                |
| Agentes 8 e 9     | Dois moradores da comunidade do Seival que irão participar das reuniões conforme pauta. Perfil em aberto.   |

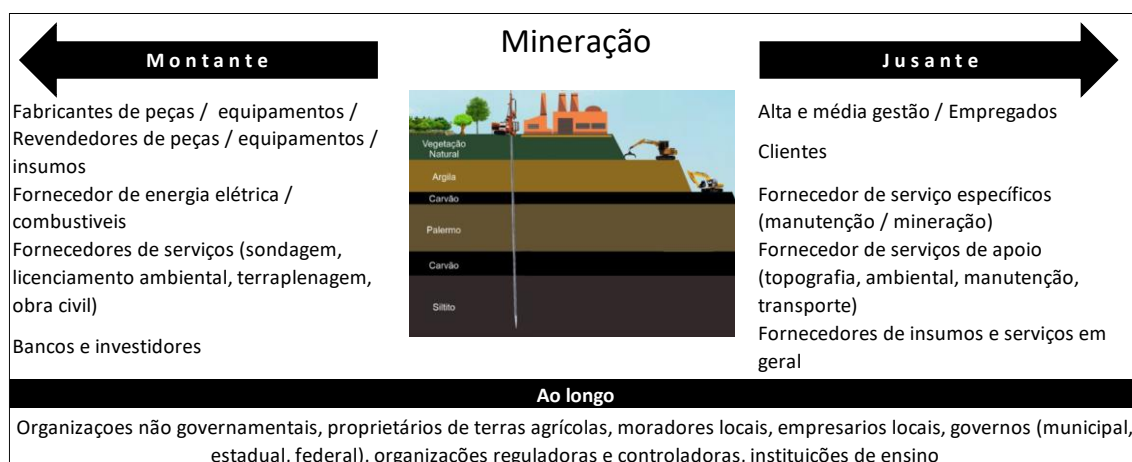
Fonte: Elaborado pelo Autor

O planejamento das reuniões foi realizado conforme a determinação do propósito de cada uma delas, sendo definido de maneira lógica e racional, detalhando aspectos relacionados com sua realização, tais como: participantes, local, pauta e moderador (BEYEA, NICOLL, 2000). Uma vez já determinado os participantes, foi formalizado que a sede da AMORS – Associação dos Moradores do Seival, seria a principal sede das reuniões, contudo, outros locais foram utilizados, tais como: Prefeitura Municipal, PTG – Piquete Combate do Seival ou na própria empresa. O moderador, como já relatado, foi o pesquisador, sendo que a pauta de

assunto, previamente planejada, abordou: a) emissão de particulado na atmosfera; b) nível de ruído percebido no bairro do Seival; c) segurança no trânsito local; d) emissões de efluentes; e) desenvolvimento de mão de obra da região; f) controles ambientais; g) remuneração pelo uso da terra; h) defesa do patrimônio histórico local; i) relacionamento com a comunidade. A estrutura de pauta tem por base a literatura apresentada ao longo da pesquisa. Apesar de ser deixado em aberto para os participantes a possibilidade de proporem a discussão de outro tema que julgassem relevante, não foi recebido nenhuma solicitação.

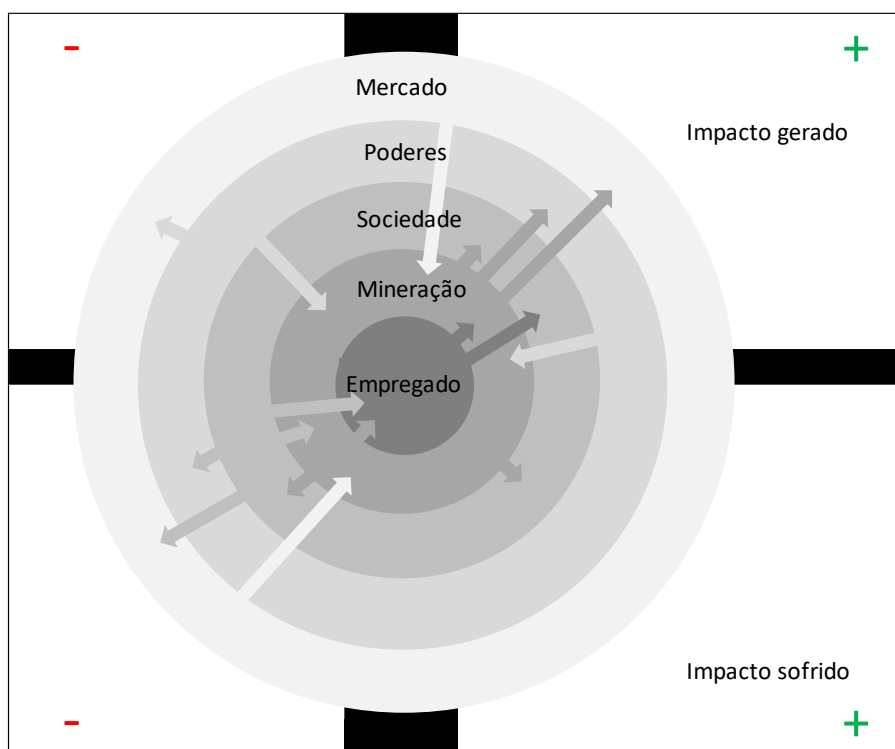
Ao resultado das reuniões com o grupo focal de trabalho, foi agregado o produto das entrevistas com os principais *stakeholders* da mineração de carvão na cidade de Candiota/RS, os quais estão distribuídos ao longo da cadeia da mineração, ou então apenas a montante ou a jusante (LORENC, KUSTRA, 2018; VIZAYAKUMAR, MOHAPATRA, 2007), todos representados na Figura 31.

Figura 31: *Stakeholder* na cadeia da mineração de carvão



Fonte: Lorenc e Kustra (2018); Vizayakumar e Mohapatra (2007), adaptado pelo autor.

A proposta de incluir a análise, a partir do ponto de vista dos *stakeholders*, é ressaltada por diversos autores (LORENC, KUSTRA, 2018; VIZAYAKUMAR, MOHAPATRA, 2007; SVOBODOVA et al., 2018; ZHANG et al., 2012). Isso porque a múltipla interação entre as partes envolvidas pode levar pressões de diferentes origens e sentidos. Com isso, o momento de interação com as partes envolvidas, teve como objetivo identificar quais são os impactos, se eles são positivos ou negativos, e ao mesmo tempo saber se eles são gerados, quando é esperado que o resultado produza um determinado impacto, ou sofridos, quando o impacto é fruto de um reflexo inesperado. A Figura 32, traz a representação gráfica destas relações.

Figura 32: *Stakeholders* e seus impactos

Fonte: Elaborado pelo Autor

O Quadro 25 apresenta alguns exemplos de quais podem ser esses impactos e como podem ser as interações entre eles.

Quadro 25: Lista de impacto entre os *stakeholders*

| De onde     | Pra onde                                   |   |   |  |                              |
|-------------|--|---|---|--|------------------------------|
|             | Trabalhador                                | Mineração   | Sociedade   | Poderes                                  | Mercado                      |
| Trabalhador |  | (+) busca melhoria  | (+) economia  |  |                              |
| Mineração   | (-) acidente, (-) saúde, (+) emprego/renda |   | (-) meio ambiente, (+) infraestrutura, (+) economia | (+) impostos                             | (+) economia                 |
| Sociedade   | (-) pressão                                | (-) pressão por melhoria, (-) questiona legalidade, (-) reclamações |   | (-) restrições legislativa/licenciamento | (-) redução de financiamento |
| Poderes     |  | (-) restrições legais, (+) licença operação                         |   |  | (-) restrições de consumo    |
| Mercado     |  | (-) restrições de financiamento, (+) oferta soluções                |   |  |                              |

Fonte: Elaborado pelo Autor

Ainda neste passo, como forma de consolidar o conhecimento construído, esperado no pilar do rigor da pesquisa, é catalogado o conhecimento e aprendizado desenvolvido ao longo deste processo, para que, de alguma forma, contribua para futuros trabalhos de pesquisas, bem como para as organizações que enfrentarem situação análogas.

#### 4.4 Desenvolvimento do artefato

A etapa de desenvolvimento do artefato apresenta a estruturação do trabalho como conclusão do passo 4 da aplicação da *Design Science Research*, apresentado no Capítulo 3. Como esperado, uma parte do cenário tem origem nas reuniões do grupo de trabalho, outra de entrevistas com *stakeholders* e, por fim, as percepções colhidas em campo ao longo da pesquisa, como por exemplo as negociações referentes aquisições de terra com os devidos proprietários.

##### 4.4.1 Empresa e comunidade

As reuniões com o grupo de trabalho, o qual representa a relação entre a empresa pesquisa e a comunidade, totalizam 25:15 h (vinte e cinco horas e quinze minutos), em 19 encontros. O Quadro 26, traz a data de cada um dos encontros, se ele foi realizado com o GT (Grupo de Trabalho), a existência de Ata formal, bem como se o evento foi gravado.

Quadro 26: Reuniões realizadas com a comunidade do Seival

| Data     | GT | Ata | Gravado | Detalhamento   |
|----------|----|-----|---------|--|
| 17/2/20  | N  | S   | N       | Reunião AMORS. Motivo: Apresentação da SSM e conhecer a estrutura e objetivo da AMORS<br><b>AMORS:</b> Denilson, Moises, Andréia e Shana - <b>SSM:</b> Nelson e Adolfo |
| 14/4/20  | N  | S   | N       | Reunião AMORS. Local: Copelmi - Motivo: Conhecer a SSM e seus processos<br><b>AMORS:</b> Denilson e Moises - <b>SSM:</b> Nelson e Adolfo                               |
| 7/10/20  | N  | S   | N       | Reunião AMORS. Motivo: reclamação de poeira de carvão (Fatima)<br><b>AMORS:</b> Denilson e Moises - <b>SSM:</b> Nelson e Adolfo  |
| 14/10/20 | N  | S   | N       | Reunião AMORS. Motivo: Constituição do Grupo de Trabalho (GT)<br><b>AMORS:</b> Denilson e Moises e Fátima - <b>SSM:</b> Nelson e Adolfo                                |
| 28/10/20 | N  | S   | N       | Reunião AMORS. Motivo: Análise de reclamação de poeira na chácara da Sra. Leticia<br><b>AMORS:</b> Denilson e Moises e Leticia - <b>SSM:</b> Nelson e Adolfo           |
| 7/1/21   |    | S   | N       | Reunião na AMORS - 16 h.   |

| <b>Data</b>       | <b>GT</b>    | <b>Ata</b> | <b>Gravado</b> | <b>Detalhamento</b>  |
|-------------------|--------------|------------|----------------|--|
|                   | <b>1ª GT</b> |            |                | <b>AMORS:</b> Denilson, Moises, Andréia, Beti, Paulo e Shana - <b>SSM:</b> Nelson e Adolfo   |
| 2/2/21            | <b>2ª GT</b> | <b>S</b>   | <b>S</b>       | Reunião AMORS - Cancelamento do evento do dia 03/02. Motivo: Processo de inscrição não foi através da AMORS  |
| 22/2/21           | <b>3ª GT</b> | <b>S</b>   | <b>S</b>       | Reunião AMORS -<br><b>Moradores convidados:</b> Carlos Silveira, Beti, Odete, Fátima, Alexandre, Juliana, Suzana - <b>AMORS:</b> Moises Rodrigues, Denilson Aquere, Deise Rochano - <b>SSM:</b> Nelson Kadel, Paulo Silva, Lucio Peraça e Adolfo Carvalho - <b>Prefeitura:</b> Jonas Machado         |
| 15/3/21           | <b>N</b>     | <b>S</b>   | <b>N</b>       | Instalação do Sismógrafo na casa da Sra Beti - 17 h.<br><b>Moradores:</b> Beti - <b>Amors:</b> Moises Rodrigues - <b>SSM:</b> Nelson Kadel, Lucio Peraça e Adolfo Carvalho   |
| 15, 16 e 17/03/21 | <b>N</b>     | <b>N</b>   | <b>N</b>       | Acompanhado 3 desmontes (avaliação do impacto sísmico no bairro): 15, 16 e 17  |
| 7/4/21            | <b>N</b>     | <b>N</b>   | <b>S</b>       | Reunião Nelson Kadel e Catieli Brumm - Início do projeto Unidos pelo Seival  |
| 8/4/21            | <b>N</b>     | <b>S</b>   | <b>N</b>       | Reunião AMORS. Motivo: Apresentar o programa de Jovem Aprendiz - foram 40 jovens inscritos, dos quais 2 foram escolhidos   |
| 13/4/21           | <b>4ª GT</b> | <b>S</b>   | <b>S</b>       | Reunião SSM, AMORS. Motivo: Apresentação dos cenários e partes envolvidas para etapa de análise de impactos<br><b>AMORS:</b> Moises Rodrigues, Denise Rochano e Denilson Aquere - <b>SSM:</b> Nelson Kadel e Adolfo Carvalho - <b>Prefeitura:</b> Josuelen Duarte e Prof. Eventon Meira              |
| 17/5/21           | <b>5ª GT</b> | <b>S</b>   | <b>S</b>       | Reunião SSM, AMORS, Secretária do Meio Ambiente - Local: PTG. Motivo: Segunda etapa da análise de impactos<br><b>AMORS:</b> Moises Rodrigues, Denise Rochano e Denilson Aquere - <b>SSM:</b> Nelson Kadel e Adolfo Carvalho - <b>Prefeitura:</b> Josuelen Duarte e Prof Eventon Meira                |
| 6/6/21            | <b>N</b>     | <b>N</b>   | <b>S</b>       | Reunião AMORS, Prefeitura municipal, Secretária do Meio Ambiente - Local: Prefeitura. Motivo: Apresentação dos resultados preliminares no bairro do Seival<br><b>AMORS:</b> Moises Rodrigues - <b>SSM:</b> Nelson Kadel e Adolfo Carvalho - <b>Prefeitura:</b> Josuelen Duarte e Prof. Eventon Meira |
| 5/8/21            | <b>N</b>     | <b>S</b>   | <b>N</b>       | Reunião: Unidos pelo Seival e CIEEE. Motivo: Lançamento do programa de formação de motoristas e Curso de empreendedorismo<br><b>Unidos:</b> Catieli Brumm - <b>SSM:</b> Nelson Kadel e Adolfo Carvalho - <b>CIEEE:</b> Marcia Silva  |
| 18/8/21           | <b>6ª GT</b> | <b>S</b>   | <b>S</b>       | Reunião na Prefeitura. Motivo: Apresentação do estudo de impactos no bairro do Seival<br><b>AMORS:</b> Moises Rodrigues - <b>SSM:</b> Nelson Kadel, Adolfo Carvalho, Suelem Segui e Ingrid Porto - <b>Prefeitura:</b> Josuelen Duarte e Prof Eventon Meira   |

| <b>Data</b> | <b>GT</b> | <b>Ata</b> | <b>Gravado</b> | <b>Detalhamento</b>   |
|-------------|-----------|------------|----------------|---|
| 27/8/21     | N         | S          | N              | Reunião no PTG. Motivo: Discussão sobre impacto do trânsito na estrada do Seival<br><b>AMORS: Diretoria - SSM:</b> Nelson Kadel, Adolfo Carvalho, - <b>Prefeitura:</b> Prefeito Municipal, Sr Folador, Vereadores Srs. Gildo Feijó e Marcelo Gregório e Secretário de Obras - Valdenir Duarte |

Fonte: Elaborado pelo Autor

O ciclo de encontros inicia com a apresentação da empresa foco para a comunidade, compreendendo os dois primeiros eventos. O elo inicial de comunicação escolhido foi a Associação dos Moradores do Seival (AMORS), dada a sua representatividade junto a comunidade. A AMORS é uma instituição sem fins lucrativos, tendo na sua diretoria 15 moradores que moram na comunidade do Seival. Responsável por todas as ações sociais promovidas na comunidade, tem em seu estatuto a proposta de trabalhar como articulador entre a sociedade do Seival e o poder público e empresas.

Na sequência foram realizados mais três encontros com a comunidade, sendo uma saída de campo, constituição do Grupo de Trabalho e análise preliminar de impactos sofridos pela comunidade. As reuniões do GT, atenderam aos propósitos da pesquisa. Importante ressaltar que quatro ações significativas saíram como resultado das reuniões do GT.

A primeira foi a criação do movimento Unidos pelo Seival, que passou a realizar ações de empregabilidade da comunidade. Esta ação enriqueceu a pesquisa no que tange a evolução histórica da mão de obra local, a qual encontrava-se despreparada para competir com os outros bairros da própria cidade.

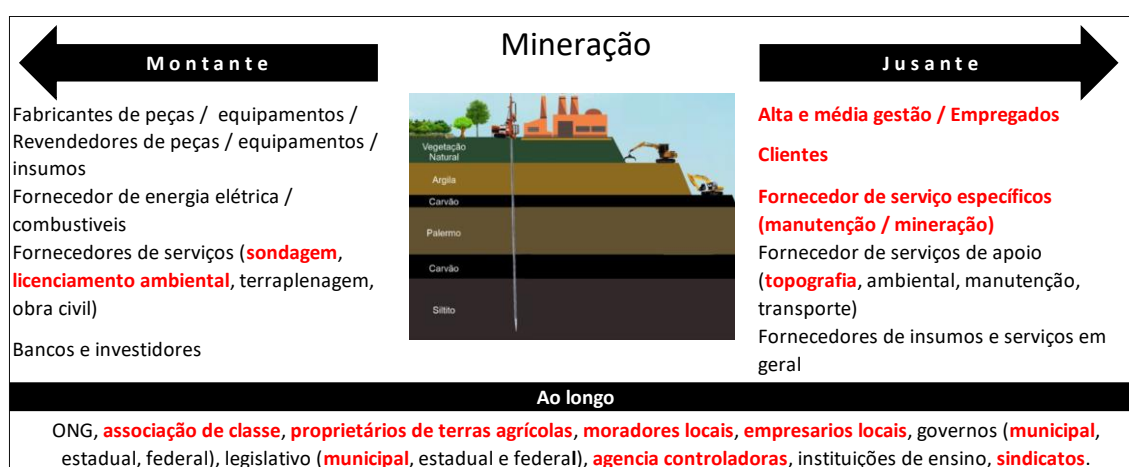
A segunda, foi a criação do programa Jovem Aprendiz, destinado a jovens entre 17 e 21 anos, ainda sem experiência profissional. A profundidade de informações colhidas nesta etapa, a respeito das dificuldades e obstáculos desta parcela da comunidade, só foi possível acessar através das entrevistas realizadas nesta etapa. No total foram 40 entrevistas, que apesar de não estarem computadas no total de horas de trabalho, dada a especificidade das conversas, contribuíram com *insights* significativos a respeito da comunidade. Os programas de formação de motorista e empreendedorismo digital, trouxeram vertentes complementares a respeito da empregabilidade feminina e potencial de desenvolvimento social para a pesquisa.

Por fim, a discussão sobre o impacto do trânsito e as condições das vias públicas ganharam notoriedade geral na comunidade, para as quais foi necessário um evento específico.

#### 4.4.2 Empresa e demais *stakeholders*

A relação de *stakeholders* a serem ouvidos teve por base o Quadro 24, apresentado no capítulo 4.3, porém foi alterado para que possa melhor representar a realidade da pesquisa. Na nova figura, agora de número 33, estão destacados em vermelho aqueles que foram entrevistados pelo pesquisador e sublinhados aqueles que foram ouvidos ao longo de reuniões de trabalho ou visita técnica na empresa estudada.

Figura 33: *Stakeholders* entrevistados



Fonte: Lorenc e Kustra, 2018; Vizayakumar e Mohapatra, 2007; adaptado pelo Autor.

Já a lista de cada um deles está no Quadro 27, com sua devida caracterização e datas dos encontros, sendo que os locais estão discriminados toda vez que aconteceram fora das dependências da empresa. O total de trabalho desenvolvido somou 13:48 (treze horas e quarenta e oito minutos), sendo que foram 6:10 h (seis horas e dez minutos) de entrevistas, no total de 13 envolvidos. Quanto a reuniões de trabalho, foram 7:28 h (sete horas e vinte e oito minutos) envolvendo 4 reuniões de trabalho e 3 visitas técnicas.

Quadro 27: Lista de entrevista com *stakeholders*

| Data     | Ata | Gravado | Detalhamento  |
|----------|-----|---------|---|
| 25/4/21  | S   | N       | Reunião do Deputado Federal - Afonso Hamm (Prefeitura Municipal)                          |
| 13/7/21  | S   | N       | Reunião da Frente Parlamentar Municipal da Mineração / Candiota-RS (Prefeitura Municipal) |
| 19/8/21  | N   | N       | Reunião do Deputado Estadual - Vilmar Zanchin   |
| 20/9/21  | S   | N       | Reunião do Deputado Federal - Ubiratan Sanderson  |
| 15/10/21 | N   | N       | Reunião do Deputado Federal - Mauro Moraes  |

| <b>Data</b> | <b>Ata</b> | <b>Gravado</b> | <b>Detalhamento</b>  |
|-------------|------------|----------------|--|
| 8/11/21     | S          | S              | Entrevista Sr. Fernando Zancan - Presidente da ABCM - Associação Brasileira de Carvão Mineral  |
| 11/3/22     | S          | N              | Reunião da Frente Parlamentar da Mineração:<br><a href="http://www.al.rs.gov.br/agenciadenoticias/destaque/tabid/855/IdMateria/327615/Default.aspx">http://www.al.rs.gov.br/agenciadenoticias/destaque/tabid/855/IdMateria/327615/Default.aspx</a> (Assembleia Legislativa RS) |
| 16/5/22     | N          | S              | Entrevista com Sr. Luiz Carlos Folador - Prefeito da cidade de Candiota/RS   |
| 16/5/22     | N          | S              | Entrevista com Sra. Josuelem Duarte - Secretária do Meio Ambiente da cidade de Candiota/RS   |
| 21/6/22     | N          | S              | Reunião com Deputado Estadual - Papparico Bacchi (Prefeitura Municipal)  |
| 25/10/22    | N          | S              | Entrevista com o IBAMA – On-line – Sra Diara Maria Sartori   |
| 26/10/22    | N          | S              | Entrevista com ANM – Sr. Rubens Muller Kautzmann   |
| 28/10/22    | N          | S              | Entrevista com BNDES – On-line - Sr. Marcio  |
| 28/10/22    | N          | S              | Entrevista fornecedor de serviço Fagundes Mineração – On-line  |
| 08/11/22    | N          | S              | Entrevista com Stahl – On-line - Sr. Jefferson   |
| 10/11/22    | N          | S              | Entrevista com South – On-line - Sr. Daniel  |
| 16/11/22    | N          | S              | Entrevista com HAR – On-line - Sr. Fernando Hartman  |
| 18/11/22    | N          | N              | Entrevista Assessor DIEESE - Departamento Intersindical de Estatística e Estudos Socioeconômicos – On-line   |
| 05/12/22    | N          | S              | Entrevista com Alta direção - Carlos W. de Faria - Diretor Superintendente   |
| 05/12/22    | N          | S              | Entrevista com Alta direção - Luiz Roberto Luktmeier - Diretor Financeiro  |
| 08/12/22    | N          | S              | Entrevista com UTPS – On-line - Sr. Daniel Mahl  |

Fonte: Elaborado pelo Autor

Ainda com a etapa de reunião com o grupo de trabalho em andamento, em paralelo, foi dado início a pesquisa junto aos demais *stakeholders*. O primeiro grupo foi constituído com atores dos poderes legislativos, da esfera municipal, estadual e federal.

Os três Deputados Federais escolhidos representam regiões distintas do Estado do Rio Grande do Sul. O primeiro tem como base a região da cidade de Bagé, na qual estão inseridas as minas de carvão da região sul do estado. O segundo, tem por base a região da cidade de Passo Fundo, mas com base eleitoral forte na região de Bagé. O terceiro, com base na região de Santa Cruz do Sul, tem forte atuação na promoção industrial do Estado. Já o primeiro Deputado Estadual ouvido foi o responsável por analisar a mineração de carvão no estado, motivado por ação parlamentar questionando a sustentabilidade da indústria da mineração. O segundo Deputado Estadual teve maior protagonismo na pesquisa, no papel de líder da Frente Parlamentar Estadual da Mineração, foram realizadas tanto a reunião de trabalho, como a reunião da Frente Parlamentar. Já as relações com os Vereadores Municipais, estão resumidas nas reuniões da Frente Parlamentar Municipal da Mineração de Carvão.



Na busca de dados em maior profundidade, foram realizadas entrevistas com os principais *stakeholders*. Os primeiros representam o poder executivo municipal, sendo as entrevistas feitas com o Prefeito Municipal e a Secretária Municipal do Meio Ambiente. Na sequência, na esfera federal, foram entrevistados os representantes do IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, e da ANM – Agência Nacional de Mineração, por fim, com o representante do BNDES - Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social. Outro grupo importante foi formado por fornecedores, tanto a jusante como a montante, formado por dois que estão inseridos dentro do sistema produtivo, e outro fornecedor que possui papel fundamental, por ser um fornecedor desenvolvido pela empresa foco e hoje possui relevância municipal no tipo de serviço prestado. Outras duas peças essenciais foram entrevistadas, sendo a primeira o cliente, nesta pesquisa representada por uma Usina Termelétrica, a qual tem contrato de fornecimento de energia para a ONS - Operador Nacional do Sistema Elétrico. De outro lado, o sindicato dos trabalhadores da mineração, através de seu braço de pesquisas estatísticas, o DIEESE - Departamento Intersindical de Estatística e Estudos Socioeconômicos, por serem os responsáveis por pesquisas sobre o abandono do uso de carvão mineral para geração de energia elétrica. Por fim, dois representantes da alta gestão da empresa, nos cargos de Diretor Superintendente e Diretor Adjunto de Controle.

A principal base de dados foi construída através de dois encontros com o grupo de gestão da empresa. Os eventos aconteceram em dois momentos distintos, sendo o primeiro em 2021, o qual teve como propósito o nivelamento de conhecimento do time sobre Sustentabilidade, SDG/ODS e ESG, servindo de base para o segundo, em 2022, no qual os participantes sofram conduzidos, tendo por princípio os assuntos descritos no Quadro 21, apresentado no capítulo 3, a discutir sobre as relações de cause e efeito entre a empresa foco e seus principais *stakeholders*. A estratégia foi escolhida uma vez que se tratava de uma empresa nova, 3 anos de operação, logo, foi preciso criar uma base comum de conhecimento. Estes eventos estavam programados para acontecer em 2020 e 2021, mas devido a pandemia de COVID-19 foram postergados. No total foram 20 participantes, sendo que a sua constituição é apresentada na Tabela 9.

Tabela 9: Perfil do quadro de gestão da empresa

| Cargo        | Área           | Total     | Mulher   | Homem     |
|--------------|----------------|-----------|----------|-----------|
| Técnicos     | Administrativo | 4         | 3        | 1         |
| Gestor       | Administrativo | 3         |          | 3         |
| Supervisores | Produção       | 8         | 1        | 7         |
| Coordenador  | Produção       | 1         |          | 1         |
| Supervisores | Manutenção     | 2         |          | 2         |
| Supervisores | Mineração      | 2         |          | 2         |
| Coordenador  | Mineração      | 1         |          | 1         |
| <b>Total</b> |                | <b>21</b> | <b>4</b> | <b>17</b> |

Fonte: Elaborado pelo Autor

Ao longo das etapas descritas, aconteceram uma série de negociações de aquisição de terras, as quais se mostraram importante fonte de dados, pois a troca de proprietário, ou o arrendamento da área, é quem viabilizará as futuras lavras de carvão.

#### 4.4.3 Empresa e proprietários de terras

Como pré-requisito de funcionamento, a mineração precisa de área de terras onde será desenvolvida a atividade de lavra. No caso estudado, a empresa desenvolveu, ao longo de 20 anos (entre 1994 e 2014), estudos de sondagem na construção de uma modelo geológico capaz de identificar quais são as melhores localizações de extração do carvão.

Quadro 28: Lista de área adquiridas



| Data       | Ata | Gravado | Detalhamento   |
|------------|-----|---------|--|
| 6/4/2021   | S   | N       | Acompanhamento do ato de fechamento de compra de área - proprietário de terra - Sra Vera Netto - matrícula 13.747 e 29.803             |
| 23/12/2021 | S   | N       | Acompanhamento do ato de fechamento de compra de área - proprietário de terra - Sr Carlos Betiollo - matrículas 24.781, 24.775, 53.594 |
| 13/01/2022 | S   | N       | Acompanhamento do ato de fechamento de compra de área - proprietário de terra - Sr Jose Arleu Duarte- matricula 49.769 (parte)         |
| 11/04/2022 | S   | N       | Acompanhamento do ato de fechamento de compra de área - proprietário de terra - Sr Antonio Vidart - matricula 53.594                   |
| 16/05/2022 | S   | N       | Acompanhamento do ato de fechamento de compra de área - proprietário de terra - Sr Luiz Everton Duarte - matricula 49.769 (parte)      |

Fonte: Elaborado pelo Autor

As informações deste modelo alimentaram o plano de aquisição de terra, detalhadas no Quadro 28, o qual foi acompanhado pelo pesquisador com o propósito de compreender as

forças e relacionamentos existentes nesta etapa. A Figura 34, traz o modelo de formulário para anotação de campo.

Figura 34: Acompanhamento de campo – Negociação de terra

|  |   |   |
|--|---|---|
|                 | <p>ACOMPANHAMENTO DE NEGOCIAÇÃO DE TERRA</p> <p>PROGRAMA DE DOUTORADO ENGENHARIA DE PRODUÇÃO E SISTEMAS</p> |  |
| Proprietário: _____<br>matrícula: _____<br>Área em ha: _____<br>Proposta:                        |   |   |
| <input type="checkbox"/> Arrendamento de área<br><input type="checkbox"/> Compra e venda de área |   |   |
| Qual é o uso atual dado para terra:  |   |   |
| _____<br>_____   |   |   |
| Quais são os planos do proprietário para terra:  |   |   |
| _____<br>_____   |   |   |
| Quais as expectativas do proprietário para terra:  |   |   |
| _____<br>_____   |   |   |
| Qual o sentimento do proprietário no ato de conclusão do contrato:                               |   |   |
| _____<br>_____   |   |   |

Fonte: Elaborado pelo Autor

Apesar de terem acontecido outras negociações de áreas, antes do início da pesquisa, foi constatada, através de observações de campo, a regularidade de posição e transparência por parte da empresa. Essa regularidade ficou evidente na relação comercial que perdurou entre as partes.

Os proprietários de terra possuíam os mais diversos perfis e uso das áreas. A primeira negociação de terra foi realizada com um conjunto de herdeiros, os quais não possuíam planos par uso futuro da área. Apesar de não possuir reserva de carvão, essa área foi adquirida para plantação de uma cortina verde, que protegerá a comunidade de possíveis particulados da mineração. A segunda área compõe parte de um todo maior, usado para a plantação de soja. A terceira e quinta áreas, são áreas consideradas pequenas propriedades, utilizadas como entretenimento dos proprietários (Sítios). A quarta área, era uma área de moradia de uma família de 6 pessoas, utilizada também para criação de pequenos animais.

As aquisições destas áreas foram estratégicas pela empresa, e as impressões colhidas ao longo das etapas de negociação e assinatura de escritura pública de compra e venda, estão refletidas no mapa causal sistêmico.

A medida que a pesquisa avança foram abertas novas oportunidades de pesquisa, fontes de dados e relações comportamentais, contudo, como forma de atender ao rigor científico e os objetivos da pesquisa, as mesmas não foram analisadas. Assim, a etapa de análise do comportamento sistêmico das relações entre os achados teóricos de pesquisa, já consolidados até o capítulo 3, inclusive, e os achados de campo ao longo do projeto, bem como os achados de campo entre si.

#### 4.5 Os dados e o comportamento sistêmico das relações

Os métodos de transcrição sistêmica estão apresentados no capítulo 2.1 e a etapa de coleta de dados atende ao método de Kim e Andersen (2012), com exceção feita aos achados durante as reuniões de trabalho, visitas técnicas e entrevistas, quando foi aplicado o método de Turner et al. (2013).

O primeiro passo esperado, proposto por Kim e Andersen (2012) e Turner et al. (2013), é que sejam descobertos tópicos ou variáveis nos dados analisados ao longo das pesquisas realizadas. A sequência de ações realizadas em campo garantiu robustez de informações, estão devidamente formalizadas no Apêndice VII – Descobrendo temas nos dados. Neste documento está formalizado o evento que foi realizado, as frases colhidas em campo, as variáveis de causa e efeito, suas relações e representação gráfica. Importante lembrar que estão refletidas as informações conforme foram coletadas em campo, logo, apesar de algumas afirmações serem passíveis de críticas pontuais, as mesmas devem ser analisadas dentro do contexto que foram aplicadas. Ao mesmo tempo, outras afirmações não foram detalhadas, por estarem fora do escopo de trabalho, mas serviram ao pesquisador de entendimento e *insights* a respeito dos assuntos abordados.

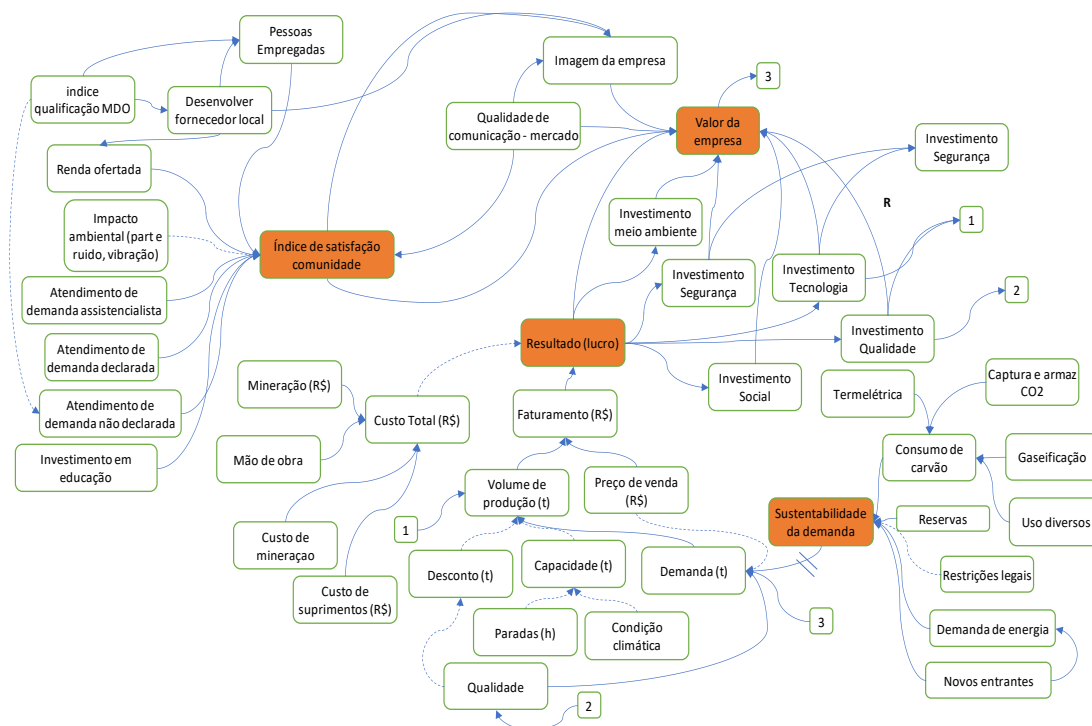
Atendendo a etapa 2, a transcrição sistêmica foi criada a tabela de variáveis, nesta pesquisa apresentada no Apêndice VIII – Lista de variáveis, onde estão agrupadas em duas colunas. A primeira, apresenta a variável base, aquela de mais alto nível e utilizada para explicações resumidas. A segunda coluna, traz das variáveis encontradas ao longo da pesquisa, utilizada em representações detalhadas. A etapa 3, trazendo a relação entre as variáveis, de causa e efeito, sua relação (positiva ou negativa) e seus comportamentos estão apresentadas no Apêndice IX – Relação entre variáveis, comportamento e De->Para. Este documento é base

tanto para construção do Mapa Causal, como para a interpretação do mesmo. Importante lembrar que está expresso na coluna “De->Para”, o ajuste necessário de variáveis de igual sentido ou valor, mas que possam ter sido expressadas com nomes diferentes. Assim, como forma de nivelar as variáveis, foram realizados os ajustes necessários, porém formalizados em cada linha.

A etapa 4 se mostrou mais eficiente a partir de Turner et al. (2013), ao proporem que a representação gráfica das relações aconteça diretamente na construção do Mapa Causal, unindo assim a etapa 4 com a etapa 5. O Apêndice X, consolidando a etapa 5, traz a representação do Mapa Causal da transcrição sistêmica geral, o qual é apresentado na sua forma mais detalhada. Estas informações são divididas em dois grupos, sendo o primeiro que representa as metas estratégicas da organização, e o segundo, as variáveis de causa e efeito gerais. Na sequência foram acrescentadas as variáveis oriundas dos demais *stakeholders*, através das negociações de aquisições de áreas, reuniões de trabalho, visitas técnicas ou entrevistas. Finalmente, foram acrescentados os achados de pesquisa oriundos da literatura que não tenham sido expressadas nas etapas anteriores, bem como, novas variáveis observadas pelo pesquisador. Como forma de exemplificar os reflexos das variáveis nos SDG/ODS, os mesmos estão marcados em destaque.

A construção deste mapa foi realizada a partir dos achados de pesquisa junto a empresa e seus colaboradores, representado pela Figura 35, a qual ganhou o nome de Mapa Causal do momento zero.

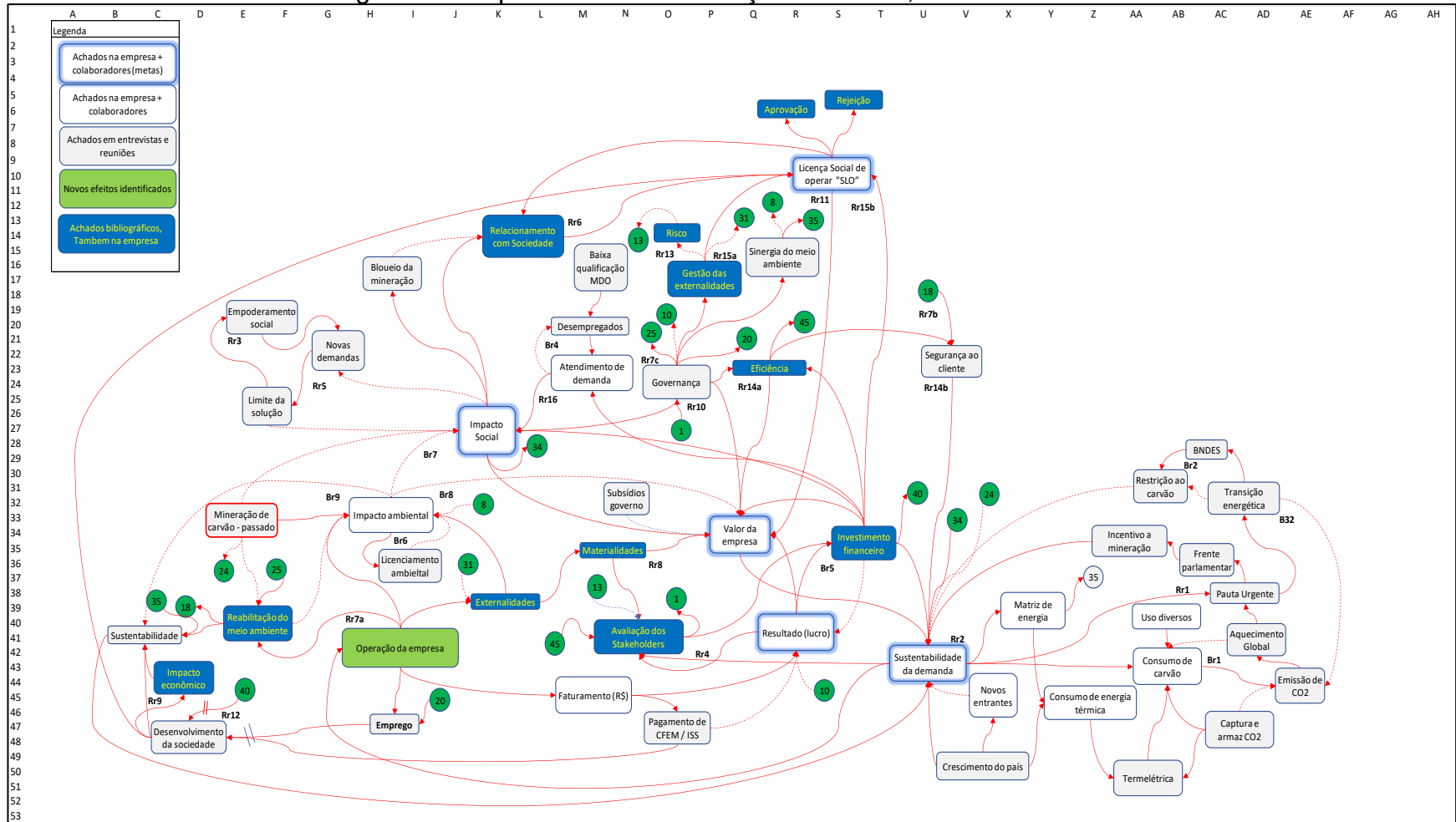
Figura 35: Mapa causal do momento zero



Fonte: Elaborado pelo Autor

Para evitar o risco de viés e ao mesmo tempo aumentar o rigor da pesquisa, essa etapa, bem como o mapa causal do momento zero, foi submetido a análise e posterior aprovação de profissional que é facilitador e educador na área do pensamento sistêmico e escritor das principais obras literárias nacionais no assunto. O mapa causal, na sua forma resumida é apresentado na Figura 36, trazendo as reações encontradas ao longo de toda a pesquisa, contudo tendo como base as variáveis de alto nível.

Figura 36: Mapa causal da transcrição sistêmica, versão resumida



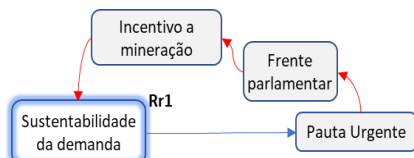



Fonte: Elaborado pelo Autor

Importante lembrar que dois motivos levam a exclusão da representação dos reflexos das variáveis aos SDG/ODS, na versão resumida do mapa causal. A primeira é que pode levar a uma falha de interpretação. A segunda é que os reflexos foram encontrados na peculiaridade de cada variável, mesmo assim, esta versão não perde a sua principal função de construção do conhecimento.

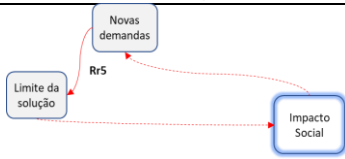
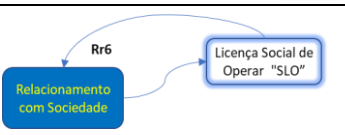
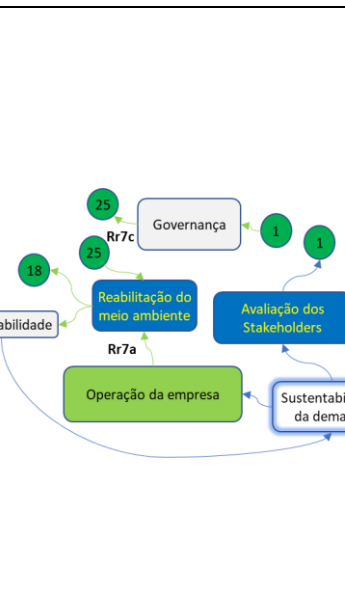
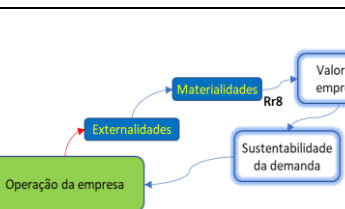
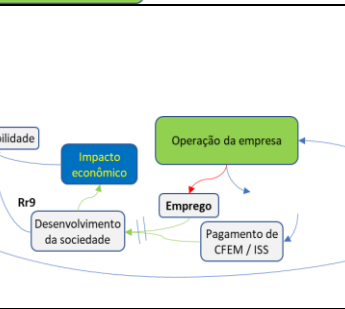
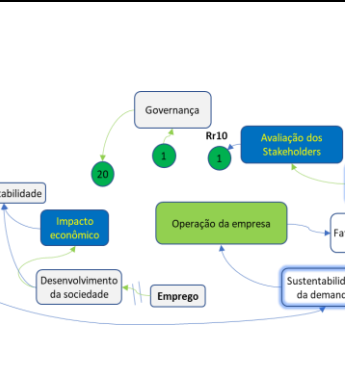
Como forma de facilitar a leitura do mapa causal, o Apêndice XI – Lista de Conectores, traz a lista de conectores entre as variáveis. Esta lista deve ser utilizada em ambas as versões dos mapas analisados.

Conforme apresentado no Capítulo 2.1, do Pensamento Sistêmico, é esperado que sejam encontrados os enlaces de influências mútuas, construindo fluxos de *feedback* que serão reforçadores ou balanceadores. Na versão resumida do mapa causal, estão representados 16 enlaces reforçadores e 9 balanceadores, apresentados de forma detalhada nos Quadros 29 e 30 respectivamente. O Apêndice XII – Enlaces gerais, traz consigo a representação, e a devida explicação, dos enlaces encontrados no mapa casual na versão geral.

Quadro 29: Enlaces reforçadores, mapa causal versão resumida

| Nr  | Local | Imagem  | Enlaces   |
|-----|-------|---|---|
| Rr1 | AB38  |  | Consolidação da “ <b>Sustentabilidade da demanda</b> ” aumenta “ <b>Pauta Urgente</b> ”, que busca a mobilização da “ <b>Frente Parlamentar</b> ” na busca de “ <b>Incentivo a mineração</b> ” para consolidação da “ <b>Sustentabilidade da demanda</b> ”. |
| Rr2 | V41   |  | Consolidação da “ <b>Sustentabilidade da demanda</b> ” aumenta “ <b>Pauta Urgente</b> ”, uma vez que o acontecimento da “ <b>Transição energética</b> ” aumenta “ <b>Restrição ao carvão</b> ” ao consolidar a “ <b>Sustentabilidade da demanda</b> ”       |
| Rr3 | E21   |  | Quanto maior o “ <b>Limite da solução</b> ”, o que consolida o “ <b>Empoderamento social</b> ”, levando a “ <b>Novas demandas</b> ”, evidenciando o “ <b>Limite da solução</b> ”  |
| Rr4 | P42   |  | A melhor “ <b>Avaliação dos Stakeholders</b> ” viabiliza o “ <b>Investimento financeiro</b> ”, consolidando a “ <b>Sustentabilidade da demanda</b> ”, melhorando a “ <b>Avaliação dos Stakeholders</b> ”  |



| Nr                   | Local             | Imagem  | Enlaces   |
|----------------------|-------------------|---|---|
| Rr5                  | G24               |    | Um maior “ <b>Impacto Social</b> ”, leva ao aumento de “ <b>Novas demandas</b> ”, evidenciando o “ <b>Limite da solução</b> ”, levando a um maior “ <b>Impacto Social</b> ”   |
| Rr6                  | M13               |  | O Aumento do “ <b>Relacionamento com Sociedade</b> ”, consolida a “ <b>Licença Social de Operar "SLO"</b> ”, aumentando o “ <b>Relacionamento com Sociedade</b> ”.  |
| Rr7a<br>Rr7b<br>Rr7c | H40<br>U12<br>O22 |   | a) A maior a “ <b>Sustentabilidade</b> ” consolida a “ <b>Sustentabilidade da demanda</b> ”, aumentando a “ <b>Operação da empresa</b> ” e a “ <b>Reabilitação do meio ambiente</b> ”, consolidando a “ <b>Sustentabilidade</b> ”; b) A consolidação da “ <b>Sustentabilidade da demanda</b> ”, aumenta a “ <b>Operação da empresa</b> ” e a “ <b>Reabilitação do meio ambiente</b> ”, consolidando a “ <b>Segurança do cliente</b> ” e a “ <b>Sustentabilidade da demanda</b> ”; c) A “ <b>Sustentabilidade</b> ” consolida a “ <b>Sustentabilidade da demanda</b> ”, melhorando “ <b>Avaliação dos Stakeholders</b> ”, e consolidando “ <b>Governança</b> ”, aumentando a “ <b>Reabilitação do meio ambiente</b> ”, consolidando a “ <b>Sustentabilidade</b> ”. |
| Rr8                  | Rr36              |    | Uma maior “ <b>Operação da empresa</b> ”, aumenta a “ <b>Externalidade</b> ” e a “ <b>Materialidade</b> ”, consolidando o “ <b>Valor da empresa</b> ”, potencializando a “ <b>Sustentabilidade da demanda</b> ”, aumentando a “ <b>Operação da empresa</b> ”  |
| Rr9                  | C45               |    | A “ <b>Operação da empresa</b> ” aumenta o nr de “ <b>Emprego</b> ” e o “ <b>Faturamento (R\$)</b> ”, levando a liquidação do “ <b>Pagamento CFEM / ISS</b> ”, consolidando, com atraso, “ <b>Desenvolvimento da sociedade</b> ”, e aumentando o “ <b>Impacto econômico</b> ”, consolidando a “ <b>Sustentabilidade</b> ” e a “ <b>Sustentabilidade da demanda</b> ”, aumentando “ <b>Operação da empresa</b> ”.  |
| Rr10                 | P26               |    | A melhor “ <b>Avaliação dos Stakeholders</b> ” consolida a “ <b>Governança</b> ”, responsável por promover “ <b>Emprego</b> ”, levando, com atraso, ao “ <b>Desenvolvimento da sociedade</b> ” e ao “ <b>Impacto econômico</b> ”, consolidando a “ <b>Sustentabilidade</b> ” e a “ <b>Sustentabilidade da demanda</b> ” aumentando a “ <b>Operação da empresa</b> ”, seu “ <b>Faturamento (R\$)</b> ” e “ <b>Resultado (Lucro)</b> ”, influenciando “ <b>Avaliação dos Stakeholders</b> ”   |

| Nr             | Local      | Imagem | Enlaces  |
|----------------|------------|--------|--|
| Rr11           | S12        |        | <p>A consolidação da “<b>Licença Social de Operar "SLO"</b>”, leva a consolidação do “<b>Valor da empresa</b>”, potencializando a “<b>Sustentabilidade da demanda</b>”, aumentando a “<b>Operação da empresa</b>” contribuindo para “<b>Emprego</b>” e “<b>Faturamento (R\$)</b>”, que leva a liquidação de “<b>Pagamento CFEM / ISS</b>”, consolidando, com atraso, o “<b>Desenvolvimento da sociedade</b>” e a “<b>Licença Social de Operar "SLO"</b>”.</p>  |
| Rr12           | E46        |        | <p>A maior “<b>Sustentabilidade</b>” consolida a “<b>Sustentabilidade da demanda</b>”, melhorando a “<b>Avaliação dos Stakeholders</b>”, viabilizando “<b>Investimento financeiro</b>” e consolidando, com atraso, “<b>Desenvolvimento da sociedade</b>”, aumentando o “<b>Impacto econômico</b>” e consolidando a “<b>Sustentabilidade</b>”.</p>  |
| Rr13           | O15        |        | <p>A consolidação da “<b>Governança</b>” melhora a “<b>Gestão das externalidades</b>”, reduzindo “<b>Risco</b>” que impacta na “<b>Avaliação dos Stakeholders</b>”, consolidando ainda mais a “<b>Governança</b>”.</p>   |
| Rr14a<br>Rr14b | Q24<br>U24 |        | <p>a) A melhora da “<b>Avaliação dos Stakeholders</b>” consolida a “<b>Governança</b>”, aumentando a “<b>Eficiência</b>”, que melhora a “<b>Avaliação dos Stakeholders</b>”; b) A melhora da “<b>Avaliação dos Stakeholders</b>” viabiliza o “<b>Investimento financeiro</b>”, aumentando a “<b>Eficiência</b>” e a “<b>Segurança ao cliente</b>”, potencializando a “<b>Sustentabilidade da demanda</b>”, melhorando a “<b>Avaliação dos Stakeholders</b>”.</p>   |
| Rr15a<br>Rr15b | T12<br>P15 |        | <p>a) A melhora da “<b>Avaliação dos Stakeholders</b>” consolida a “<b>Governança</b>” melhorando a “<b>Gestão das externalidades</b>”, consolidando a “<b>Licença Social de Operar "SLO"</b>”, aumentando o “<b>Valor da empresa</b>”, potencializando a “<b>Sustentabilidade da demanda</b>”, melhorando a “<b>Avaliação dos Stakeholders</b>”; b) A melhora da “<b>Avaliação dos Stakeholders</b>” aumenta o “<b>Investimento financeiro</b>”, consolidando a “<b>Licença Social de Operar "SLO"</b>”, aumentando o “<b>Valor da empresa</b>” e potencializando a “<b>Sustentabilidade da</b>”.</p> |

| Nr   | Local | Imagem | Enlaces   |
|------|-------|--------|---|
|      |       |        | <b>demanda”</b> e melhorando a <b>“Avaliação dos Stakeholders”</b> .  |
| Rr16 | L25   |        | O maior <b>“Atendimento da demanda”</b> reduz o <b>“Impacto Social”</b> , aumentando o <b>“Valor da empresa”</b> , potencializando a <b>“Sustentabilidade da demanda”</b> e melhorando a <b>“Avaliação dos Stakeholders”</b> , aumentando o <b>“Investimento financeiro”</b> e aumentando o <b>“Atendimento da demanda”</b> . |

Fonte: Elaborado pelo Autor

Quadro 30: Enlaces balanceadores, mapa causal versão resumida

| Nr  | Local | Imagem | Enlaces  |
|-----|-------|--------|--|
| Br1 | AC43  |        | O aumento do <b>“Consumo de carvão”</b> leva ao aumento da <b>“Emissão de CO2”</b> e ao <b>“Aquecimento Global”</b> , reduzindo o <b>“Consumo de carvão”</b> .   |
| Br2 | AB29  |        | A consolidação da <b>“Sustentabilidade da demanda”</b> aumenta a <b>“Pauta Urgente”</b> devido a <b>“Transição energética”</b> pressionando <b>“BNDES”</b> aumentando a <b>“Restrição ao carvão”</b> e reduzindo a <b>“Sustentabilidade da demanda”</b>  |
| Br3 | AD33  |        | A <b>“Transição energética”</b> leva a uma redução na <b>“Emissão de CO2”</b> , responsável pelo aumento do <b>“Aquecimento Global”</b> , sendo uma <b>“Pauta Urgente”</b> , aumenta a <b>“Transição energética”</b> .   |
| Br4 | L21   |        | O número de <b>“Desempregados”</b> aumenta o <b>“Atendimento de demanda”</b> , levando a uma redução dos <b>“Desempregados”</b>  |
| Br5 | S36   |        | O aumento do <b>“Investimento financeiro”</b> reduz o <b>“Resultado (lucro)”</b> , responsável pelo <b>“Investimento financeiro”</b> .   |
| Br6 | I35   |        | O aumento do <b>“Impacto ambiental”</b> leva ao aumento das condicionantes do <b>“Licenciamento ambiental”</b> , que reduz <b>“Impacto ambiental”</b>  |
| Br7 | I29   |        | O aumento do <b>“Impacto ambiental”</b> reduz o <b>“Impacto Social”</b> , responsável pelo aumento do <b>“Valor da empresa”</b> , que potencializa a <b>“Sustentabilidade da empresa”</b> , que garante o aumento da <b>“Operação da empresa”</b> , que aumenta o <b>“Impacto ambiental”</b> . |

| Nr  | Local | Imagem | Enlaces   |
|-----|-------|--------|---|
| Br8 | K32   |        | <p>O aumento da “<b>Operação da empresa</b>”, aumenta a “<b>Externalidade</b>” e o “<b>Impacto ambiental</b>”, reduzindo o “<b>Valor da empresa</b>”, que potencializa a “<b>Sustentabilidade da demanda</b>”, aumentando a “<b>Operação da empresa</b>”.</p> |
| Br9 | G32   |        | <p>A Potencialização da “<b>Sustentabilidade da demanda</b>” aumenta a “<b>Operação da empresa</b>”, que aumenta o “<b>Impacto ambiental</b>”, reduzindo a “<b>Sustentabilidade</b>”, que potencializa a “<b>Sustentabilidade da demanda</b>”.</p>            |

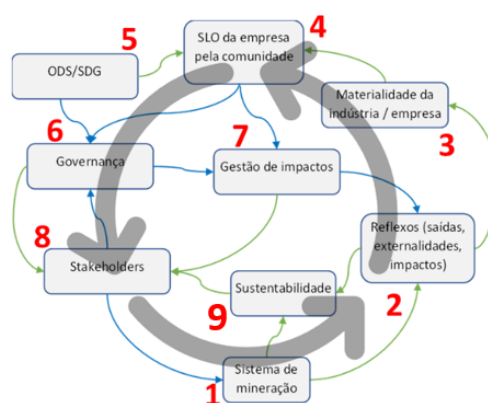
Fonte: Elaborado pelo Autor

## 5. ESTRUTURAÇÃO DO ARTEFATO – OS DIRECIONADORES

É esperado que a primeira etapa, do passo 5 da *Design Science Research* (DSR) realize a análise e discussão sobre os achados de pesquisa, através da qual foi permitido a estruturação do artefato pesquisado. Nesta linha, a pesquisa identifica que o referencial teórico apresentado no capítulo 2, contribuiu para caracterizar a existência de uma dinâmica entre os temas envolvidos.

Assim, o processo de análise das relações inicia a partir do *framework* conceitual produzido no capítulo 3. Nesta etapa apresentado por uma estrutura sistêmica de setas azuis, que mostra a pressão exercida por tópico sobre o outro, e setas verdes que demonstram os reflexos dos resultados de um tópico sobre o outro.

Figura 37: *Framework* do conhecimento – versão sistêmica



Fonte: Elaborado pelo Autor

Esta dinâmica liga dois extremos. Na parte superior da imagem existem conceitos abstratos, como materialidade, Licença Social de Operar – SLO e ODS/SDG. No outro extremo tem-se o sistema de mineração, onde as operações e processos acontecem. Quanto aos caminhos percorridos, existe um que sobe, tendo origem no Sistema de mineração (1), que gera reflexos nas suas saídas, sejam em forma de Externalidade ou impacto (2).

Esses reflexos formarão a Materialidade da indústria ou da empresa (3), que irá refletir no quão disposta estará uma comunidade em aceita-los, através da Licença Social de Operar – SLO (4). O nível de aceitação é quem gera pressão, direta ou indireta, sobre a Governança (6) e a Gestão de impactos (7). A Governança (6) irá exercer uma pressão sobre a Gestão de impactos (7), e ambos, Governança e Gestão de impactos, refletirão nas análises e avaliações

dos *stakeholders* (8), que, ao mesmo tempo pressiona a Governança, resultará no nível de pressão sobre o Sistema de mineração (1). Importante lembrar que a gestão de impactos, deve gerar pressão sobre as saídas do sistema de mineração, na busca pela Sustentabilidade (9).

A dinâmica de relacionamento entre os nove pontos do *Framework* do conhecimento, apresentados na Figura 37, de uma forma um pouco diferente, também se fez presente na Estrutura Sistêmica (ES) inicial apresentada no capítulo 4.1.2, abaixo exemplificado, abaixo:

Figura 38: Dinâmica de relacionamento do *framework* do conhecimento sobre a ES inicial



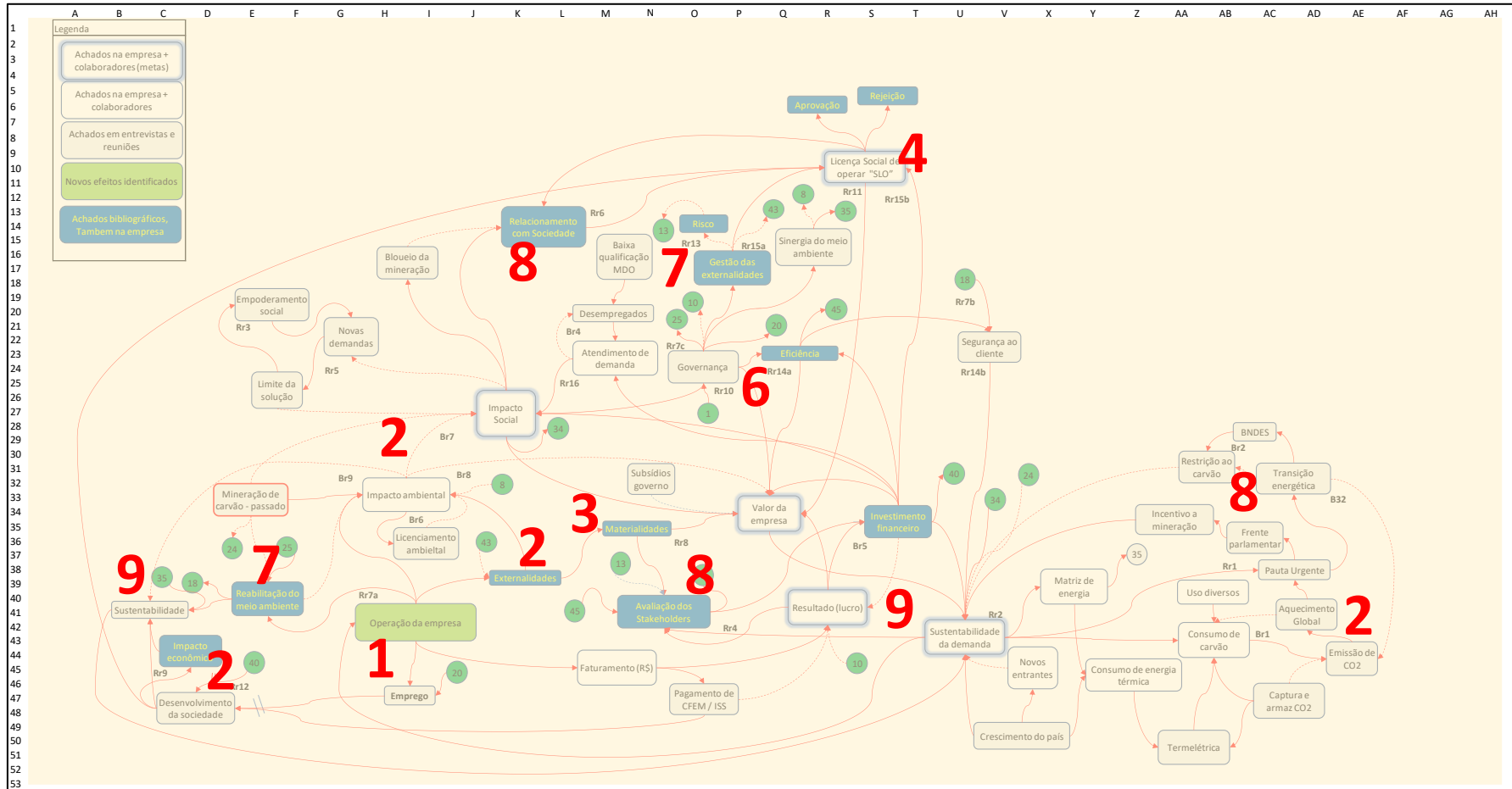
Fonte: Elaborado pelo Autor

Nesta figura, o relacionamento começa com a Mineração de carvão, no sistema chamado de Sistema de Mineração (1), que tem por reflexo a emissão de particulado ou emissão de CO<sub>2</sub>, assumindo o que seria as saídas do sistema (2). Nesta figura, a Materialidade (3) é representada pela variável Qualidade de vida, que inicialmente era esperada ser acessada pela Gestão dos Impactos (7), aqui exemplificado pelo Sistema de filtragem. A avaliação da qualidade de vida, assume o papel dos *stakeholders* (8), limitando a Mineração de carvão (1) indiretamente pela Licença Social de Operar (4). Em tempo, a Sustentabilidade, é representada pelo Aquecimento global (9), pressionará os Pactos globais (5), influenciando na Governança

(6), nesta figura caracterizado como Leis e Licenciamento ambiental. Esses por sua vez, limitarão a Mineração de carvão (1).

Na Figura 39, Mapa Causal – Transcrição sistêmica, apresenta estas relações, de forma resumida, as relações existentes.

Figura 39: Dinâmica de relacionamento do *framework* do conhecimento sobre o Mapa Causal – Transcrição Sistêmica, versão resumida



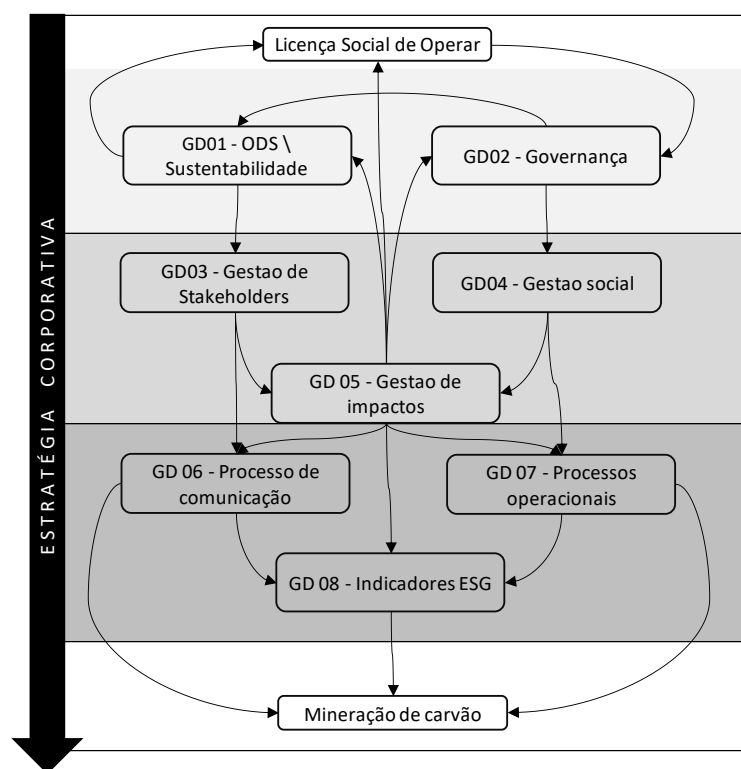
Fonte: Elaborado pelo Autor



Dada a complexidade da Figura 39, a explicação das conexões entre as variáveis poderia colocar em risco o foco principal esperado que é evidenciar a existência das variáveis e de seus relacionamentos dentro do Mapa Causal, mesmo que tenha nomes diferentes. Em tempo, é importante reforçar que dois cenários podem alterar a representação das relações entre as variáveis. O primeiro é quanto ao grau de detalhamento da análise, pois quanto mais profundo, mais variáveis traz à tona. O segundo é que a própria dinâmica das operações pode alterar a configuração destes relacionamentos. Com isso, o pensamento sistêmico, mais uma vez, se mostra eficiente para o reconhecimento de uma versão da possível verdade e nela apoiar as atividades de análises e proposição de mudanças ou melhorias.

Assim, a pesquisa identificou oito pontos de alavancagem, os quais tem como princípio potencializar a dinâmica de relacionamento entre os temas que ligam, no caso estudado, a Mineração de carvão a Licença Social de Operar – SLO, devidamente distribuídos em três níveis distintos, apresentados na Figura 40. O primeiro nível, de princípios organizacionais, o qual traz os dois pontos de alavancagem. O segundo nível, na área de gestão, é responsável por três pontos de alavancagem. Finalmente, os últimos três pontos estão no nível operacional. Cada um dos pontos está descrito no Quadro 31.

Figura 40: Mapa de direcionadores alavancadores



Fonte: Elaborado pelo Autor

O primeiro nível, o estratégico, é responsável por determinar os norteadores que devem conduzir a empresa. Assim, é utilizado o primeiro direcionador (GD01 – ODS / Sustentabilidade). Isso porque é esperado que a empresa contribua de forma sistêmica, consistente e organizada para o atingimento do maior número de ODS/SDG possível e através deles garanta um ambiente propício para o desenvolvimento da sustentabilidade. Apesar de ser difícil que a empresa atinja um número expressivo de ODS / SDG, é importante que sejam descobertos aqueles que mais aderem ao propósito da organização, como forma de mola motivadora de ações.

O segundo direcionador (GD02 – Governança), traz consigo a importância da gestão dos meios pelos quais os objetivos estratégicos e metas operacionais serão atingidos. Esse ponto fomentará a transparência das ações, tanto interno, como externamente, garantido agilidade e assertividade de ações, reduzindo riscos e conflitos internos entre metas e departamentos.

Os próximos três direcionadores, que irão compor o segundo nível, estão divididos em GD03 – Gestão dos *stakeholders*, tendo como foco principal a gestão das relações com as partes apresentadas, uma vez que são os de maior relevância para a operação e empresa, exceto a gestão social das comunidades onde a operação está inserida, que dada a sua relevância fica ao encargo do direcionador GD-04 – Gestão social, que agrega a gestão das ações sociais de cunho assistencialista ou transformadora. Esta divisão de olhar para a comunidade está diretamente relacionada a importância que a comunidade do entorno possui na Licença Social de Operar – SLO. Por fim, aquele que fará a gestão de impactos diretos ou das externalidades da operação, que é o GD-05 – Gestão de impactos.

O terceiro nível, das operações, tem por ponto principal o GD-06 – Processos de comunicação, uma vez que é preciso criar um elo forte entre a organização e stakeholders, na qual fiquem formalizados ‘o que será comunicado’ e ‘para quem será comunicado’. Espera-se que esse seja um pilar importante na consolidação da confiança entre as partes. De outro lado, o GD-07 – Processo operacionais, agrega todas as funções processo ou operação que existam dentro do sistema de produção da organização, na busca da excelência das atividades desenvolvidas.

Para concluir, o direcionador pela medição das resultantes da organização, os quais devem ser suportados por indicações de ESG, que além de ser sistêmicos, através do alinhamento estratégicos das metas locais, remetem a todos os *stakeholders* os limites de responsabilidade da empresa, seus compromissos, além de contribuir positivamente na busca da missão e visão da organização.

Quadro 31: Direcionadores de governança

| <b>Direcionador</b>                  | <b>Descrição</b>  |
|--------------------------------------|---|
| GD01 – ODS / Sustentabilidade        | Responsável por orientar a respeito de quais são os ODS/SDG identificado(s) pela alta gestão como sendo sua(s) contribuição(ões) para com o planeta, deixando claro a visão de sustentabilidade da organização.   |
| GD02 – Governança                    | Reflete o conjunto de valores da organização, apresentando os meios reconhecidamente válidos para a busca dos objetivos estratégicos de seu desenvolvimento. Deve servir de apoio para a tomada de decisões, independentemente de seu nível, como princípio norteador da construção da cultura organizacional.  |
| GD03 – Gestão de <i>stakeholders</i> | A partir do mapeamento das partes envolvidas, suas expectativas, responsabilidades e grau de relevância ao negócio, a gestão começa com a definição dos limites da organização para cada um, bem como, o grau de envolvimento. Quanto a comunidade, a alta gestão define o raio de abrangência que se faz necessário, ficando claro que a comunidade diretamente ligada a operação é responsabilidade do GD-04. |
| GD04 – Gestão Social                 | Responsável pela relação com a comunidade diretamente ligada a operação, podendo ser dividida em níveis de proximidade ou não, fará a gestão da construção da materialidade da organização junto à comunidade.  |
| GD05 – Gestão de impactos            | O principal norteador deve ser o licenciamento ambiental da organização, contudo, a ele devem ser inseridos os demais impactos identificados pela organização, os quais devem ter a mesma relevância para a operação.   |

|                                 |   |
|---------------------------------|---|
| GD 06 – Processo de comunicação | Deve operar de forma autônoma, mas não independente, da operação, como forma de contribuir positivamente para o elo da confiança. As comunicações internas devem ser priorizadas acima das externas, mas respeitando a matriz de comunicação.   |
| GD 07 – Processos operacionais  | Responsável pelos conjuntos de normas de operação, traz consigo a formalização do conhecimento existente, ao qual deve ter capítulo específico de ‘lições aprendidas’ para potenciais erros e seus reflexos conhecidos. Neste direcionador também estão inseridos os assuntos pertinentes a saúde e segurança no trabalho.  |
| GD 08 – Indicadores ESG         | Apesar de estarem divididos em níveis (Ambiental, Social e Governança), o alinhamento deve ser responsabilidade da alta gestão na equalização, caso exista, de trade-off estratégicos, táticos ou operacionais. As metas anuais devem ser validadas pelos comitês internos da operação e refletirem nos benefícios distribuídos internamente, independentemente do nível hierárquico. |

Fonte: Elaborado pelo Autor

Atendendo ao método científico, uma vez estruturado o artefato, a próxima etapa, que constitui a segunda etapa do passo 5, são as explicações a respeito do mesmo, as quais serão feitas através das projeções dos reflexos que podem existir a partir de sua interação com a realidade observada.

### 5.1 Projeção da realidade a partir do artefato

A leitura do Mapa da estrutura do Mapa de direcionador alavancadores mostra-se um bom caminho para iniciar a análise dos reflexos que podem existir quando o artefato estiver integrado na organização. Assim, importante observar que a estrutura de direcionadores teve como propósito seguir os passos do desdobramento da estratégia corporativa no sentido *top-*

*down*. Assim, a sua leitura parte da Licença Social de Operar – SLO, que irá pressionar a Governança organizacional (GD02), na busca da equalização da Sustentabilidade (GD01), onde o atendimento dos ODS/SDG deve contribuir para a construção da Licença Social de Operar.

As normas de Governança apoiam os limites da empresa, bem como suas ações sociais. Através da gestão social (GD04), a organização constituirá sua gestão de impactos, tanto na sua forma passiva, quando a organização busca maneiras de mitigar seus impactos negativos, mas também, nas decisões estratégicas onde a empresa gera impactos positivos sobre a sociedade, seja através de infraestrutura que será compartilhada, ou até mesmo, na geração de emprego. Ao ampliar a análise, existe a Gestão de *stakeholders* (GD03), que fará a gestão dos macros relacionamentos, mas também, levará para a Gestão de impactos, a visão dos resultados que são esperados pelas partes envolvidas. É esperado que a complementariedade de olhares (Social + *stakeholders*) consiga compor uma base sólida para as tomadas de decisão na Gestão de impactos. Por sua vez, a GD05, é quem retroalimentará, a montante, os norteadores de ODS /Sustentabilidade (GD01) e Governança (GD02), contribuindo positivamente para a consolidação da Licença Social de Operar – SLO.

A jusante, irá refletir nos outros três direcionadores operacionais. O primeiro deles é o direcionador de Processos Operacionais (GD07), que deve ser capaz de unir as melhores práticas de operação as diretrizes da Gestão de impactos, e também demandas da Gestão social. De outro lado, o Processo de comunicação (GD06) é quem receba as informações do direcionador de Gestão de impactos, e as expectativas da Gestão de *stakeholders*. Ambos, GD07 e GD06, aliados ao ODS8, devem compor a estrutura de mensuração e comunicação dos resultados da empresa. Finalmente, as operações irão refletir, no caso estudo, na Mineração de carvão.

Por sua vez, os direcionadores encontram suporte na teoria encontrada ao longo da pesquisa, sendo detalhados no Quadro 32.

Quadro 32: Direcionadores e seus suportes na literatura

| Direcionador                  | Autores   |
|-------------------------------|---|
| GD01 – ODS / Sustentabilidade | Arifeen, et al. (2021), Chen, et al. (2020), Frauenstein, et al (2021), Joshua, et al. (2020), Mazumder, et al. (2021), McIntyre, et al. (2015), Sanz-Hernandez (2020), Senjaya, et al (2020), Viliani e Harris (2020), Yaylacı e Düzgün (2016), Zeng, et al. (2016). |

| <b>Direcionador</b>                  | <b>Autores</b>   |
|--------------------------------------|--|
| GD02 – Governança                    | Carmona-García, et al. (2017), Paragreen, Woodley (2013), Skare e Hasic (2016), Svobodova, et.al. (2019).                |
| GD03 – Gestão de <i>stakeholders</i> | Carmona-García, et al. (2017), Chen, et al. (2020), Grewal e Serafeim (2020), Svobodova, et.al. (2019).                  |
| GD04 – Gestão Social                 | Azapagic (2004), Carmona-García, et al. (2017), Chen, et al. (2020), Jebe, 2019, Owen e Kemp (2018).                     |
| GD05 – Gestão de impactos            | Azapagic (2004), Carmona-García, et al. (2017), Chen, et al. (2020), Tulder e Lucht (2019).                              |
| GD 06 – Processo de comunicação      | Curran (2017), Paragreen e Woodley (2013), Owen e Kemp (2018).   |
| GD 07 – Processos operacionais       | Azapagic (2004), Carmona-García, et al. (2017), Vassilev e Vassileva (2009).   |
| GD 08 – Indicadores ESG              | Beckmann, et al. (2014), Chen, et al. (2020), Jagannathan, et al. (2017), Leleux e Kaai (2019), Yaylacı e Düzgün (2016). |

Fonte: Elaborado pelo Autor

O Pensamento Sistêmico, conforme Senge (2002), espera encontrar lacunas onde aplicar o menor esforço, que resulte no maior reflexo dentro da Estrutura Sistêmica, refletindo em melhoria de longo prazo, lembrando que muitas vezes podem estar distantes no tempo e no espaço. Neste sentido, o próximo capítulo apresenta as injeções dos direcionadores dentro do Mapa Causal.

## 5.2 As injeções dos direcionadores

Para encontrar a melhor combinação entre a "variável" e os "direcionadores alavancadores", foram analisados os resultados obtidos no mapa causal, levando em consideração o objetivo pretendido e o propósito de cada direcionador alavancador. Dessa forma, foram selecionadas as combinações que apresentaram os melhores resultados, ou seja,

aquelas que estavam mais alinhadas com o objetivo pretendido e que aproveitavam ao máximo o potencial de cada direcionador alavancador.

Essa análise permitiu identificar como a "variável" poderia ser impactada pelos diferentes direcionadores alavancadores, e qual seria a melhor forma de combiná-los para obter os resultados desejados. Com isso, foi possível encontrar a melhor combinação entre a "variável" e os "direcionadores alavancadores", que foi utilizada como base para as ações propostas para organização.

Dado o escopo deste trabalho, as alterações apresentadas a seguir no mapa sistêmico estão concentradas dentro da empresa analisada, bem como, sua interação com os *stakeholders*. As representações das inserções foram feitas apenas na versão do Mapa Causal da Transcrição Sistêmica, versão geral, uma vez que a versão resumida apresenta risco de não conseguir representar a total efetividade de cada um dos direcionadores.

#### 5.2.1 GD01 - ODS \ Sustentabilidade e GD02 – Governança

A inserção do GD01 e do GD02 foi analisada a partir de duas opções. A primeira como norteador da **Expectativa do Stakeholder** ou então na **Governança**. Os resultados das análises se mostraram mais favoráveis quando inserido na **Governança**, para que não contamine a **Avaliação dos Stakeholders**, deixando livre de qualquer pressão ou direcionamento. Ao mesmo tempo, quando inserida na **Governança**, não perdem sua importância e objetivo, refletindo dentro da organização através de **Controles operacionais** e **Processos responsáveis**, os quais aumentam a eficiência da organização e solidificarão os processos **Fechamento de mina** e **Recuperação de área**, mitigando o **Impacto ambiental** da operação. Esse conjunto de normas pode fazer com que a mineração de carvão se desenvolva de maneira mais sustentável, contribuindo para a proteção do meio ambiente e da saúde humana.

O GD01 também pode ser aplicado isoladamente como apoio a *Stakeholders* no processo de construção da **Lei transição energética**, através da construção de cenários onde usos mais nobres e sustentáveis podem ser aplicados.

Importante lembrar que esse movimento irá potencializar os reflexos da mineração ao ODS 15 – Vida Terrestre, minimizando os efeitos negativos, ao tratar efluentes antes do lançamento em corpos hídricos, protegendo as fontes de água doce, ou contribuindo para eliminação de terras degradadas. Ao mesmo tempo, potencializa os efeitos positivos, aumentando o florestamento, assegurando a recuperação e uso sustentável de ecossistemas terrestres.

Outras interpretações realizadas, apoiadas pela teoria estudada, também apontam que a **Governança** é uma peça importante para a solidificação da **Licença Social de Operar – SLO**, que por sua vez aumentará o **Valor da empresa**, realimentando o processo de **Avaliação dos Stakeholders** e **Expectativa do stakeholder**, que leva a consolidação da **Governança**. É esperado que o reconhecimento deste movimento funcione como motivação, através do sentimento de orgulho pelo resultado alcançado, para o grupo de colaboradores da empresa, o que reforçará o uso das regras de governança ao longo das operações e tomadas de decisão.

### 5.2.2 GD03 - Gestão de *stakeholders*

O ponto escolhido para inserção do GD03 é justamente na **Expectativa do Stakeholder**, uma vez que ela irá alimentar a **Avaliação dos Stakeholders**, logo, é preciso trabalhar essa relação, com o propósito de evitar avaliações distorcidas ou então, em bases de expectativas que não foram pactuadas entre as partes. Essa atividade deve começar pela definição dos limites de responsabilidade da empresa, para com as partes envolvidas, as quais formarão um conjunto robusto de compromissos. Esse conjunto será um dos direcionadores do **Investimento financeiro** da organização, logo, deve ser desdobrado de modo a melhorar a eficiência da empresa, mas suas diversas dimensões, assim como, atender ao **Investimento Social**.

A estratégia nesta etapa é contribuir para com o ODS 08 – Trabalho decente e crescimento econômico, através da busca de níveis mais elevados de produtividade, modernização de equipamentos e/ou processos. Uma vez a mineração ser de uso intenso de mão de obra, ao mesmo tempo que o público interno da empresa também ocupa o papel de *Stakeholder*, o fortalecimento de relações trabalhistas solidas. Ainda nesta linha, é considerado como investimento social a ação **Desenvolver fornecedor**, a qual refletirá na geração de emprego para mão de obra local, ao mesmo tempo que promove o empreendedorismo local.

### 5.2.3 GD04 – Gestão Social

Alinhado aos efeitos da gestão dos *stakeholders*, no GD03, neste momento há foco na comunidade do entorno da empresa. O GD04 tem por objetivo realizar a gestão da **Satisfação comunidade**, através das ações de **Atendimento de demanda não declarada**, na qual está inserido os cuidados com o desenvolvimento de mão de obra, ou **Atendimento de demanda**



**declarada**, que chegam através das reclamações da sociedade. Cada uma, a seu momento, deve contribuir para **Licença Social de Operar – SLO**, através da satisfação social.

Além de contribuir para o atendimento do ODS 15 – Vida Terrestre, também existe o potencial de contribuição ao ODS 10 – Redução das desigualdades, promovendo a inclusão social e econômica de todos, garantindo a igualdade de oportunidades. Apesar de mostrar distante das operações organizacionais, o ODS 04 – Educação de qualidade, os investimentos sociais podem melhorar sobremaneira as instalações físicas das escolas locais, promovendo um ambiente melhor para que todas as crianças, jovens ou adultos, completem os ciclos de ensino.

#### 5.2.4 GD 05 - Gestão de impactos e GD 07 - Processos Operacionais

Por se comportarem como duas unidades de negócios, dentro da mesma organização, a dupla formada pelos GD05 e GD07 foi inserida em cada uma das operações centrais da empresa. A primeira é a responsável pela **Operação de Beneficiamento (t)**, sendo a segunda a **Operação de lavra e transporte**. A **Operação de desmonte** é considerada uma sequência da lavra, logo, irá adotar as práticas da mesma.

As análises feitas mostram que os direcionadores GD05 e GD07 funcionam de forma complementar, onde o primeiro (GD05), por trazer consigo as grandes metas e objetivos ambientais, orienta o segundo (GD07) para que as tarefas, operações e processos estejam alinhados com os resultados esperados e condicionantes socioambientais determinadas. Ao mesmo tempo, ao longo das observações de campo foi possível identificar que uma mineração de carvão bem gerenciada pode maximizar a extração de carvão a partir de uma única área, minimizando a necessidade de se abrir novas frentes de minas e, portanto, reduzindo o possível impacto ambiental associado à mineração. Além disso, o uso de processos mais racionais, associados a tecnologias mais avançadas é possível tanto a extração, como o beneficiamento de carvão com maior eficiência energética, reduzindo o consumo de energia elétrica, eliminando também o uso de água de processo.

Agindo neste nível, é possível contribuir para a redução do **Impacto ambiental**, seja através do sistema de produção ou das ações que consolidam a **Reabilitação do meio ambiente**. De outro lado, os reflexos da organização chegarão na sociedade, através dos impostos gerados e sua transformação, pelo poder público, em **Infraestrutura** e **Saúde pública**, que levará ao **Desenvolvimento da sociedade** e da **Sustentabilidade**.

Em tempo, também foi possível a aplicação isolada do GD05 em dois cenários distintos. O primeiro deles é para o tratamento de **Passivo ambiental**, que no caso estudo é

fruto da operação de mineração do passado realizada na cidade por outra empresa. Essa correção corre em paralelo ao sistema de produção da empresa, mas de extrema importância por recuperar o **Impacto ambiental** do passado. De outro lado, ele foi aplicado para análise **Investimento financeiro**, com o propósito de contribuir na priorização e decisões de futuras melhorias.

Conforme já apresentado, a mineração de carvão é altamente demandante de mão de obra e área de terras, o retorno do emprego gerado, aliado a plena recuperação de área, possuem grande potencial de contribuição ao ODS 02 - Fome zero e agricultura sustentável, através da renda gerada, bem como a garantia de sistemas agrícolas plenamente sustentáveis e totalmente recuperados e com aumento da área para produção. Em tempo, o ODS 01 – Erradicação da pobreza, também é atingido com a geração de emprego. A pesquisa identificou que a comunidade onde a organização está inserida, por estar localizada longe de um grande centro desenvolvido socialmente, possui baixa perspectiva de vida com qualidade, o qual pode ser revertido através do atendimento do ODS 03 – Saúde e Bem-Estar, ao promover a sociedade acesso ao sistema de saúde público, ou então, através das ações de promoção da saúde de seus colaboradores. Quanto a promoção da igualdade de gênero, promovendo oportunidades iguais a todos, a mineração de carvão pode contribuir ao ODS 05 - Igualdade de gênero, eliminando formas de discriminação contra as mulheres, garantindo sua participação plena nos processos seletivos de contratação ou promoções internas. Conforme já apresentado, também são promovidos os ODS 08 - Trabalho decente e crescimento econômico e ODS 10 – Redução das desigualdades.

#### 5.2.5 GD06 - Processo de Comunicação

A inclusão do GD06 tem por objetivo garantir a transparência e a responsabilidade por meio da divulgação de informações claras e precisas sobre as práticas de gestão ambiental, social e econômica da empresa, promovendo o diálogo e a cooperação entre a empresa a comunidade local, organizações da sociedade civil e outros *stakeholders* para identificar e abordar preocupações e desafios relacionados à indústria.

Construir um processo robusto de comunicação inicia com a decisão de autonomia do mesmo. Comunicar de forma assertiva é o grande propósito deste direcionador. Assim, o mesmo foi inserido em dois pontos do mapa. O primeiro tem o objetivo de melhorar a **Qualidade de comunicação – mercado**, que fará o suporte ao GD03 – Gestão de *stakeholders* e ao GD04 – Gestão Social. É esperado que essa ação contribuía para a **Satisfação comunidade**, o apoiará

a Licença Social de Operar – SLO, ao mesmo tempo que solidifica a **Imagem da empresa** e o **Valor da empresa**. Ainda é possível aplicar o GD06 externamente a empresa, como forma de contribuir para a sustentabilidade da demanda. Essa aplicação deve ser feita na **Falta de informação sobre carvão e Esquecimento da região**.

Apesar de não ter reflexos aos ODS, cabe a esse processo comunicar aos *stakeholders* os avanços feitos pela organização na busca do desenvolvimento sustentável.

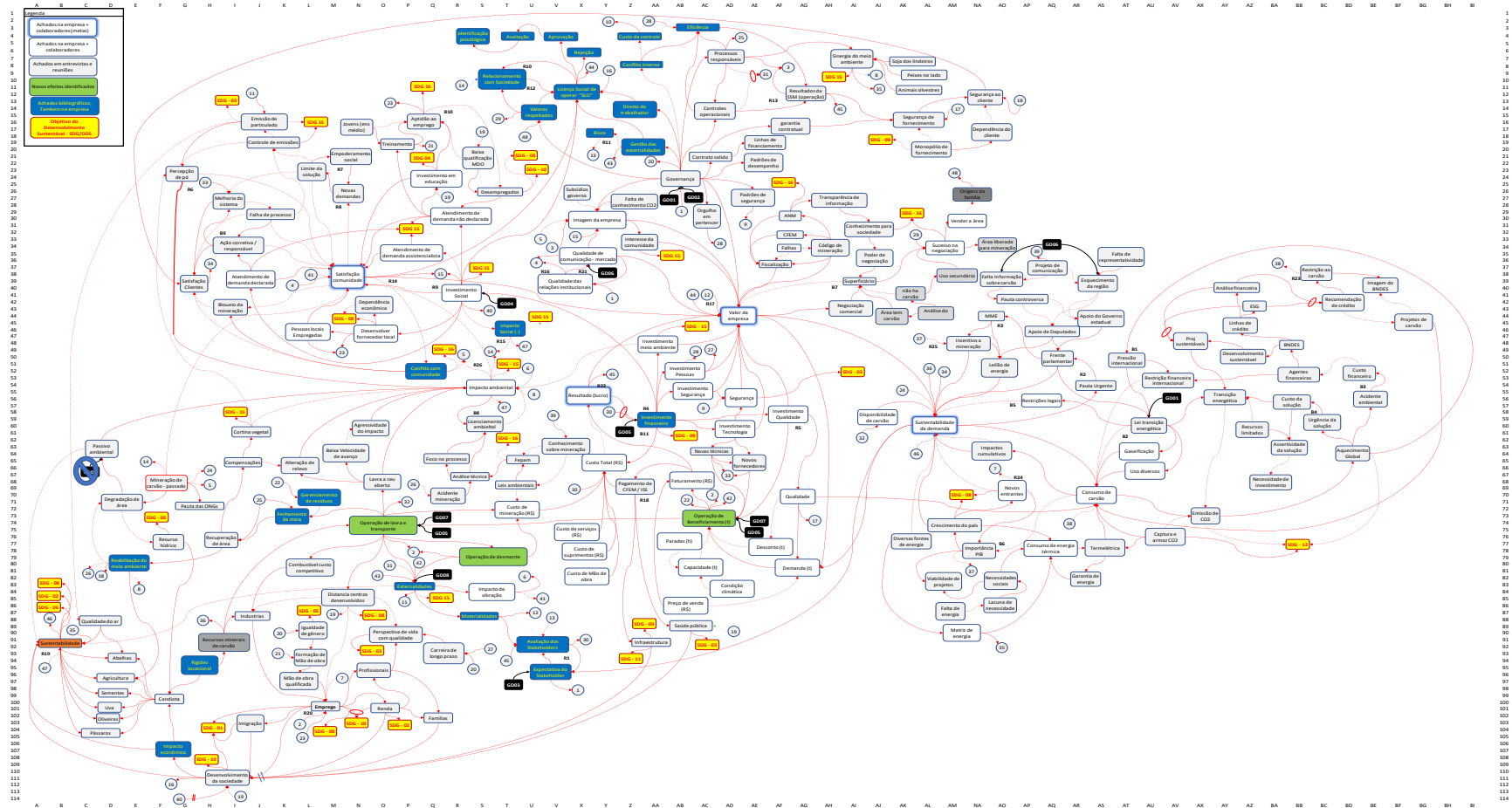
#### 5.2.6 GD 08 - Indicadores ESG

Como forma de mensurar as resultantes do sistema da empresa, o GD08 é aplicado na **Externalidades**, uma vez que estarão nela os indicadores relativos as esferas Ambiental, Social e de Governança, ao mesmo tempo que, será uma maneira de monitoramento operacional da eficiência do sistema, testando se normas e procedimentos existentes estão aderentes aos objetivos estratégicos da organização.

As representações das injeções dos direcionadores no mapa causal da transcrição sistêmica é apresentado através de quadrados pretos, na Figura 41.

### 5.2.7 Representação gráfica das injeções

## Figura 41: Injeções dos direcionadores na Mapa Causal da Transcrição sistêmica, Versão Geral



Fonte: Elaborado pelo Autor

### 5.3 Resultados práticos

Apesar de não fazer parte do escopo de trabalho, mas por se tratar de uma pesquisa participativa, a qual interfere na realidade observada, ao mesmo tempo que está sendo desenvolvida, a pesquisa retornou uma série de resultados práticos para a empresa, que resumidamente são:

**1. Uso eficiente de recursos:** Os processos de lavra quando realizadas juntamente com os processos de recuperação de áreas impactadas garante uma sinergia econômica e ambiental, contudo, ela encerra por definitivo a operação de extração. Assim, é impreterível que o planejamento da mineração seja robusto suficiente, para que não seja preciso abrir novamente a frente de mina, na busca de uma nova parcela de minério ou ajuste de recuperação de áreas. No caso estudado a aderência entre resultado e planejamento se manteve muito próximo, ao ponto de servir de benchmarking de mercado. Importante ressaltar que, empiricamente, a gestão de impacto suportou a decisão da empresa em dois importantes investimentos. O primeiro, na área de tecnologia, no uso de equipamentos de análises de carvão, inseridos no processo de beneficiamento, que possibilitam o uso racional de todas as camadas de carvão extraídas da mina. O segundo, na área de processo, que garante a eliminação do uso de água de processo, conseqüentemente a eliminação da necessidade de instalação de barragens de decantação, para o beneficiamento do carvão.

**2. Recuperação de áreas impactadas:** O acordo de devolução de área mineradas ao superficiário foi realizado com a integral aceitação das condições agronômicas do solo, inclusive o proprietário, com base em mais de 30 anos de experiência em lavoura, já voltou a utilizar o solo para fins de plantação de soja. Os resultados iniciais de desenvolvimento das plantas também se mostraram satisfatórios, mas os índices de produtividade só serão conhecidos no futuro. Ao mesmo tempo, o licenciamento ambiental e plano econômico previa a plena recupera de uma mina que teve suas operações suspensas na década de 1990. Os processos de operação, aliados a gestão de impactos, garantiu a antecipação, em 50%, das atividades previstas, eliminando em definitivo potenciais fontes de drenagem ácida e iniciando a recuperação do relevo, bem como o plantio de árvores (nativas e cortinamento) junto a área.

**3. Responsabilidade Social:** Dado ao elevado potencial de oportunidade, bem como as demandas sociais urgentes, a pesquisa resultou na série de medidas junto a comunidade. As principais foram:

**4. Ações de assistencialismo:** Foi possível organizar, em conjunto com a AMORS e Secretaria da Ação Social, uma série de cuidados básicos (alimentação, saúde e vestuário).

Importante lembrar que essas ações obtiveram protagonismo ativo durante a pandemia de Covid-19.

**5. Formação e qualificação:** Ao longo dos encontros com a comunidade ficou clara a carência de formação da mão de obra. A primeira medida foi aproximar a comunidade do SINE (Sistema Nacional de Emprego), como forma de o cadastro da força de trabalho. Na sequência foi acompanhado a constituição da iniciativa que se tornou um braço da AMORS, chamada Unidos pelo Seival, a qual tem por objetivo ser o elo entre a comunidade e as empresas, quanto a oferta de emprego e necessidade de capacitação para futuras vagas (parada de manutenção). Nesta linha a empresa organizou o projeto de Empreendedorismo digital, que levou formação em ferramentas digitais (editor de texto, planilhas de cálculos, *softwares* de apresentação), juntamente com práticas organizacionais (RH, vendas, produção e marketing). Esse projeto também foi complementado com Oficina Profissionalizantes, as quais tiveram por objetivo motivar jovens e adultos do sistema EJA, a seguirem suas formações. Com o objetivo de atender ao público feminino, a empresa, juntamente com AMOR e Unidos pelo Seival, realizou a formação de condutores de caminhão, a qual patrocinou os custos com a capacitação, através do CFC – Centro de Formação de Condutores, contratando a mão de obra uma vez habilitada.

**6. Apoio:** Como ferramenta de suporte a gestão social e gestão de *stakeholders*, a operação de comunicação estruturou o canal de comunicação com a comunidade, também apoiou a empresa na participação ativa na formação do Conselho Municipal de Meio Ambiente.

**7. Normas de comportamento:** Após duas vitórias do órgão legislador estadual (FEPAM) e uma complementar a vitória feita ao cliente, pelo órgão legislador federal (IBAMA), a gestão de impactos se mostrou robusta suficiente quanto ao atendimento as condicionantes da licença de operação vigente. Importante lembrar que gestão de impactos serviu de base para diminuir incertezas da comunidade quanto aos resultados da operação, os quais foram auditados pela Secretaria do Meio Ambiente, a pedido da comunidade, o que ajudou a solidificar a imagem da empresa.

Quanto a garantia de condições seguras de trabalho, a gestão de impactos foi suporte para a tomada de algumas decisões a respeito de investimento em melhoria na unidade de beneficiamento e na frente de lavra. O principal resultado da empresa é atingir a marca de 545 dias, consecutivos, sem acidentes que resultassem em afastamento do colaborador de suas atividades normais.

## 5.4 Validação do modelo

O artefato foi submetido ao mesmo grupo de especialistas responsáveis pela validação do *framework* do conhecimento, apresentado no capítulo 3.

O processo teve início com a apresentação do Mapa Causal da Transcrição Sistêmica – Versão geral, visando nivelar o conhecimento sobre as relações de causa e efeito identificadas durante a pesquisa. Na sequência, foi apresentado o artefato, detalhando a evolução do seu processo de construção, estrutura e consolidação, para então ser apresentado a suas injeções no Mapa Causal. Os resultados de cada uma das avaliações estão apresentados na Tabela 10, abaixo:

Tabela 10: Validação do artefato por especialistas

| Tópicos  | Especialista     | Especialista     | Especialista     | Especialista     |
|--|------------------|------------------|------------------|------------------|
|  | 1                | 2                | 3                | 4                |
| Experiência (anos)   | 23               | 10               | 12               | 40               |
| Áreas  | E, S, G          | E, S             | S, G             | G                |
| Perguntas:   |                  |                  |                  |                  |
| 1) O projeto de pesquisa foi apresentado de forma clara e objetiva?                              | Sim              | Sim              | Sim              | Sim              |
| 2) Você se sente capaz de avaliar o artefato construído nessa pesquisa?                          | Sim              | Sim              | Sim              | Sim              |
| 3) Você teve acesso Mapa Causal da Transcrição sistêmica, Versão Geral?                          | Sim              | Sim              | Sim              | Sim              |
| 4) Na sua visão, o artefato é capaz de contribuir com melhoria para a mineração de carvão no RS? | Sim              | Sim              | Sim              | Sim              |
| 5) Quanto aos pontos onde os direcionadores foram inseridos, você julga adequado?                | Sim              | Sim              | Sim              | Sim              |
| 6) Como especialista da sua área de experiência, qual o seu grau de satisfação com o artefato?   | Muito satisfeito | Muito satisfeito | Muito satisfeito | Muito satisfeito |

Fonte: Elaborado pelo Autor

A aprovação do Artefato e dos locais de intervenção no caso estudado representa um marco significativo para a pesquisa, pois a ferramenta tem potencial para promover práticas sustentáveis e responsáveis que contribuam para alcançar alguns dos ODS/SDG e atender aos critérios de ESG. Além disso, o fato de ter sido desenvolvido a partir de um *framework* de conhecimento consistente assegura sua robustez como ferramenta eficaz para fortalecer a

governança e transparência empresarial, promovendo a confiança dos *stakeholders* e aumentando a probabilidade de obtenção da SLO.

Cabe ressaltar que a validação do Artefato, aliado a resultados práticos na mineração de carvão, contribui para o avanço do conhecimento das organizações, fornecendo evidências concretas para a adoção de práticas sustentáveis e responsáveis em outras mineradoras. Assim, os especialistas acreditam que o Artefato pode ser uma ferramenta valiosa para ajudar as empresas a contribuir de forma significativa para a sustentabilidade corporativa, bem como para atender aos critérios de ESG e alcançar os ODS/SDG também em outros segmentos.

## 5.5 Análise e discussão dos achados de pesquisa

Vencida a etapa de construção do artefato, o método de trabalho conduz para análises e discussões sobre os achados e pesquisa. Segundo Dresch (2013), essa etapa se faz importante uma vez que a pesquisa compreenderá os limites do artefato e suas condições de aplicação, traçando as relações do artefato desenvolvido com o ambiente externo.

Durante a elaboração desta tese, uma série de descobertas de pesquisa emergiram, enriquecendo a construção do artefato. Essas descobertas proporcionaram uma compreensão mais clara da diversidade, de perspectivas de cada um dos atores, diante da complexidade dos cenários analisados. Assim, a partir das afirmações de Eker et al. (2018), os modelos não devem se resumir apenas pela busca da exatidão de sua representação, mas também por suas contribuições ao processo de construção do conhecimento.

A mineração de carvão, no Estado do Rio Grande do Sul, é o recorte principal desta tese, na qual foi feita não apenas uma pesquisa exploratória sobre a distribuição geográfica desse recurso, chamada de rigidez locacional, mas também sobre sua influência e importância histórica no desenvolvimento das comunidades anfitriãs. Para abordar essa complexidade, adota-se o pensamento sistêmico, que considera o carvão mineral como parte de um sistema maior, interligado com questões relevantes de sustentabilidade, ao mesmo tempo que destaca a interconexão entre a Licença Social para Operar (SLO), os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS/SDG), indicadores de ESG e princípios de governança e gestão.

### 5.5.1 A conexão da Tese e seu objetivo geral

A estratégia de trabalho construída se mostrou robusta e satisfatória, ao empregar uma abordagem qualitativa e a modelagem sistêmica, conectando os objetivos propostos desde o



início. A análise histórica e geográfica da mineração de carvão, no estado do Rio Grande do Sul, estabelece o cenário necessário para compreender a importância desta atividade ao longo do tempo, ao mesmo tempo que permitiu identificar lacunas e desafios em relação à sustentabilidade. Por sua vez, a utilização do pensamento sistêmico, apresentado na sessão 2.1, se alinha com o objetivo de entender o carvão como parte integrante do sistema de desenvolvimento econômico, considerando suas interações com o ambiente, a sociedade e a economia. Este fato reforça a afirmação de Senge (2002), em que causa e efeito podem estar separados no tempo e no espaço.

A modelagem sistêmica foi utilizada para compreender as complexas interações de causa-efeito-causa, entre os diferentes *stakeholders*, permitindo identificar os principais pontos críticos de interações, que ao serem alavancados, teriam impacto significativos.

Os direcionadores alavancadores identificados na pesquisa constituem a ponte entre os achados de pesquisa e os objetivos. Esses direcionadores são princípios, políticas ou estratégias que orientam as ações das diversas áreas envolvidas diretamente nos processos e operações da mineração de carvão, visando a promoção da sustentabilidade. Esses direcionadores foram moldados para abordar os desafios específicos identificados na análise. Na relação entre a empresa mineradora, as comunidades locais, estão apoiados pela Licença Social para Operar (SLO), pois ela está diretamente ligada ao objetivo de promover um equilíbrio entre atividades industriais e bem-estar comunitário. A abordagem dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS/SDG) e dos princípios de governança reforça e apoia os Direcionadores de conexão entre sustentabilidade e o desenvolvimento organizacional responsável.

Os resultados práticos mencionados apresentados, como o uso eficiente de recursos, a recuperação de áreas degradadas, a responsabilidade social e a segurança no trabalho, mostram de que forma as estratégias delineadas nesta tese podem contribuir para a realização dos objetivos. Assim, a pesquisa não apenas explora teoricamente a sustentabilidade na mineração de carvão, mas também destaca como essas teorias podem ser transformadas em estratégias norteadoras, práticas e tangíveis, resultando em benefícios mútuos para todos os *stakeholders*.

### 5.5.2 A conexão da Tese e seus objetivos específicos

A conexão da tese com seus objetivos específicos foi atingida por meio da construção integrada de pesquisa, análises intermediárias, aplicação de conceitos teóricos e proposição de estratégias práticas. A pesquisa não apenas explorou as teorias da sustentabilidade na indústria de mineração de carvão, mas também forneceu um caminho claro de como essas teorias podem

ser traduzidas em ações concretas para promover um desenvolvimento responsável e sustentável.

O primeiro objetivo específico ao qual essa tese se propôs atender foi de “Construir uma estrutura sistêmica representativa e que demonstre as interações e relações entre os diferentes *stakeholders* envolvidos no objeto de pesquisa, considerando os aspectos ambientais, sociais e econômicos”. Para alcançar esse objetivo, foram coletados dados detalhados sobre os diversos *stakeholders* da mineração de carvão em Candiota/RS. Isso incluiu informações sobre as operações da empresa foco, as preocupações externadas pela comunidade local, através do grupo focal de trabalho, os aspectos ambientais impactados e as regulamentações governamentais, os quais foram objeto do processo de licenciamento ambiental do empreendimento.

Com base nesses dados, foi criada uma estrutura sistêmica que mapeou as interações e relações entre os diferentes elementos. A estrutura visual permitiu uma compreensão holística do sistema e destacou os pontos onde as ações poderiam ser aprimoradas para promover a sustentabilidade, com enfoque nas relações complexas entre desenvolvimento local, Licença Social para Operar (SLO), Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS/SDG) e governança.

O segundo objetivo foi “Identificar os pontos de alavancagem dentro da estrutura sistêmica, com maior potencial de promoção da sustentabilidade na atividade de mineração de carvão”. Através da análise da estrutura sistêmica e dos dados coletados, a pesquisa identificou os pontos de alavancagem, ou seja, os locais onde intervenções estratégicas teriam o maior potencial para impulsionar a sustentabilidade.

Esses pontos de alavancagem podem incluir áreas como a implementação de tecnologias, melhorias de processos, o fortalecimento da participação e/ou comunicação para comunidade na tomada de decisões, bem como criação de programas socioambientais que possam melhorar a eficiência de recursos, recuperação de áreas degradadas, responsabilidade social corporativa e condições de trabalho seguras, incentivando o desenvolvimento econômicos para práticas sustentáveis.

O último objetivo específico foi “Formular um conjunto de recomendações e instruções específicas, baseadas nos pontos de alavancagem identificados, para orientar a tomada de decisões e a consolidação de práticas sustentáveis dentro do objeto de pesquisa”. Com base na identificação dos pontos de alavancagem e na compreensão das interações sistêmicas, foram formuladas recomendações práticas e instruções específicas. Essas recomendações abrangem desde orientações para empresas sobre melhores práticas de

mineração até sugestões para políticas governamentais que incentivem a sustentabilidade. Cada recomendação foi adaptada para abordar os desafios e oportunidades identificados na pesquisa.

Em resumo, a partir das análises feitas os objetivos se mostram atingidos por meio de uma abordagem metodológica que incluiu análise qualitativa, modelagem sistêmica e aplicação direcionada dos resultados da pesquisa. Cada objetivo contribuiu para uma compreensão mais profunda das complexas relações na mineração de carvão em Candiota/RS e para o desenvolvimento de estratégias concretas de governança que promovam a sustentabilidade.

### 5.5.3 A conexão da Tese e questão de pesquisa

A Tese se propôs a responder “Quais são os direcionadores de governança eficazes e integrados para promover a sustentabilidade do negócio na indústria de mineração de carvão, considerando os princípios do desenvolvimento sustentável e abordagem sistêmica?”. Para isso a Tese buscou compreender a sustentabilidade na mineração de carvão no Estado do Rio Grande do Sul e identificar formas concretas de promover o desenvolvimento responsável nesse setor. Para atingir esse objetivo, a pesquisa empregou uma abordagem qualitativa e a modelagem sistêmica, permitindo uma análise ampla e integrada das complexas interações entre os diferentes elementos envolvidos na atividade de mineração de carvão.

Apoiada no atendimento dos seus objetivos, já descritos nas duas sessões anteriores, as análises realizadas forneceram *insights* valiosos para orientar o atendimento das lacunas e desafios em relação à sustentabilidade, os quais se apresentavam como pontos críticos de interações, sendo posteriormente transformados em direcionadores alavancadores, que, quando explorados, poderiam resultar em impactos significativos na promoção da sustentabilidade.

Em resumo, a questão de pesquisa foi atendida. A pesquisa não apenas explorou as teorias da sustentabilidade na mineração de carvão, mas forneceu para a comunidade e demais *stakeholders* oportunidades ímpares para refletir sobre o que esperar da indústria. Por sua vez, **a empresa estudada traduziu esses *insights* em estratégias tangíveis e direcionadas**. Por tudo isso, é possível afirmar que os resultados da pesquisa não apenas destacaram os desafios e lacunas na busca pela sustentabilidade, mas também forneceram soluções práticas e orientações para promover um equilíbrio entre as atividades industriais e o bem-estar comunitário, dentro de um contexto de desenvolvimento responsável e sustentável.

## 5.6 Explicações das aprendizagens

A pesquisa teve como objetivo compreender a realidade das relações entre as partes interessadas, dentro do contexto da mineração de carvão no estado do Rio Grande do Sul, identificando suas necessidades, expectativas e pontos de vista. A utilização da DSR se mostrou uma ferramenta poderosa para condução da pesquisa, uma vez que organizou sistematicamente os passos necessários deste trabalho. Já a aplicação do pensamento sistêmico, através do processo de transcrição sistêmica, contribuiu para a sintetização do conhecimento existente sobre o tema.

Ao longo do processo de coleta de dados, um dos principais desafios enfrentados foi a conquista da confiança dos representantes da comunidade. Para supera-lo, foi necessário garantir a transparência das relações e estabelecer objetivos claros desde o início da pesquisa. Em alguns momentos, houve questionamentos sobre o propósito da pesquisa, o que exigiu um recuo e alinhamento das expectativas. Logo, o grau de maturidade das relações se mostra inversamente proporcional a necessidade de tempo para a condução da pesquisa. Importante observar que o processo de coleta de dados, despertou na comunidade local a expectativa de atendimento as suas necessidades. Assim, a pesquisa precisa estar preparada para lidar com esse momento. No caso estudado, a empresa fez uso deste momento para deixar claro o limite de sua responsabilidade, atendendo as demandas que eram imediatas e criou um cronograma de atendimento, para as ações futuras. A medida que esse planejamento foi sendo atendido a confiança e a proximidade entre pesquisa, comunidade e empresa foi aumentando.

Quanto a análise dos dados, a ferramenta de transcrição sistêmica contribui significativamente, para encontrar possíveis verdades que se repetem e assim contribuir com *insights* para a compreensão das relações entre as partes.

Ao longo do processo de pesquisa, foram identificados alguns postos-chaves que contribuíram para uma melhor compreensão das relações entre as partes interessadas no contexto da mineração de carvão no estado do Rio Grande do Sul. Primeiramente, percebeu-se que a complexidade dos cenários pode ser avaliada através da simplicidade das relações. Isso se deve ao fato de que causas e efeitos muitas vezes estão escondidos em pré-conceitos fundamentados na história de cada um. Compreender essas histórias é compreender a evolução das relações, bem como as expectativas de cada uma das partes.

Outro ponto importante observado foi que existem verdades que se repetem nos diversos discursos. Encontrar esses elos é uma maneira de conectar as relações e entender as necessidades e expectativas de todas as partes envolvidas. Por fim, ficou evidente que a

confiança entre as partes, independentemente de seus níveis sociais, hierárquicos ou de poder, é a base de uma coleta de dados transparente e eficiente.

A partir desses aprendizados, sustentados pelo *framework* do conhecimento foi possível conduzir a pesquisa de maneira mais assertiva e chegar a resultados que contribuem significativamente para a compreensão das relações entre as partes interessadas em contextos similares, resultando na construção do artefato.

Com base nas reflexões a partir das lições aprendidas ao longo desta pesquisa e da análise dos resultados apresentados, torna-se possível construir as conclusões que levam ao entendimento e aprofundamento do problema identificado.

## 6. CONCLUSÕES

Ao escrever sobre a sustentabilidade e a construção de um futuro comum a todos, Brundtland (1987) fez sua análise a partir de uma população de aproximadamente 5 bilhões de pessoas, a qual descreve a encruzilhada que a humanidade se encontrava. De um lado a sua capacidade de mudança, mas de outro os desafios que os cenários apresentavam para o futuro, reforçando que as tendências de consumo de recursos naturais e seus impactos ao meio ambiente não são sustentáveis no tempo e no espaço. Dois anos se passaram e o autor, agora em 1989, lança novos alertas a respeito do assunto, reforçando que o planeta segue muito desigual e as conquistas estão longe de justificar a falta de ação das nações. O fato é que esse mundo mesmo limitado em disponibilidade de recursos, terá que ser capaz de fornecer atender às necessidades de uma população mundial, a qual possui grande probabilidade de dobrar de tamanho neste século (BRUNDTLAND, 1989).

Por certo o consumo de energia possui relação direta com o tamanho da população, mas não de forma diretamente proporcional, uma vez que o crescimento per capita também aumenta, levando a uma relação exponencial entre essas variáveis (LIOR, 2010). Nesta linha, sendo o carvão uma das principais fontes de energia mundiais (IEA, 2019), ao mesmo tempo que é reconhecido como uma fonte de maior potencial de contribuição ao efeito estufa e impactos ambientais (QUI et al., 2019; SI et al., 2010), se faz cada vez mais necessário a análise quanto a sustentabilidade desta indústria. Assim, apesar de não haver unanimidade se a mineração de carvão é uma indústria sustentável, por envolver o esgotamento de recursos, reabilitação do local da mina, poluição do ar e da água e segurança, não são poucos os estudos que buscam apontar soluções, mesmo que pontuais, para esse dilema (GIURCO et al., 2014; MONTEIRO et al., 2019; BROUILLAT, OLTRA, 2012; IIED; WBCSD, 2019; SHI, 2013).

Se por um lado há uma série de questões negativas, por outro, também existem vários impactos positivos que nascem a partir da mineração de carvão, fazendo com que algumas localidades hospedeiras da mineração tenham se beneficiado da expansão da indústria do carvão, franqueando assim o apoio das comunidades quanto a suas operações (FRANKS et al., 2010). Ainda segundo o autor, diferentes localizações podem experimentar diferentes impactos, ou externalidades, dependendo do contexto, da localização no tempo e no espaço, ou até podem experimentar os mesmos impactos de maneira diferentes, logo, a aceitação social para a exploração de recursos minerais só poderá ser alcançada se a comunidade estiver convencida de que seus valores serão respeitados, o impacto ambiental minimizado, e as vantagens

econômicas serão refletidas em empregos e melhoria de infraestrutura no entorno (WELLMER et al., 2016).

A partir dos estudos que formam o referencial teórico algumas conclusões intermediárias que podem ser feitas neste momento, para a consolidação do cenário onde a pesquisa está inserida. Primeiro que as reservas de carvão no Brasil são pequenas, com apenas 0,04% das reservas mundiais provadas, contra Estados Unidos (29%), Rússia (18%) e China (13%), os quais juntos concentram aproximadamente 60% do volume total (IEA, 2019). Sendo ele um combustível fóssil abundante e de custo competitivo, na matriz energética mundial representa 28% da fonte, ficando atrás do petróleo responsável por 31%, fazendo do carvão um dos principais pilares do desenvolvimento econômico de cada nação. Esse fato também teve seus reflexos no Brasil, relatados na linha do tempo da mineração de carvão, onde as guerras e crises mundiais levaram os governos a promoverem, ou em alguns momentos cederem a pressões externas e promoverem menos, a indústria carbonífera nacional (WITKOWSKI, 2019; OLIVEIRA, 2018; SENA, 2014; GOLASZ, 2013).

Em segundo lugar, mas também nesta linha, o Brasil possui uma grande disponibilidade de opções de fontes de energia, fazendo da matriz energética brasileira exemplo de meta sustentável para os países desenvolvidos, pois o carvão ocupa uma média histórica de 1,2% (EPE, 2018). Complementarmente, é preciso avaliar que o carvão nacional é de baixo poder calorífico e está localizado no extremo sul do Brasil, ou seja, longe dos grandes polos industriais. A combinação destes fatores limita, economicamente, a exploração comercial em larga escala, restando apenas sua utilização para geração térmica (DNPM, 2001 e 2015; ANM, 2015), o que coloca a indústria da mineração de carvão fora do protagonismo da economia nacional.

Finalmente, as sucessivas discussões históricas, refletidas em algumas tentativas de pactos mundiais, não se mostram conclusivas de fato. Isso porque as Conferências das Nações não conseguiram ter a adesão e, muito menos efeito prático, quanto a capacidade mundial de abandonar o carvão de suas matrizes de energia, fazendo dos ODS, por hora, um remédio para o sintoma, mas incapaz de tratar a chaga global do aquecimento.

Os diversos relatos encontrados ao longo do referencial teórico apontam para a mesma direção, na qual a mineração é uma atividade de impacto ambiental. Logo, a mineração de carvão não é diferente de outras tantas minerações existentes no planeta, podendo ser um pouco mais, ou um pouco menos, dependendo de quão próxima ela está do extrativismo irresponsável.

Assim, esta pesquisa teve por objetivo a criação de direcionadores de governança que fossem capazes de impulsionar a sustentabilidade da mineração de carvão do Estado do Rio

Grande do Sul. Para tanto foi realizada a análise da mineração de carvão a partir de quatro abordagens, Objetivo do desenvolvimento sustentável (ODS/SDG), Licença Social de Operar (SLO), Governança e sustentabilidade, por fim, indicadores de ESG, sendo conduzida pelo Pensamento Sistêmico.

O Pensamento sistêmico foi utilizado, ao mesmo tempo, como método de análise e ferramenta. Como método orientou o mapeamento dos *stakeholders*, estrutura de coleta e análise de dados. Como ferramenta, permitiu a classificação das diversas variáveis identificadas ao longo dos encontros com os *stakeholders*, estabelecendo as relações existentes entre elas, bem como seus comportamentos e enlaces de *feedback*.

A Licença Social de Operar (SLO) foi fundamental para compreender como se desenvolvem as relações entre a empresa e a comunidade diretamente impactada pela mineração, suas expectativas e medos ao receber um empreendimento com esse objetivo. Já a análise dos Objetivos do desenvolvimento sustentável (ODS/SDG), se mostrou um caminho orientador na identificação dos potenciais de contribuição da empresa para com a sociedade, tanto do entrono como geral, na busca do seu crescimento. Nesta linha, a governança e a sustentabilidade, alicerçaram o conhecimento necessário para as definições dos meios utilizados para a implantação de melhorias do sistema. Os indicadores de ESG contribuíram para formação de uma métrica robusta e eficiente de medição de resultados, impactos e externalidades.

Esse conjunto de abordagens, combinados dentro das circunstâncias analisadas, mostram de forma mais clara que a mineração de carvão pode sim ser sustentável, se forem adotadas medidas para reduzir esses impactos e promover práticas responsáveis de gestão ambiental, social e econômica (LIU et al., 2014; BECKMANN et al., 2014; SKARE, HASIC, 2016).

A construção, aplicação no mapa causal e avaliação dos potenciais reflexos do artefato permitem concluir que o objetivo desta pesquisa foi concluído com sucesso, pois a combinação da sustentabilidade e governança, com mineração de carvão, Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS/SDG) e critérios ESG (Ambientais, Sociais e de Governança) conduzem a implantação de direcionadores que levam a:

**1. Uso eficiente de recursos:** Uma operação de mineração de carvão, alicerçada nos princípios de sustentabilidade de ODS/SDG, buscará maximização da extração de carvão a partir de uma única área, minimizando a necessidade de impactar novas áreas, portanto, reduzindo a pegada ecológica associado à mineração. Além disso, o uso de tecnologias mais



avançadas, tanto na mineração, como no beneficiamento, pode permitir a extração de carvão com maior eficiência energética, reduzindo o consumo de energia, bem como a utilização de recursos hídricos para o processo de beneficiamento.

**2. Reabilitação de áreas impactadas:** A empresa de mineração de carvão que adota prática modernas de manejo de solo, agregam ao seu processo de mineração as tarefas de recuperação de áreas afetadas pela mineração. Essas tarefas incluem a reconstituição da vegetação, a estabilização do solo, refletida na sua capacidade de voltar a servir aos fins para os era utilizada antes da chegada da mineração.

**3. Responsabilidade Social:** Agir como agente transformador e promotor do desenvolvimento da sociedade, mantendo claros limites de suas ações, é a forma pela qual a mineração tem de contribuir para o atingimento dos ODS/SDG. Esses podem vir através de ações sociais, ou então através do compartilhamento de melhoria de infraestrutura realizadas no município, as quais se perpetuarão na localidade mesmo após o possível fechamento da mineração. Ainda cabe neste item, a transferência de conhecimento para novos fornecedores, os quais também contribuirão para o desenvolvimento socioeconômico do município.

**4. Normas de comportamento:** A mineração de carvão também pode ser realizada através de processos internos rigorosos, tanto para o monitoramento ambiental, que visem a proteção do meio ambiente, como de segurança do trabalho, na busca de um ambiente que promova a vida e a saúde humana.

Em resumo, a mineração de carvão não pode ser considerada uma indústria totalmente sustentável, mas pode ser realizada de maneira mais sustentável se for desenvolvida a partir de práticas eficientes e responsáveis. Essas medidas podem ser consideradas como uma forma de responsabilidade social corporativa, capaz de melhorar a relação da empresa com a comunidade e os *stakeholders*, ao mesmo tempo que melhorar sua imagem, reduzindo conflitos locais e, conseqüentemente, obtendo a SLO.

A comprovação de que mineração de carvão, quando adotada práticas sustentáveis e responsáveis, é positiva para a sociedade, *stakeholders* e a própria mineradora está presente nos discursos ouvidos pelo pesquisador, os quais se resumem, mas não se limitam, a:

- Impacto positivo na comunidade local: a região onde está inserida a mineração estudada possui grande área de território. A região sul do estado do Rio Grande do Sul possui aproximadamente 90.000 km<sup>2</sup>, os quais se comparados a países europeus, seria equivalente ao tamanho de Portugal, duas vezes a Dinamarca ou Suíça, três vezes da Bélgica, ou então, no extremo, trinta vezes o tamanho de Luxemburgo. Aliado a isso, as distâncias dos polos economicamente desenvolvidos são significativas, sendo quase 400 km da Capital Porto

Alegre, ou mais de 500 km do polo metalmecânico da serra gaúcha, fazendo da agricultura e pecuária as principais economias que ocupam estas áreas, contudo, as quais demandam baixo número de empregados. Essa análise encontra eco nos relatos ao apontarem a mineração de carvão como uma importante fonte empregadora. Aliado ao fato de serem operações de longo prazo, a mineração contribui tanto para o desenvolvimento social, como para a formação profissional, dada a manutenção de oferta de emprego perene, refletindo na melhoria de qualidade de vida da comunidade. De outro lado, os relatos apontam para o risco de manter a economia da localidade refém desta indústria, é preciso fomentar formas de desenvolvimento em outras áreas.

- Redução de impactos e riscos: os monitoramentos aos quais a mineração de carvão está exposta demonstra que seus impactos e potenciais riscos são conhecidos e mitigáveis. Assim, essa discussão parece se resumir quanto aos usos do minério na indústria de termoeletricidade. Ao mesmo tempo que se mostra um limitador, também impulsiona a indústria da mineração de carvão a buscar usos mais nobres e sustentáveis, como sua gaseificação, que resulta tanto em gás natural, que pode ser usado para geração de energia, ou então de insumos básicos para fertilizantes.

- Confiança de investidores e *stakeholders*: As entrevistas também mostraram haver um bom nível de confiança de uma parcela de investidores, seja de forma direta na mineração, ou indireta através de fornecedores. Ao mesmo tempo, esse sentimento se faz presente em todos os *stakeholders* ouvidos, os quais relatam simpatia ao pertencerem a cadeia da mineração de carvão analisada, dado a consistência de seus resultados.

- Contribuição para o alcance dos ODS e critérios ESG: Os relatos, de forma direta ou indireta, apontam para a contribuição de atingimento de vários ODS, tais como o ODS 7 - Energia limpa e acessível, no entanto, é importante que a mineração de carvão seja realizada de maneira sustentável e responsável; o ODS 8 - Trabalho decente e crescimento econômico; através do ODS 9 - Indústria, inovação e infraestrutura, contribui para o desenvolvimento de uma região; pelo ODS 12 - Consumo e produção responsáveis, pode contribuir para a produção de bens e serviços essenciais; e o ODS 13 - Ação contra a mudança global do clima, ao adotar tecnologias mais limpas e eficientes. Quanto aos critérios de ESG, eles estão intrínsecos aos ODS.

A principal limitação da pesquisa está centralizada no fato de ser uma fotografia do momento vivido pelas partes. Ter o acompanhamento deste cenário ao longo dos próximos anos, mensurando os impactos da presença dos direcionadores ao longo tempo, poderiam dar maior robustez de análise. Outro fator limitador, foi não contar com uma pesquisa de opinião

no momento zero do projeto de mineração, ou seja, antes da implantação da mineração junto à comunidade, realizar um grande quadro da realidade encontrada, para conseguir medir onde, de fato, a operação contribuiu. Apesar do escopo ~~estar~~ de avaliação ser definido como a comunidade do entorno da mineração, ouvir a comunidade de centros mais distantes poderia trazer análises complementares a pesquisa, uma vez que as externalidades podem estar distantes no espaço.

Apesar de suas limitações, a pesquisa atende aos seus objetivos ao analisar o cenário no qual a mineração de carvão está inserida, no âmbito da cidade de Candiota/RS, ao mesmo tempo que construiu um *framework* do conhecimento que se mostrou robusto suficiente para suportar as análises ao longo da pesquisa, realizadas através do mapa causal das percepções dos *stakeholders*, o qual foi fundamental para a construção do artefato e definição dos possíveis pontos de alavancagem. Já o processo de validação do artefato, foi concluído através da análise de especialistas, contribuindo para o rigor e eliminação do risco de viés da pesquisa.

Para estudos futuros, é proposto que a pesquisa aborde questões pertinentes a transição energética justa, que no momento atual se mostra com grandes potenciais de impactar a realidade das localidades que hospedam a mineração de carvão. Assim, analisar os impactos no espaço, mas principalmente no tempo, pode contribuir para mensurar os possíveis impactos na economia, políticas públicas e regimes de aposentadoria, permite a comparação com os benefícios resultante de tal prática, o que pode apoiar a decisão de estado, de como o país pode contribuir de forma efetiva a solução do aquecimento global.

Com isso, a conclusão final desta pesquisa pode ser resumida ao reescrever a frase com que foi iniciada essa tese, pois fica claro que “Sem direcionadores de governança sustentável, o que a trouxe até aqui não será o que a levará adiante” (Marshall Goldsmith, 2007 e Nelson Kadel Jr, 2023).

## REFERÊNCIAS

- ACKOFF, R.L., The Social Responsibility of Operational Research. **Operational Research Quarterly**, Vol. 25 No.3, 1974.
- SMITH, Adam. 1766. Lectures on Jurisprudence, edited by **RL Meek**, DD Raphael and PG Stein. 1982.
- ADAMS, D.; Efficiency upgrades and partial carbon capture for coal-fired power plants, **IEA Clean Coal Centre Report CCC/150** ISBN 978-92-9029-470-2. 2017.
- AGUINIS, H.; Glavas, A., What We Know and Don't Know About Corporate Social Responsibility: A Review and Research Agenda. **Journal of Management**, Vol. 38 No. 4, 932-968, 2012.
- ALVES, L. E. S. Governança e cidadania empresarial. **Revista de Administração de Empresas**, São Paulo, v.41, n.4, p.78-76, out/dez. 2001.
- ANDRADE, A., O Desenvolvimento Organizacional através do Pensamento Sistêmico: O Caso da TRENURB. Relatório Técnico. Porto Alegre, Progr. Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Univ. Federal do Rio Grande do Sul e TRENURB - Empresa de Trens Urbanos de Porto Alegre S.A., Janeiro de 1998.
- ADIANSYAH, Joni Safaat et al. Life cycle cost estimation and environmental valuation of coal mine tailings management. **Journal of Sustainable Mining**, v. 16, n. 3, p. 114-125, 2017.
- ANDREWS-SPEED, Philip et al. The regulation of China's township and village coal mines: a study of complexity and ineffectiveness. **Journal of cleaner production**, v. 11, n. 2, p. 185-196, 2003.
- ANM, Agencia Nacional de Mineração. Carvão Mineral, Sumário 2014. Disponível em: <http://www.anm.gov.br/dnpm/sumarios/carvao-mineral-sumario-mineral-2014/view>. Acesso em 01.08.2019.
- APPEA - Australian Petroleum Production and Exploration Association, Co-existence. Disponível em: <https://www.appea.com.au/industry/policy/co-existence>. Acesso em: 05/08/2020.
- ARAS, Guler; KUTLU FURTUNA, Ozlem; HACIOGLU KAZAK, Evrim. The nexus between stakeholders' materiality and sustainable development goals: evidence from higher education institutions. **International Journal of Sustainability in Higher Education**, v. 23, n. 1, p. 114-134, 2021.
- ARIFEEN, Hossain Mohammad et al. Determine the land-use land-cover changes, urban expansion and their driving factors for sustainable development in Gazipur Bangladesh. **Atmosphere**, v. 12, n. 10, p. 1353, 2021.

ARRUDA, G.S.; Madruga, S.R.; Freitas Junior, N.I., Governança corporativa e a teoria da agência em consonância com a controladoria. **Rev. Adm. UFSM, Santa Maria**, v. I, n. 1, p. 71-84, jan./abr. 2008.

AZAPAGIC, Adisa. Developing a framework for sustainable development indicators for the mining and minerals industry. **Journal of cleaner production**, v. 12, n. 6, p. 639-662, 2004.

AZCUE, J.M.; Environmental Impacts of Mining Activities: Emphasis on Mitigation and Remedial Measures. **Springer Science & Business Media**. 2012.

AZEVEDO, D. Revisão de Literatura, Referencial Teórico, Fundamentação Teórica e Framework Conceitual em Pesquisa – diferenças e propósitos. Working paper, 2016. Disponível em: < <https://unisinis.academia.edu/DeboraAzevedo/Papers>>.

AZEVEDO, D.; et al.; Introdução ao pensamento sistêmico e desenvolvimento humano . **Editora Unisinis**, 2015.

BARRETT, D.; MORAN, C.; COTE, C., A Method for Estimating the Potential Trading of Worked Water among Multiple Mines, **Mine Water Environ**, 29:92–98, 2010.

BEAVON, C. The South African coal mining industry as a driver of green growth and a low carbon economy? A study on Sustainable Development Goals 7 & 13. 2019.

BECKMANN, Markus; HIELSCHER, Stefan; PIES, Ingo. Participation Versus Consent: Saving Democracy from Stakeholder Democrats. In: Academy of Management Proceedings. Briarcliff Manor, NY 10510: **Academy of Management**. p. 11849.2012.

BECKMANN,M., Hielscher, S., Pies, I., Commitment Strategies for Sustainability: How Business Firms Can Transform Trade-Offs Into Win–Win Outcomes. **Business Strategy and the Environment**, Bus. Strat. Env. 23, 18–37, 2014.

BELEI, R. A.; GIMENIZ-PASCHOAL, S. R.; NASCIMENTO, E. N.; MATSUMOTO, P. H. V. R. O uso de entrevista , observação e videogravação em pesquisa qualitativa. Caderno de Educação | **FaE/PPGE/UFPel**, v. 30, n. Janeiro/Junho, p. 187–199, 2008.

BENHAM, C., F., Understanding local community attitudes toward industrial development in the Great Barrier Reef region World Heritage Area: are environmental impacts perceived to overshadow economic benefits?, **Natural Resources Forum** 41, 42–54, 2017.

BERTALANFFY, L.V. The histpry and status of general systems Theory. **Academy of management Jornal**, 1986.

BETZ, M.R.; PARTRIDGE, M.D.; FARREN, M.; LOBAO, L., Coal mining, economic development, and the natural resources curse. **Energy Economics**, 50, 105–116. 2015.

BEYEA, S., NICOLL, L.H., Methods to conduct focus group and the moderator's rule. Association Of Operating Room Nurses Journal, Denver, v.71, n.5, p.1067-1068. 2000.

BLACK, L. J., When visuals are boundary objects in system dynamics work, **System Dynamics Review** vol 29, No 2 (April-June 2013): 70–86.

**BLOOMBERG**, global coal countdown dashboard, 12 de fev. de 2021. Disponível em: < <https://bloombergcoalcountdown.com/> >. Acesso em: 12 de fev. de 2021.

BOERNER, H. Sustainability and ESG reporting frameworks: Issuers have GAAP and IFRS for reporting financials—What about reporting for intangibles and non-financials? **Corporate Finance Review**, 15, 34–37. 2011.

BONNETT, M. In *International Encyclopedia of Education (Third Edition)*, 2010 Boutilier R.G., Black L., Thomson I. ; Melbourne From metaphor to management tool: how the social licence to operate can stabilise the socio-political environment for business. In: Australian Institute of Mining and Minerals, editor. **International Mine Management** 2012.

BOUTILIER, R.G., Frequently asked questions about the social licence to operate. **Impact Assess. Project Appraisal** 32, 263–272. 2014.

BOUTILIER, Robert G.; THOMSON, Ian. Modelling and measuring the social licence to operate: fruits of a dialogue between theory and practice. **Social Licence**, v. 1, p. 1-10, 2011.

BROLAN, C.E., Lee, S., Kim, D., Hill, P.S., 2014. Back to the future: what would the post-2015 global development goals look like if we replicated methods used to construct the Millennium Development Goals? **Glob. Health** 10, 19. 2014.

BROUILLAT, E.; OLTRA, V. Extended producer responsibility instruments and innovation in eco-design: an exploration through a simulation model. *Ecol. Econ.* 83 (83), 236e245. 2012.

BRUNDTLAND, G.H., What is Sustainable Development. *Our Common Future*, pp. 8e9. 1987.

BUCHANAN, J. M. ; STUBBLEBINE, W. C., *Classic Papers in Natural Resource Economics: An Overview. Classic Papers in Natural Resource Economics - Externality*. P148, 2000.

CAIADO, R.G.G; LEAL FILHO, W.; QUELHAS, O.L.G.; NASCIMENTO, D. L. M.; AVILA, L. V., A literature-based review on potentials and constraints in the implementation of the sustainable development goals. **Journal of Cleaner Production**, 198, 1276e1288, 2018.

CAMPBELL M., NEL V., MPHAMBUKELI T. A thriving coal mining city in crisis? The governance and spatial planning challenges at Witbank, South Africa. **Land Use Policy**. Volume 62, Pages 223-231. 2017.

CAPLAN, S. Using focus group methodology for ergonomic design. **Ergonomics**, v. 33, n. 5, p. 527-33, 1990

CAPRA, F., Criteria of systems thinking, **Futures**, Volume 17, Issue 5, Pages 475-478, ISSN 0016-3287, 1985.

CAPRA, F., Complexity and Life, *Systems Research and Behavioral Science*, **Syst. Res.** 24, 475-479, 2007.

CAPRA, F. A teia da vida. São Paulo: Cultrix, 1996. 256 p.

CAPRA, F.; JAKOBSEN, O.D., A conceptual framework for ecological economics based on systemic principles of life, **International Journal of Social Economics**, Vol. 44 No. 6, 2017, DOI 10.1108/IJSE-05-2016-0136.

CASTLEDEN, William M. et al. The mining and burning of coal: effects on health and the environment. **The Medical Journal of Australia**, v. 195, n. 6, p. 333-335, 2011.

CHECKLAND, P., Four Conditions for Serious Systems Thinking and Action, *Systems Research and Behavioral Science*, **Syst. Res.** 29, 465–469, 2012.

CHERRY, T.L.; KALLBEKKEN, S.; KROLL, S. The acceptability of efficiency-enhancing environmental taxes, subsidies and regulation: an experimental investigation. **Environ. Sci. Policy** 16, 90e96. 2012.

CHESHIRE, Lynda. A corporate responsibility? The constitution of fly-in, fly-out mining companies as governance partners in remote, mine-affected localities. **Journal of rural studies**, v. 26, n. 1, p. 12-20, 2010.

CHU, Thi Khanh Ly et al. State Governance of Coal Mining Industry towards Sustainable Development in Vietnam. **Inżynieria Mineralna**, n. 2, 2021.

COGLIANESE, J., GERARDEN, T.D., STOCK, J.H., The Effects of Fuel Prices, Environmental Regulations, and Other Factors on U.S. Coal Production, 2008–2016, **The Energy Journal**, Vol. 41, No. 1, 2020. doi.org/10.5547/01956574.41.1.jcog

COLE, M.J.; BROADHURST, J.L., Mapping and classification of mining host communities: A case study of South Africa. *The Extractive Industries and Society*, 7, 954-964, 2020  
Connor, L.H., Energy futures, state planning policies and coal mine contests in rural new south wales. **Energy Policy** 99, 233e241. 2016.

CONTI, T. Quality thinking and systems thinking. **The TQM Magazine**. v. 18, 2006.

CURRAN, Michael; SPILLANE, John. Urban development and construction project management issues considering external stakeholders. In: **COBRA** 2016.

CURRAN, G.. Social licence, corporate social responsibility and coal seam gas: framing the new political dynamics of contestation. **Energy Policy**, v. 101, p. 427-435, 2017.

DA SILVA, M. G., et al. Impact of greenhouse gases on surface coal mining in Brazil. **Journal of cleaner production**, v. 193, p. 206-216, 2018.

DAI, J.; WHITTY, K., Effects of coal ash on CuO as an oxygen carrier for chemical looping with oxygen uncoupling. **Energy & Fuels**, v. 32, n. 11, p. 11656-11665, 2018.

DALBERIO, O., *Metologia científica: Desafios e caminhos*. São Paulo: Paulus, 2009.

de Silva Lokuwaduge, C. S.; de Silva, K., Emerging Corporate Disclosure of Environmental Social and Governance (ESG) Risks: An Australian Study, Australasian Accounting, **Business and Finance Journal**, 14 (2), 2020.

DE VALCK, Jeremy, WILLIAMS, Galina, KUIK, Swee. Does coal mining benefit local communities in the long run? A sustainability perspective on regional Queensland, Australia. **Resources Policy**, v. 71, p. 102009, 2021.

DEMUIJNCK, Geert; FASTERLING, Björn. The social license to operate. **Journal of business ethics**, v. 136, p. 675-685, 2016.

DEVINE-WRIGHT, P., Rethinking NIMBYISM: The role of place attachment and place identity in explaining place-protective action, **Journal of Community & Applied Social Psychology**, 19(6): 426-441. 2009.

DICKEN, P., The roepke lecture in economic geography global-Local tensions: firms and states in the global space-economy. **Econ. Geogr.** 70, 101. 1994.

DNPM [Departamento Nacional de Produção Mineral] Sumário Mineral 2014. Disponível em: [www.dnpm.gov.br/dnpm/sumarios/sumario-mineral](http://www.dnpm.gov.br/dnpm/sumarios/sumario-mineral) 2014. Acesso em 05/07/2015.

DNPM [Departamento Nacional de Produção Mineral]. Balanço Mineral Brasileiro - 2001. Disponível em: <http://www.dnpm.gov.br/dnpm/paginas/balanco-mineral/arquivos/balanco-mineral-brasileiro-2001-carvao-mineral>. 30/11/2019.

DRESCH, A. Design Science e Design Science Research como Artefatos Metodológicos para Engenharia de Produção, 2013. Universidade do Vale do Rio dos Sinos.

DRESCH, Aline; LACERDA, Daniel Pacheco; JÚNIOR, José Antonio Valle Antunes. Design science research: método de pesquisa para avanço da ciência e tecnologia. Bookman Editora, 2015.

DRUCKER, Peter F. Lessons for successful nonprofit governance. **Nonprofit management and leadership**, v. 1, n. 1, p. 7-14, 1990.

DUBÉ, Line; PARÉ, Guy. Rigor in information systems positivist case research: current practices, trends, and recommendations. **MIS quarterly**, p. 597-636, 2003.

Dunbar, W.S., Fraser, J., Reynolds, A., Kunz, N.C., Mining needs new business models. **Extr Ind Soc** 7, 263–266. 2020.

EATWELL, John; MILGATE, Murray; NEWMAN, Peter. **The New**. 1987.

EC. Communication from the commission on promoting sustainable development in the EU non-energy extractive industry. The European Commission, Brussels. Disponível em: <http://https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A52007SC0771>. Acesso em: 01-08-2000.

EIA. U.S. Energy Information Agency, 1999. Annual energy outlook 2000 with projections to 2020. Available at: <http://www.eia.gov/forecasts/aeo/archive.cfm>. Acesso em: 01-08-2019.



- EKER, S., ZIMMERMANN, N., Using Textual Data in System Dynamics Model Conceptualization, **Systems**, 4, 28; doi:10.3390/systems4030028. 2016.
- EKER, S., et al. Participatory system dynamics modelling for housing, energy and wellbeing interactions, **Building Research & Information**, v. 46, n. 7, p. 738-754, DOI: 10.1080/09613218.2017.1362919. 2018.
- EDELMAN, B., Trust. Edelman trust barometer. **Edelman. Retrieved March**, v. 4, p. 2021, 2021.
- ELSHKAKI, A., GRAEDEL, T.E., CIACCI, L., RECK, B.K., Copper demand, supply, and associated energy use to 2050. **Glob. Environ. Chang.** 39, 305–315, 2016.
- EPE [Empresa De Pesquisa Energética]. Plano Nacional de Energia 2030 – Geração Termelétrica (Carvão Mineral). Brasília : EPE, 2018.
- EPSTEIN, Paul R. et al. Full cost accounting for the life cycle of coal. **Annals of the New York academy of sciences**, v. 1219, n. 1, p. 73-98, 2011.
- FLOOD, R.L., Liberating Systems Theory: Toward Critical Systems Thinking. *Human Relations*, Volume 43, Number 1, 1990, pp. 49-75, 1990.
- FLOOD, R.L., The Relationship of ‘Systems Thinking’ to Action Research, *Syst Pract Action Res* (2010) 23:269–284, DOI 10.1007/s11213-010-9169-1. 2010.
- FLOOD, R.L., CARSON, E. Dealing with Complexity: An Introduction to the Theory and Application of Systems Science. **Springer Science & Business Media**, 2013.
- FRANKS, Daniel M., BRERETON, David, MORAN, Chris J. Managing the cumulative impacts of coal mining on regional communities and environments in Australia. **Impact Assessment and Project Appraisal**, v. 28, n. 4, p. 299-312, 2010.
- FRAUENSTEIN, J. et al. Sustainable re-cultivation of coal mines in Mongolia. In: *Mine Closure 2021: Proceedings of the 14th International Conference on Mine Closure*. **QMC Group**, 2021.
- FRIEDE, G.; BUSCH, T.; BASSEN, A., ESG and financial performance: aggregated evidence from more than 2000 empirical studies. **Journal of Sustainable Finance & Investment**, 5:4, 210-233, 2015.
- Galbreath, J., ESG in Focus: The Australian Evidence. **J Bus Ethics**, 18:529–541, 2012.
- GAO, L., HOU, C., CHEN, Y., BARRETT, D., MALLANTS, D., Li, W. Potential for mine water sharing to reduce unregulated discharge, **Journal of Cleaner Production**, 131, 133e144, 2016.
- GENCTURK, B.; HOSSAIN, K.; LAHOURPOUR, S., Life cycle sustainability assessment of RC buildings in seismic regions. **Eng. Struct.** 2016, 110, 347–362.

GHARAJEDAGUI, J. **Systems Thiking: Managind chãos and Complexity**. Burlington: Butter-Heinemann, 2006.

GHOSE, M.K., Promoting cleaner production in the Indian small-scale mining industry. **J. Clean. Prod.** 11 (2), 167e174, 2003.

GIBSON, M., Possibilities for progress: Citizen participation and Guatemala's development council system. Antigua, **Guatemala: Nahual Foundation**. 2006.

GIL, A. C. (1999). Métodos e técnicas de pesquisa social. Atlas.

Giurco, D., McLellan, B., Franks, D.M., Nansai, K., Prior, T., Responsible mineral and energy futures: views at the nexus. **Journal of Cleaner Production** 84, 322e338, 2014.

GOLASZ, L. H. S. **Arroio dos Ratos, a Mineração e o Museu do Carvão: a história e sua representatividade através da materialidade**. 2013.

GOODMAN, M.; KARASH, R. Six steps to thinking systemically. **The systems thinker**, v. 6, n. 2, p. 16-18, 1995.

GOODMAN, M. Systems thinking: What, why, when, where, and how. **The systems thinker**, v. 8, n. 2, p. 6-7, 1997.

GOVINDAN, K., KHODAVERDI, R., JAFARIAN, A., A fuzzy multi criteria approach for measuring sustainability performance of a supplier based on triple bottom line approach. **J. Clean. Prod** 47, 345e354. 2013.

GREB, S.F., Coal more than a resource: Critical data for understanding a variety of earth-Science concepts, **International Journal of Coal Geology** 118 (2013) 15–32. 2013.

GREENBAUM, T.L. Focus group spurt predicted for the '90s. **Marketing News** 24(1): 21-2. 1990.

GREWAL, J., et al. Research on corporate sustainability: Review and directions for future research. Foundations and Trends® in **Accounting**, v. 14, n. 2, p. 73-127, 2020.

GUPTA, J., VEGELIN, C., Sustainable development goals and inclusive development. Int. Environ. Agreements Polit. **Law Econ.** 16, 1e16. 2016.

HEVNER, A., A three-cycle view of design science research, **Scandinavian Journal of Information Systems** 19 (2), pp. 87–92. 2007.

HILT, C., Die Beziehungen zwischen der Zusammensetzung und den technischen Eigenschaften der Steinkohlen. Zeitschr. des. **Ver. Deutsch. Ingen.**, 17 (4), pp. 194-202. 1873.

HOTA, Padmanabha, BEHERA, Bhagirath. Opencast coal mining and sustainable local livelihoods in Odisha, India. **Mineral Economics**, v. 29, n. 1, p. 1-13, 2016.

IBGC INSTITUTO BRASILEIRO DE GOVERNANÇA CORPORATIVA. Guia de Orientação para o Conselho Fiscal. 2. ed. São Paulo: IBGC, 2007.

IBGC. Instituto Brasileiro de Governança Corporativa. Disponível em: [//https://conhecimento.ibgc.org.br/Paginas/default.aspx](https://conhecimento.ibgc.org.br/Paginas/default.aspx)>. Acesso em: 15/02/2021.

IEA - International Energy Program. Disponível em: <https://www.iea.org/statistics/?country=WORLD&year=2016&category=Key%20indicators&indicator=TPESbySource&mode=chart&dataTable=BALANCES>. Acesso em: 01-08-2019.

IIED and WBCSD. Breaking new ground: Mining, minerals and sustainable development. Final Report on the Mining, Minerals and Sustainable Development Project (MMSD). International Institute for Environment and Development and World Business Council for Sustainable Development. Disponível em: <http://www.iied.org/mmsd>. Acesso em: 15/08/2019.

JAGANNATHAN, R.; RAVIKUMAR, A.; SAMMON, M., ENVIRONMENTAL, SOCIAL, AND GOVERNANCE CRITERIA: WHY INVESTORS ARE PAYING ATTENTION. NBER Working Paper No. 24063, 2017.

JANGAM, S.V.; KARTHIKEYAN, M.; MUJUMDAR, A.S. A critical assessment of industrial coal drying technologies: Role of energy, emissions, risk and sustainability. **Drying Technology** 2011, 29 (4), 395 – 407

JANSEN, B. J. et al. Twitter power: Tweets as electronic word of mouth. **Journal of the American society for information science and technology**, v. 60, n. 11, p. 2169-2188, 2009.

JAYASOORIA, D., Sustainable development goals and social work: opportunities and challenges for social work practice in Malaysia. *J. Hum. Rights Soc. Work* 1, 19e29.2016.

JEBE, Ruth. The convergence of financial and ESG materiality: taking sustainability mainstream. **American Business Law Journal**, v. 56, n. 3, p. 645-702, 2019.

JIANG, Z. et al. Multifractal analysis of financial markets: A review. **Reports on Progress in Physics**, v. 82, n. 12, p. 125901, 2019.

JISKANI, I. M. et al. Green and climate-smart mining: A framework to analyze open-pit mines for cleaner mineral production. **Resources Policy**, v. 71, p. 102007, 2021.

JO, H., NA, H. Does CSR Reduce Firm Risk? Evidence from Controversial Industry Sectors. **J Bus Ethics**, 110, 441–456. 2012.

JOSHUA, U.; BEKUN, F. V.; SARKODIE, S. A. New insight into the causal linkage between economic expansion, FDI, coal consumption, pollutant emissions and urbanization in South Africa. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 27, p. 18013-18024, 2020.

KHAN, M., SERAFEIM, G., YOON, A., Corporate Sustainability: First Evidence on Materiality. *The Accounting Review*, Vol. 91, No. 6. DOI: 10.2308/accr-51383. 2016.

KALKREUTH, W., et al. Petrology and chemistry of Permian coals from the Paraná Basin: 1. Santa Terezinha, Leão-Butiá and Candiota Coalfields, Rio Grande do Sul, Brazil. **International Journal of Coal Geology** 68 79–116, 2006.

KARTHIKEYAN, M.; ZHONGHUA, W.; MUJUMDAR, A.S. Low-rank coal drying technologies—Current status and new developments. **Drying Technology**, 27(3), 403–405. 2009.

KASPER, H. O processo de pesnamento site: Um estudo das principais abordagens a partir de um quadro de referência proposto. *Disertação de mestrado - Engenharia de Produção*, UFRGS, 2020.

KATALAMBULA, H.; GUPTA, R. Low-grade coals: A review of some prospective upgrading technologies. **Energy & Fuels**, 23, 3392–3405. 2009

KAUFFMAN, Draper L. *Systems one: An introduction to systems thinking*. **Future Systems, Incorporated**, 1980.

KHALED, R., ALI, H., MOHAMED, E.K.A., The Sustainable Development Goals and corporate sustainability performance: Mapping, extent and determinants, **Journal of Cleaner Production**, Volume 311, 2021. doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.127599.

KHAN, M., SERAFEIM, George, YOON, Aaron. Corporate sustainability: First evidence on materiality. **The accounting review**, v. 91, n. 6, p. 1697-1724, 2016.

KIDD, P. S.; PARSHALL, M.B. Getting the focus and the group: enhancing analytical rigor in focus group research. **Qualitative health research**, v. 10, n. 3, p. 293-308, 2000.

KIM, Daniel H. **Introduction to systems thinking**. Waltham, MA: Pegasus Communications, 1999.

KIM, Daniel H., SENGE, Peter M. Putting systems thinking into practice. **System dynamics review**, v. 10, n. 2-3, p. 277-290, 1994.

KIM, H.; ANDERSEN, D.F., Building confidence in causal maps generated from purposive text data: mapping transcripts of the Federal Reserve. **System Dynamics Review** vol 28, No 4: 311–328. 2012.

KIM, D.H., SENGE, P.M., Putting systems thinking into practice, **System Dynamics Review** Vol. 10, nos. 2-3 (Summer-Fall 1994): 277-290. 1994.

KNOKE, G. S. Efficient power generation from high sulfur coal. Quarterly progress report for quarter ending March 31, 1985. [Coal-H/sub 2/SO/sub 4/]. **Flow Industries, Inc.**, Kent, WA (USA), 1985.

KNOX, S.; BURKARD, A. W. Qualitative research interviews. **Psychotherapy Research**, v. 19, n. September, p. 566–575, 2009.

KNOX, S.; BURKARD, A. W., "Qualitative Research Interviews: an Update," in *Quantitative and Qualitative Methods in Psychotherapy Research*. Eds. Wolfgang Lutz and Sarah Knox. London and New York :Taylor & Francis (Routledge), 2014.

KRYZIA, D.; PEPŁOWSKA, M.. The impact of measures aimed at reducing low-stack emission in Poland and on energy efficiency and the household emission of pollutants. **Polityka Energetyczna-Energy Policy Journal**, p. 121-132-121-132, 2019.

KUCHLER, M., BRIDGE, G.. Down the black hole: Sustaining national socio-technical imaginaries of coal in Poland. **Energy Research & Social Science**, v. 41, p. 136-147, 2018.

KUMAR, D.; KUMAR, D.. Sustainable management of coal preparation. **Woodhead Publishing**, 2018.

LACERDA, D. P., et al. Design science research: A research method to production engineering. **Gestão & produção**, v. 20, p. 741-761, 2013.

LACERDA, D.P., DA SILVA, E.R.P., NAVARRO, L.L.L., OLIVEIRA, N.N.P., CAULLIRAUX, H.M., Algumas caracterizações dos métodos científicos em engenharia de produção: uma análise de periódicos nacionais e internacionais. XXVII Encontro nacional de engenharia de produção, Foz do Iguacu, 09/10/2007.

LAHIRI-DUTT, Kuntala. The diverse worlds of coal in India: Energising the nation, energising livelihoods. **Energy Policy**, v. 99, p. 203-213, 2016.

LACEY J., LAMONT J., Using social contract to inform social licence to operate: An application in the Australian coal seam gas industry. **Journal of Cleaner Production**, 2014.

LACEY, J., PARSONS, R., MOFFAT, K., Exploring the Concept of a Social Licence to Operate in the Australian Minerals Industry. CSIRO, Brisbane.2012.

LACEY, J.; LAMONT, J., Using social contract to inform social licence to operate: an application in the Australian coal seam gas industry. **Journal of Cleaner Production** 84, 831e839, 2014.

LANE, D. C., What we talk about when we talk about ‘systems thinking’. **Journal of the Operational Research Society** , 67, 527–529. 2016.

LAURENCE D., The devolution of the social licence to operate in the Australian mining industry. *Extractive Industries and Society*, 2020.

Leleux, B., Kaaij, J., ESG Ratings and the Stock Markets. **Winning Sustainability Strategies**, 2019.

LIOR, N., Sustainable energy development: the present (2009) situation and possible paths to the future. **Energy**, v. 35, n. 10, p. 3976-3994, 2010.

LIU, L., LIU, J., ZHANG, Z., Environmental Justice and Sustainability Impact Assessment: In Search of Solutions to Ethnic Conflicts Caused by Coal Mining in Inner Mongolia, China. **Sustainability** 2014, 6, 8756-8774; doi:10.3390/su6128756. 2014

LIU, J., LIU, H., YAO, X., LIUY., Evaluating the sustainability impact of consolidation policy in China's coal mining industry: a data envelopment analysis. **Journal of Cleaner Production**, Volume 112, Part 4, Pages 2969-2976. 2016.

LOKUWADUGE, C.S., DE SILVA, K., Emerging Corporate Disclosure of Environmental Social and Governance (ESG) Risks: An Australian Study, *Australasian Accounting, Business and Finance Journal*, 14 (2), 35-50. doi: 10.14453 / aabfj.v14i2.4, 2020.

LOKUWADUGE, C.S.S.; HEENETIGALA, K., Integrating Environmental, Social and Governance (ESG) Disclosure for a Sustainable Development: An Australian Study. *Business Strategy and the Environment Bus. Strat. Env.* 2016.

LORENC, S., KUSTRA, A., Comparative analysis of sustainable value distribution for stakeholders in the mining industry, *E3S Web Conf.*, Volume 29, 2018 XVIIth . Conference of PhD Students and Young Scientists., 2018.

LUKE, H., Social resistance to coal seam gas development in the Northern Rivers region of Eastern Australia: Proposing a diamond model of social license to operate. **Land Use Policy** 69, 266–280, 2017.

LUKE, H., EMMANOUIL, N., All dressed up with nowhere to go: Navigating the coal seam gas boom in the Western Downs region of Queensland. **The Extractive Industries and Society**, v. 6, n. 4, p. 1350-1361, 2019.

MACMILLAN, K.; DOWNING, S. 1999. Governance and performance: goodwill hunting, **Journal of General Management** 24(3): 11–21.

MAHER, M.; ANDERSSON, T., Corporate Governance: Effects on Firm Performance and Economic Growth, 1999, Organisation for Economic Co-operation and Development, OECD Publications: Paris, France, 1999.

MALEK, J., DESAI, T.N., A systematic literature review to map literature focus of sustainable manufacturing. **Journal of Cleaner Production**. Volume 256, 120345. 2020.

MAN, C.; WONG, B., Corporate Governance And Earnings Management: A Survey Of Literature. **The Journal of Applied Business Research** – March/April, 2013.

Mancini, L., Sala, S., Social impact assessment in the mining sector: review and comparison of indicators frameworks. **Resour Policy** 57, 98–111, 2018.

MARCH, S. T.; SMITH, G. F. Design and natural science research on information technology. **Decision Support System**, v. 15, p. 251–266, 1995.

MARIANO, A. M.; ROCHA, M.S., Revisão da Literatura: Apresentação de uma Abordagem Integradora. *AEDEM International Conference, Reggio di Calabria (Italy)* 2017.

GOLDSMITH, M., Which workplace habits do you need to break to become more successful?. **Journal for Quality and Participation**, v. 30, n. 2, p. 4, 2007.

MATHEIS, M., Local economic impacts of coal mining in the United States 1870 to 1970. **The Journal of Economic History**, v. 76, n. 4, p. 1152-1181, 2016.

MAZUMDER, P., et al. A comprehensive insight into ecological risk assessment and remediation of metal contaminated coal mine soil: Towards a cleaner and sustainable environment. **Journal of Cleaner Production**, v. 324, p. 129185, 2021.

MCINTYRE, M. L.; MURPHY, S. A.; SIRSLY, C.T., Do firms seek social license to operate when stakeholders are poor? Evidence from Africa. **Corporate Governance**, v. 15, n. 3, p. 306-314, 2015.

Meadows, D., Dancing with systems. *Whole Earth* 106 (2001): 58-63.

MEASHAM, Thomas G. et al. An expanded role for the mining sector in Australian society?. **Rural Society**, v. 22, n. 2, p. 184-194, 2013.

MOFFAT, Kieren et al. The social licence to operate: a critical review. *Forestry: An International Journal of Forest Research*, v. 89, n. 5, p. 477-488, 2016.

MONAT, Jamie P.; GANNON, Thomas F. What is systems thinking? A review of selected literature plus recommendations. **American Journal of Systems Science**, v. 4, n. 1, p. 11-26, 2015.

MONAT, J.P., GANNON, T.F., What is Systems Thinking? A Review of Selected Literature Plus Recommendations. **American Journal of Systems Science** 2015, 4(1): 11-26. DOI: 10.5923/j.ajss.20150401.02

MONTEIRO, N.B.R.M., DA SILVA, E.A., NETO J.M.M., Sustainable development goals in mining, *Journal of Cleaner Production*, Volume 228, 2019, doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.04.332.. 2019.

MORRISON-SAUNDERS, A.; BOND, A.; POPE, J., Sustainability assessment: the state of the art. *Impact Assessment and Project Appraisal*, v. 30, n. 1, p. 53-62, 2012.

OKADO, G.H.C., QUINELLI, L., Megatendências mundiais 2030 e os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS): uma reflexão preliminar sobre a “nova agenda” das Nações Unidas. **Rev. Bras. Assuntos Regionais e Urbanos** 2 (2), 109e110. 2016.

O'KEEFE, J.M.K.; et al., On the fundamental difference between coal rank and coal type. **International Journal of Coal Geology** 118 (2013) 58–87. <http://dx.doi.org/10.1016/j.coal.2013.08.007>. 2013

OLIVEIRA, C. W., **Nós criamos uma raça: o discurso identitário na narrativa expositiva do Museu Estadual do Carvão (Arroio dos Ratos/RS)**. 2018. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

OLIVEIRA, M.; FREITAS, H. M. R. Focus Group - Pesquisa Qualitativa: Resgatando a Teoria, Instrumentalizando o seu Planejamento. **Revista de Administração**, v. 33, n. 3, p. 83–91, 1998.

OLIVEIRA, Mírian; FREITAS, Henrique M. R. de. Focus Group—pesquisa qualitativa: resgatando a teoria, instrumentalizando o seu planejamento. *Revista de Administração da Universidade de São Paulo*, São Paulo, v. 33, n. 3, 1998. Disponível em: <http://rausp.usp.br/wpcontent/uploads/files/3303083.pdf>. Acesso em: 15 fev. 2021.

ONU – organização das Nações unidas. Conheça os novos 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da ONU, disponível em: <https://nacoesunidas.org/conheca-os-novos-17-objetivos-de-desenvolvimento-sustentavel-da-onu/>. Acesso em: 15/02/2021.

OVERDUIN, N.; MOORE, M., Social license to operate: Not a proxy for accountability in water governance. *Geoforum*, v. 85, p. 72-81, 2017.

OWEN, J. R.; KEMP, D., The industrial ethic, corporate refusal and the demise of the social function in mining. *Sustainable Development*, v. 26, n. 5, p. 491-500, 2018.

PACHECO, D. A. J., et al. Balanceamento de fluxo ou balanceamento de capacidade? Análises e proposições sistêmicas. *Gestão & Produção*, v. 21, n. 2, p. 355-368, 2014.

PAPAGIANNIS, A. et al. Externalities from lignite mining-related dust emissions. *Energy Policy*, v. 74, p. 414-424, 2014.

PARAGREEN, N., WOODLEY, A., Social licence to operate and the coal seam gas industry: What can be learnt from already established mining operations?. *Rural Society*, v. 23, n. 1, p. 46-59, 2013.

PEFFERS, K., et al. Design science research evaluation. In: *Design Science Research in Information Systems. Advances in Theory and Practice: 7th International Conference, DESRIST 2012, Las Vegas, NV, USA, May 14-15, 2012. Proceedings 7*. Springer Berlin Heidelberg, 2012. p. 398-410.

PIDD, M. *Modelagem Empresarial: Ferramentas para tomada de Decisão*. Porto Alegre: Artes Médicas, 1998.

PNUD; COLUMBIA CENTER ON SUSTAINABLE INVESTMENT; SUSTAINABLE DEVELOPMENT SOLUTIONS NETWORK; WORLD ECONOMIC FORUM. Atlas: mapeando os objetivos de desenvolvimento sustentável na mineração. Genebra. Disponível em: [http://www.undp.org/content/dam/undp/library/Sustainable%20Development/Extractives/Mining%20Atlas%20Vers%C3%A3o%20Final\\_Lan%C3%A7amento\\_Portuguese.pdf](http://www.undp.org/content/dam/undp/library/Sustainable%20Development/Extractives/Mining%20Atlas%20Vers%C3%A3o%20Final_Lan%C3%A7amento_Portuguese.pdf). Acesso em 16/01/2021.

POPPER, R., How are foresight methods selected?. *foresight*, v. 10, n. 6, p. 62-89, 2008.

POPPER, K. R., *A Lógica da pesquisa científica*. Editora Cultrix. São Paulo, 1972.

PRNO, J., SCOTT SLOCOMBE, D., Exploring the origins of ‘social license to operate’ in the mining sector: perspectives from governance and sustainability theories. *Resour. Policy* 37, 346e357, 2012.



PRUSEK, S., TUREK, M., DUBINSKI, J., & Jonek-kowalska, I. Produktywnosci Wzrost - Sposob Na Poprawę Skuteczności Zarządzania Operatywnego. 63, 1–13. 2018.

QI, R., LIU, T., JIA, Q., SUN, L., LIU, J., Simulating the sustainable effect of green mining construction policies on coal mining industry of China. **Journal of Cleaner Production** 226, 392e406. 2019.

RAU, H., FAHY, F., Methods of Sustainability Research in the Social Sciences - concepts, methodologies and the challenge of interdisciplinary. London: Sage, 3–24. 2013.

REID, I. NON-ENERGY USES OF COAL, CCC/291. Disponível em: <https://www.iea-coal.org/non-energy-uses-of-coal-report-ccc291/>

Reyes-Bozo, L., et al., Greening Chilean copper mining operations through industrial ecology strategies. *J. Clean. Prod.* 84, 671e679. 2014.

RICARDO, D. Princípios de economia política e tributação . São Paulo, Abril cultural, 1982  
Richardson, B. J. Keeping ethical investment ethical: Regulatory issues for investing for sustainability. **Journal of Business Ethics**, 87, 555–572. 2009

RICHMOND, B. Systems thinking: critical thinking skills for the 1990s and beyond. **System Dynamics Review** Vol. 9. no. 2 (Summer 1993): 113-133. 1993.

RICHMOND, B. System dynamics/systems thinking: Let's just get on with it. **System Dynamics Review**, v. 10, n. 2-3, p. 135-57, 1994.

ROBINS, N., The emergence of sustainable investing. In: Sustainable Investing. Routledge, 2012.

RODRIGUES, M; MENDES, L., Mapping of the literature on social responsibility in the mining industry: A systematic literature review. **Journal of cleaner production**, v. 181, p. 88-101, 2018.

ROGGE, K.S., REICHARDT, K., Policy mixes for sustainability transitions: An extended concept and framework for analysis. **Research Policy**. Volume 45, Issue 8, Pages 1620-1635. 2016.

RUIZ, M. S., et al. Abordagens de conflitos socioambientais em casos de subsidiência de minas de carvão no Brasil e EUA. **Ambiente & Sociedade**, v. 17, n. 2, p. 129-156, 2014.

SACHS, J. AND WARNER, A., The Curse of Natural Resources. **European Economic Review**, 45, 827-838. [https://doi.org/10.1016/S0014-2921\(01\)00125-8](https://doi.org/10.1016/S0014-2921(01)00125-8). 2001.

SACHS, J.D., From Millennium Development Goals to Sustainable Development Goals, **The Lancet**, Volume 379, Issue 9832, 9–15, Pages 2206-221. 2012.  
[https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(12\)60685-0](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(12)60685-0). 2012.

SAHOO, G., SENAPATI, A. K., Are the households in coal mining regions more vulnerable? A study in Talcher Coalfield of India. **Mineral Economics**, v. 34, n. 3, p. 455-475, 2021.

SALVIONI, D. M.; GENNARI, F.; BOSETTI, L., Sustainability and convergence: the future of corporate governance systems?. **Sustainability**, v. 8, n. 11, p. 1203, 2016.

SANZ-HERNÁNDEZ, A., How to change the sources of meaning of resistance identities in historically coal-reliant mining communities. **Energy policy**, v. 139, p. 111353, 2020.

SCHWEINSBERG, S., MCMANUS, P., Coal seam gas: a space-based perspective. **Geographical Research**, 58(1), 24–33, 2020.

SENA, Márcia Rodrigues de. **Memória e mineração do Rio Grande do Sul e sua relação com os arquivos**. 2014.

SENGE, P. M. **A quinta Disciplina: A arte e prática da organização que aprende**. São Paulo: Nova Cultura, 2002.

SENGE, P. M. **The Fifth Discipline**. New York: DoubledayKurrency, 1990.

SENJAYA, Arief et al. Effect of corporate governance and risk management against corporate sustainability at the coal mining industry in Indonesia. **Academy of Strategic Management Journal**, v. 19, n. 2, p. 1-12, 2020.

SEVERINO, A.J., Metodologia do Trabalho científico. 23 ed. São Paulo: Cortez, 2007.

SHAKED, H.; SCHECHTER, C. Definitions and Development of Systems Thinking. In: **Systems Thinking for School Leaders**. Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-53571-5\\_2](https://doi.org/10.1007/978-3-319-53571-5_2) 2017. (salvo como Chapter 2)

SHAO, Liangshan; ZHAO, Shuoqiang. Research on Coal Demand Problem Based on System Dynamics. **Process Integration and Optimization for Sustainability**, v. 2, n. 4, p. 383-390, 2018.

SHI, F.; CAO, H.; WANG, C.; YAO, C.; A System Dynamics Model for Ecological Environmental Management in Coal Mining Areas in China ; **Int. J. Environ. Res. Public Health**, 17, 2115; doi:10.3390/ijerph17062115. 2020.

SHI, X., China's small coal mine policy in the 2000s: A case study of trusteeship and consolidation. **Resources Policy**. 2013.

SHLEIFER, A., VISHNY, R.W., A Survey of Corporate Governance. **The Journal Of Finance**. VOL. LII, NO. 2 . JUNE 1997.

SI, H.; BI, H.; LI, X.; YANG, C. Environmental evaluation for sustainable development of coal mining in Qijiang, Western China. **International Journal of Coal Geology**. 2009.

SILVA, S.; NUZUM, A.; SCHALTEGGER, S., Stakeholder expectations on sustainability performance measurement and assessment. A systematic literature review. **Journal of Cleaner production**, v. 217, p. 204-215, 2019.

SILVA, D. D., GRACIO, M. C. C. Índice h de Hirsch: análise comparativa entre as bases de dados Scopus, Web of Science e Google Acadêmico. Revista Em Questão. UFRGS, 2016.

Disponível em: [www.redalyc.org/jatsRepo/4656/465650499011/html/index.html](http://www.redalyc.org/jatsRepo/4656/465650499011/html/index.html). Acessado em 06/08/2021.

SILVA, M., Petrologia de carvões nas jazidas do Leão e Candiota, Permiano Inferior da Bacia do Paraná. M.Sc. Thesis (unpublished), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brazil. 259 pp. 1999.

Singh, T.N., Assessment of coal mine waste dump behavior using numerical modeling. In: Fuenkajorn K, Phien-wej N (eds) Rock mechanics. Proceedings of the third Thailand symposium. 2011. ISBN 978 974 533 636 0, pp 25–36

SIRIRAM, R., A soft and hard systems approach to business process management. **Systems Research and Behavioral Science**, v. 29, n. 1, p. 87-100, 2012.

ŠKARE, M.; HASIĆ, T., Corporate governance, firm performance, and economic growth—theoretical analysis. **Journal of Business Economics and Management**, v. 17, n. 1, p. 35-51, 2016.

SMITH, E.R., MICHAUD, K., CARLISLE, J., Public opinion about energy development: Nimbyism vs. environmentalism. Prepared for Delivery at the Annual Meeting of the American Association of Public Opinion Research, **Phoenix, AZ**, 13–16. 2004

SONG,B., WEN, J., Ferguson, M.A., Toward effective CSR communication in controversial industry sectors, **Journal of Marketing Communications**, DOI: 10.1080/13527266.2018.1536887, 2018.

STERMAN, J. D. Business dynamics: Systems thinking and modeling for a complex world. Boston, **MA: McGraw-Hill**, 2000.

STURMAN K., ROGERS P., Imbrogiano J., et al., Monitoring impact of mineral sustainability standards to align with the Sustainable Development Goals. Brisbane. 2018.

SVOBODOVA, K.; YELLISHETTY, M.; VOJAR, J., Coal mining in Australia: Understanding stakeholder knowledge of mining and mine rehabilitation, **Energy Policy** 126, 421–430, 2019.

SVOBODOVA, Kamila; JANURA, Josef. LIFE IN A MINED LAND. 2018.

SVOBODOVA, K. et al. The multi-risk vulnerability of global coal regions in the context of mine closure. In: Mine Closure 2019: Proceedings of the 13th International Conference on Mine Closure. **Australian Centre for Geomechanics**, 2019. p. 553-562.

SVOBODOVA, K.; YELLISHETTY, M.; VOJAR, J. Coal mining in Australia: Understanding stakeholder knowledge of mining and mine rehabilitation, **Energy Policy** 126, 421–430, 2019.

THIELEMANN, T.; SCHMIDT, S.; GERLING, J.P. Lignite and hard coal: Energy suppliers for world needs until the year 2100—An outlook. **International Journal of Coal Geology**, 72, 1–14. 2007.

THIOLLENT, M., Metodologia da pesquisa-ação. São Paulo: Cortez: 1988.

THOMSON, I., BOUTILIER, R., Social license to operate. In: Darling, P. (Ed.), SME Mining Engineering Handbook, third ed. **Society for Mining, Metallurgy, and Exploration, Englewood**, pp. 1779e1796, 2011.

THOMSON, I. AND JOYCE, S. Changing mineral exploration industry approaches to sustainability. In Wealth Creation in the Minerals Industry: Integrating Science, Business and Education. Doggett, Michael D. and Parry, John R. (eds). **Society of Economic Geologists**, pp. 149–169. 2006.

TKACHEVA, Olga et al. Strategic management of coal mining industry efficiency. **Asian Social Science**, v. 11, n. 20, p. 104, 2015.

TULDER, Rob; LUCHT, Laura. Reversing materiality: From a reactive matrix to a proactive SDG agenda. **Innovation for sustainability: Business transformations towards a better world**, p. 271-289, 2019.

TURNER, B. L., KIM, H., ANDERSEN, D. F., Improving coding procedures for purposive text data: researchable questions for qualitative system dynamics modeling, **System Dynamics Review** vol 29, No 4 (October-December 2013): 253–263. 2013.

TURNER, Brian N.; STRONG, Robert; GOLD, Scott A. A review of melt extrusion additive manufacturing processes: I. Process design and modeling. **Rapid prototyping journal**, v. 20, n. 3, p. 192-204, 2014.

UN Statistical Commission, SDG Indicators . Disponível em:  
<https://unstats.un.org/sdgs/indicators/indicators-list/>. Acessado em 14/02/2021.

United Nations. The Millennium Development Goals report.  
<http://www.un.org/millenniumgoals/2014%20MDG%20report/MDG%202014%20English%20web.pdf>. Acessado em 21/02/2021.

DE VALCK, J.; WILLIAMS, G.; KUIK, S., Does coal mining benefit local communities in the long run? A sustainability perspective on regional Queensland, Australia. **Resources Policy**, v. 71, p. 102009, 2021.

VALENTA, R.K.; KEMP, D.; OWEN, J.R.; CORDER, G.D.; LÈBRE, É., 'Re-thinking complex orebodies: Consequences for the future world supply of copper', **Journal of Cleaner Production**, Vol 220, 816-826. 2019.

VAN DER BIJL-BROUWER, Mieke; MALCOLM, Bridget. Systemic design principles in social innovation: A study of expert practices and design rationales. She Ji: **The Journal of Design, Economics, and Innovation**, v. 6, n. 3, p. 386-407, 2020.

VASSILEV, S.V., TASCAN, J.M.D., Methods for characterization of inorganic and mineral matter in coal: a critical overview. **Energy Fuel** 17, 271-281.2003.

VASSILEV, S.V., VASSILEVA, C.G., Occurrence, abundance and origin of minerals in coals and coal ashes. **Fuel Process. Technol.** 48, 85-106. 1996.

VASSILIEV, S.V., VASSILEVA, C.C., 2009. A new approach for the combined chemical and mineral classification of the inorganic matter in coal. 1. Chemical and mineral classification systems. **Fuel** 88, 235-245.

VELTE, P.; Does CEO power moderate the link between ESG performance and financial performance? A focus on the German two-tier system. **Management Research Review**, v. 43, n. 5, p. 497-520, 2020.

VENABLE, J., The role of theory and theorising in design science research. In: Proceedings of the 1st International Conference on Design Science in Information Systems and Technology (DESRIST 2006). 2006. p. 1-18.

VENABLE, J.; PRIES-HEJE, J.; BASKERVILLE, R., FEDS: a framework for evaluation in design science research. **European journal of information systems**, v. 25, p. 77-89, 2016.

VIDAL O., GOFFÉ B. and Arndt N. Metals for a low-carbon society. **Nature Geoscience** 6, 894–896. 2013.

VILIANI, F.; HARRIS, P., Assessment of Health Impacts on Local Communities is Fundamental for Sustainability. In: SPE International Conference and Exhibition on Health, Safety, Environment, and Sustainability. SPE, 2020. p. D021S008R003.

VIZAYAKUMAR, K.; MOHAPATRA, Pratap KJ. Framework for environmental impact analysis—with special reference to India. **Environmental Management**, v. 15, p. 357-368, 1991.

Volkart, K., Mutel, C.L., Panos, E., Integrating life cycle assessment and energy system modelling: Methodology and application to the world energy scenarios. **Sustainable Production and Consumption** 16, 121–133. 2018.

WADA, Y., et al. A system dynamics model for shipbuilding demand forecasting. **Journal of Marine Science and Technology**, v. 23, n. 2, p. 236-252, 2018.

WALSH, K.B.; HAGGERTY, J.H., Social license to operate during Wyoming's coalbed methane boom: Implications of private participation. **Energy Policy**. 2019.

WALSH K.B., HAGGERTY J.H., Social license to operate during Wyoming's coalbed methane boom: Implications of private participation. **Energy Policy**, 2020.

WALTON A., MCCREA R., Understanding social licence to operate for onshore gas development: How the underlying drivers fit together. *Applied Energy*, 2020.

WANG, D.; NIE, R.; LONGA, R.; SHI, R.; ZHAO, Y., Scenario prediction of China's coal production capacity based on system dynamics model, *Resources, Conservation and Recycling* 129 (2018) 432–442, dx.doi.org/10.1016/j.resconrec.2016.07. 2013.

WANG, Xiaonan et al. Assessment of the External Costs of Life Cycle of Coal: The Case Study of Southwestern China. **Energies**, v. 13, n. 15, p. 4002, 2020.

WARD, C.R., Analysis and significance of mineral matter in coal seams. **Int. J. Coal Geol.** 50, 135-168. 2002.

WARREN, C.R., MCFADYEN, M., Does community ownership affect public attitudes to wind energy? A case study from south-west Scotland. **Land Use Policy**, 27(2): 204–213. 2010.

WBCSD. Breaking new ground: Mining, minerals and sustainable development. Final Report on the Mining, Minerals and Sustainable Development Project (MMSD). International Institute for Environment and Development and World Business Council for Sustainable Development 2002. <http://www.iied.org/mmsd>. (30 Oct 2002).

WCA - World Coal Association. Disponível: <https://www.worldcoal.org/>. Acesso em 30/11/2019.

WCED. Our common future. The report of the World Commission on Environment and Development. Oxford: Oxford University, Press, 1987.

WELLMER, Friedrich-Wilhelm; SCHOLZ, Roland W. What is the optimal and sustainable lifetime of a mine?. **Sustainability**, v. 10, n. 2, p. 480, 2018.

Wellmer, F.; Buchholz, P.; Gutzmer, J.; Hagelüken, C.; Herzig, P.; Littke, P.; Thauer, R.K.; Energiesysteme der Zukunft” (Energy systems of the future, ESYS) of the German scientific academies: acatech—National Academy of Science and Engineering, German National Academy of Sciences Leopoldina, Union of the German Academies of Sciences and Humanities, Munich, Berlin, 2016.

WILIAM, D.; BLACK, P., Meanings and consequences: a basis for distinguishing formative and summative functions of assessment?. **British educational research journal**, v. 22, n. 5, p. 537-548, 1996.

WILSON, E. What is the social licence to operate? Local perceptions of oil and gas projects in Russia’s Komi Republic and Sakhalin Island. **The Extractive Industries and Society**, v. 3, n. 1, p. 73-81, 2016.

WITKOWSKI, Alexsandro. **Da luz no fim do túnel ao Arquivo Histórico do Museu Estadual do Carvão: O acervo documental da mineração na região carbonífera do baixo Jacuí, Rio Grande do Sul (2009–2016)**. 2019.

WU, J., et al., Ecological risk assessment of coal mine area based on “source-sink” landscape theory—A case study of Pingshuo mining area. **Journal of Cleaner Production**, v. 295, p. 126371, 2021.

YIN, R. K. (2013). Case Study Research: Design and Methods. SAGE Publications. Retrieved from <https://books.google.com/books?id=OgyqBAAAQBAJ&pgis=1>

YIN, R. K. Case study research: design and methods. Thousand Oaks: SAGE Publications, 2011.

YU, K. et al. Analysis of intervention strategies for coal miners' unsafe behaviors based on analytic network process and system dynamics. **Safety science**, v. 118, p. 145-157, 2019.

YU, K.; CAO, Q.; XIE, C.; QUA, N.; ZHOU, L., Analysis of intervention strategies for coal miners' unsafe behaviors based on analytic network process and system dynamics, **Safety Science** 118 (2019) 145–157. doi.org/10.1016/j.ssci.2019.05.002. 2019.

YU, S.; WEI, Y. Prediction of China's coal production-environmental pollution based on a hybrid genetic algorithm-system dynamics model. **Energy Policy**, 42, 521–529, 2012.

ZENG, Lijun et al. Analyzing sustainability of Chinese mining cities using an association rule mining approach. **Resources Policy**, v. 49, p. 394-404, 2016.

ZHANG, Hong et al. Human attitudes in environmental management: Fuzzy Cognitive Maps and policy option simulations analysis for a coal-mine ecosystem in China. **Journal of environmental management**, v. 115, p. 227-234, 2012.

ZHAO, C.; GUO, Y.; YUAN, J.; WU, M.; LI, D.; ZHOU, Y.; KANG, J., ESG and Corporate Financial Performance: Empirical Evidence from China's Listed Power Generation Companies. **Sustainability**, 10, 2607; 2018.

## APÊNDICE I – REFERÊNCIA DE TEXTO

Quadro com trechos que sustentam os grupos de variáveis causa e efeito, bem como suas relações e comportamentos. O código de cada linha é composto de onze dígitos, com a seguinte característica (CapNNNNNPnn)

- CAP = Três primeiros são fixos com as letras “**Cap**”, que significa ‘capítulo’.
- NNNNN = Na sequência existem cinco dígitos que identificarão o número sequência do capítulo.
  - Para os casos que esse número esteja expresso com três dígitos, outros dois pontos ‘.’ foram acrescidos no final: Ex: **2.2.** (MINERAÇÃO DE CARVÃO)
  - Para os demais, estão apenas as representações dos capítulos. Ex: **2.5.4** (Governança Corporativa)
- Pnn = Os três últimos caracteres representam o número do parágrafo dentro do capítulo. Ex: **P01** – Parágrafo número 01.

Lista completa de Referência de texto

| Referência de texto |          |           |  |
|---------------------|----------|-----------|--|
| Código              | Capítulo | Parágrafo | Texto extraído   |
| Cap2.2P01           | 2.2      | 01        | o termo “maldição dos recursos naturais”..., se tornou um divisor de águas, sendo cada vez mais usado para simbolizar os efeitos negativos derivados da produção mineral |
| Cap2.2P04           | 2.2      | 04        | os minerais são essenciais para a vida cotidiana   |
| Cap2.2P04           | 2.2      | 04        | o ciclo de vida ... inclui a extração, processamento, uso do produto e gerenciamento de resíduos pós-uso, ... fechamento da mina e a reabilitação do meio ambiente       |
| Cap2.2P04           | 2.2      | 04        | o ciclo de vida ... inclui a extração, processamento, uso do produto e gerenciamento de resíduos pós-uso, ... fechamento da mina e a reabilitação do meio ambiente       |
| Cap2.2P04           | 2.2      | 04        | o ciclo de vida ... inclui a extração, processamento, uso do produto e gerenciamento de resíduos pós-uso, ... fechamento da mina e a reabilitação do meio ambiente       |
| Cap2.2P04           | 2.2      | 04        | o ciclo de vida ... inclui a extração, processamento, uso do produto e gerenciamento de resíduos pós-uso, ... fechamento da mina e a reabilitação do meio ambiente       |
| Cap2.2P04           | 2.2      | 04        | o ciclo de vida ... inclui a extração, processamento, uso do produto e gerenciamento de resíduos pós-uso, ... fechamento da mina e a reabilitação do meio ambiente       |
| Cap2.2P04           | 2.2      | 04        | o ciclo de vida ... inclui a extração, processamento, uso do produto e gerenciamento de resíduos pós-uso, ... fechamento da mina e a reabilitação do meio ambiente       |
| Cap2.2P05           | 2.2      | 05        | Extração e o processamento de minerais são desafios para o desenvolvimento sustentável   |



| Referência de texto |          |           |   |
|---------------------|----------|-----------|---|
| Código              | Capítulo | Parágrafo | Texto extraído  |
| Cap2.2P05           | 2.2      | 05        | Extração e o processamento de minerais são desafios para o desenvolvimento sustentável  |
| Cap2.2P06           | 2.2      | 06        | ... “Green Mining Construction”, adotado pelo governo chinês. ... o MMSD – “Mineração, Minerais e Desenvolvimento Sustentável”... Iniciativa Global de Mineração... ações concretas ... para promover o conceito de sustentabilidade corporativa. |
| Cap2.2P06           | 2.2      | 06        | ... “Green Mining Construction”, adotado pelo governo chinês. ... o MMSD – “Mineração, Minerais e Desenvolvimento Sustentável”... Iniciativa Global de Mineração... ações concretas ... para promover o conceito de sustentabilidade corporativa. |
| Cap2.2P09           | 2.2      | 09        | ... a mineração de carvão... só pode ocorrer nos locais onde... houve a formação dos depósitos minerais... rigidez locacional   |
| Cap2.2P13           | 2.2      | 13        | No mundo, o carvão representa cerca de 28% da matriz energética   |
| Cap2.2P17           | 2.2      | 17        | A jazida chamada de Candiota é a principal jazida carbonífera brasileira  |
| Cap2.2P22           | 2.2      | 22        | Compreensão dos efeitos econômicos oriundos das novas políticas para limitar a mineração de carvão (Coglianese, et al., 2020).  |
| Cap2.2P23           | 2.2      | 23        | a mineração através da mobilização simultânea de recursos ecológicos e tecnológicos, contribuem não só para a sustentabilidade da indústria, como também das regiões nas quais a mineração de carvão se desenvolve                                |
| Cap2.2P23           | 2.2      | 23        | a mineração através da mobilização simultânea de recursos ecológicos e tecnológicos, contribuem não só para a sustentabilidade da indústria, como também das regiões nas quais a mineração de carvão se desenvolve                                |
| Cap2.2P23           | 2.2      | 23        | a mineração através da mobilização simultânea de recursos ecológicos e tecnológicos, contribuem não só para a sustentabilidade da indústria, como também das regiões nas quais a mineração de carvão se desenvolve                                |
| Cap2.2P24           | 2.2      | 24        | Isso significa melhorar a sustentabilidade de indústrias individuais, sempre que possível, fechando ou substituindo indústrias que não podem se tornar sustentáveis,  |
| Cap2.3P02           | 2.3      | 02        | Sustentabilidade é "um estado onde existe um equilíbrio perfeito entre processos sociais, econômicos e ambientais"  |
| Cap2.3P02           | 2.3      | 02        | Sustentabilidade é "um estado onde existe um equilíbrio perfeito entre processos sociais, econômicos e ambientais"  |

| Referência de texto |          |           |   |
|---------------------|----------|-----------|---|
| Código              | Capítulo | Parágrafo | Texto extraído  |
| Cap2.3P02           | 2.3      | 02        | Sustentabilidade é "um estado onde existe um equilíbrio perfeito entre processos sociais, econômicos e ambientais"                      |
| Cap2.3P03           | 2.3      | 03        | Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS ... SDG...) ... levar o mundo para uma trajetória sustentável                             |
| Cap2.3P04           | 2.3      | 04        | são abrangentes e abordam os desafios ambientais, sociais e econômicos por meio de 169 metas e 231 indicadores globais                  |
| Cap2.3P04           | 2.3      | 04        | são abrangentes e abordam os desafios ambientais, sociais e econômicos por meio de 169 metas e 231 indicadores globais                  |
| Cap2.3P04           | 2.3      | 04        | são abrangentes e abordam os desafios ambientais, sociais e econômicos por meio de 169 metas e 231 indicadores globais                  |
| Cap2.3P04           | 2.3      | 04        | são abrangentes e abordam os desafios ambientais, sociais e econômicos por meio de 169 metas e 231 indicadores globais                  |
| Cap2.3P04           | 2.3      | 04        | são abrangentes e abordam os desafios ambientais, sociais e econômicos por meio de 169 metas e 231 indicadores globais                  |
| Cap2.3P08           | 2.3      | 08        | a mineração poderá contribuir ... principais matérias-primas ... garantir a energia ...   |
| Cap2.3P09           | 2.3      | 09        | ... mineração ... impactos diretos e significativos nas comunidades, economias e ecossistemas locais... contribui positivamente ... SDG |
| Cap2.3P09           | 2.3      | 09        | ... mineração ... impactos diretos e significativos nas comunidades, economias e ecossistemas locais... contribui positivamente ... SDG |
| Cap2.3P09           | 2.3      | 09        | ... mineração ... impactos diretos e significativos nas comunidades, economias e ecossistemas locais... contribui positivamente ... SDG |
| Cap2.3P09           | 2.3      | 09        | ... mineração ... impactos diretos e significativos nas comunidades, economias e ecossistemas locais... contribui positivamente ... SDG |
| Cap2.3P09           | 2.3      | 09        | ... mineração ... impactos diretos e significativos nas comunidades, economias e ecossistemas locais... contribui positivamente ... SDG |
| Cap2.3P09           | 2.3      | 09        | ... mineração ... impactos diretos e significativos nas comunidades, economias e ecossistemas locais... contribui positivamente ... SDG |
| Cap2.3P13           | 2.3      | 13        | apontando efeitos negativos ao SDG 3 – Saúde e bem estar  |

| Referência de texto |          |           |  |
|---------------------|----------|-----------|--|
| Código              | Capítulo | Parágrafo | Texto extraído   |
| Cap2.3P13           | 2.3      | 13        | que existe um reflexo positivo no SDG 1 – Erradicação da Pobreza   |
| Cap2.3P13           | 2.3      | 13        | negativo no SDG 13 – Ação contra a mudança global do clima   |
| Cap2.3P13           | 2.3      | 13        | impactos negativos no SDG 15 – Vida terrestre  |
| Cap2.3P13           | 2.3      | 13        | efeitos positivos sobre o mesmo SDG 15   |
| Cap2.3P14           | 2.3      | 14        | SDGs oferece oportunidades... alcancem sua "licença social para operar".   |
| Cap2.4P01           | 2.4      | 01        | Mineração teve sua imagem abalada, após uma série de impactos ambientais e conflito com as comunidades   |
| Cap2.4P01           | 2.4      | 01        | Mineração teve sua imagem abalada, após uma série de impactos ambientais e conflito com as comunidades   |
| Cap2.4P01           | 2.4      | 01        | Mineração teve sua imagem abalada, após uma série de impactos ambientais e conflito com as comunidades   |
| Cap2.4P01           | 2.4      | 01        | Mineração teve sua imagem abalada, após uma série de impactos ambientais e conflito com as comunidades   |
| Cap2.4P03           | 2.4      | 03        | Licença Social para operar... "SLO" pode ... contribuir para... o relacionamento da mineração com a sociedade...   |
| Cap2.4P03           | 2.4      | 03        | Licença Social para operar... "SLO" pode ... contribuir para... o relacionamento da mineração com a sociedade...   |
| Cap2.4P05           | 2.4      | 05        | ...criação de empregos e do investimento nas economias, os impactos das operações nos sistemas ambientais, sociais, humanos e econômicos, tornaram o relacionamento com a sociedade mais difícil |
| Cap2.4P05           | 2.4      | 05        | ...criação de empregos e do investimento nas economias, os impactos das operações nos sistemas ambientais, sociais, humanos e econômicos, tornaram o relacionamento com a sociedade mais difícil |
| Cap2.4P05           | 2.4      | 05        | ...criação de empregos e do investimento nas economias, os impactos das operações nos sistemas ambientais, sociais, humanos e econômicos, tornaram o relacionamento com a sociedade mais difícil |
| Cap2.4P05           | 2.4      | 05        | ...criação de empregos e do investimento nas economias, os impactos das operações nos sistemas ambientais, sociais, humanos e econômicos, tornaram o relacionamento com a sociedade mais difícil |

| Referência de texto |          |           |   |
|---------------------|----------|-----------|---|
| Código              | Capítulo | Parágrafo | Texto extraído  |
| Cap2.4P05           | 2.4      | 05        | ... criação de empregos e do investimento nas economias, os impactos das operações nos sistemas ambientais, sociais, humanos e econômicos, tornaram o relacionamento com a sociedade mais difícil   |
| Cap2.4P07           | 2.4      | 07        | ... a aceitação social para a exploração de recursos minerais só poderá ser alcançada se ... seus valores serão respeitados, o impacto ambiental minimizado, e as vantagens econômicas serão refletidas em empregos e melhoria no entorno |
| Cap2.4P07           | 2.4      | 07        | ... a aceitação social para a exploração de recursos minerais só poderá ser alcançada se ... seus valores serão respeitados, o impacto ambiental minimizado, e as vantagens econômicas serão refletidas em empregos e melhoria no entorno |
| Cap2.4P07           | 2.4      | 07        | ... a aceitação social para a exploração de recursos minerais só poderá ser alcançada se ... seus valores serão respeitados, o impacto ambiental minimizado, e as vantagens econômicas serão refletidas em empregos e melhoria no entorno |
| Cap2.4P07           | 2.4      | 07        | ... a aceitação social para a exploração de recursos minerais só poderá ser alcançada se ... seus valores serão respeitados, o impacto ambiental minimizado, e as vantagens econômicas serão refletidas em empregos e melhoria no entorno |
| Cap2.4P10           | 2.4      | 10        | a “legitimidade” é fronteira entre as empresas que perderam sua SLO... Caso a empresa consiga estabelecer a “credibilidade”, sobe para o nível de aprovação... A última fronteira é a da confiança  |
| Cap2.4P10           | 2.4      | 10        | a “legitimidade” é fronteira entre as empresas que perderam sua SLO... Caso a empresa consiga estabelecer a “credibilidade”, sobe para o nível de aprovação... A última fronteira é a da confiança  |
| Cap2.4P10           | 2.4      | 10        | a “legitimidade” é fronteira entre as empresas que perderam sua SLO... Caso a empresa consiga estabelecer a “credibilidade”, sobe para o nível de aprovação... A última fronteira é a da confiança  |
| Cap2.4P10           | 2.4      | 10        | a “legitimidade” é fronteira entre as empresas que perderam sua SLO... Caso a empresa consiga estabelecer a “credibilidade”, sobe para o nível de aprovação... A última fronteira é a da confiança  |
| Cap2.4P14           | 2.4      | 14        | Muito embora o fim seja o único objetivo, o meio pelo qual o processo é conduzido acaba se transformando em ator principal  |
| Cap2.4P14           | 2.4      | 14        | Muito embora o fim seja o único objetivo, o meio pelo qual o processo é conduzido acaba se transformando em ator principal  |
| Cap2.5.1P02         | 2.5.1    | 02        | a demanda por novos produtos ... resultando no consumo de grandes quantidades de recursos não renováveis  |

| Referência de texto |          |           |   |
|---------------------|----------|-----------|---|
| Código              | Capítulo | Parágrafo | Texto extraído  |
| Cap2.5.1P03         | 2.5.1    | 03        | .... modelo de desenvolvimento utilizado pelo mundo industrializado do pós-guerra não é sustentável   |
| Cap2.5.1P04         | 2.5.1    | 04        | Três domínios integrados (Social, Meio Ambiente, Econômico) encontramos a sustentabilidade  |
| Cap2.5.1P04         | 2.5.1    | 04        | Três domínios integrados (Social, Meio Ambiente, Econômico) encontramos a sustentabilidade  |
| Cap2.5.1P04         | 2.5.1    | 04        | Três domínios integrados (Social, Meio Ambiente, Econômico) encontramos a sustentabilidade  |
| Cap2.5.P106         | 2.5.P    | 06        | Desenvolvimento sustentável é o atendimento das necessidades da geração atual, sem comprometer a capacidade das gerações  |
| Cap2.5.P108         | 2.5.P    | 08        | a sustentabilidade da mineração está ... onde as atividades de mineração são realizadas, .. diferentes condições ecológicas, ambientais, econômicas e sociais, por isso a importância que as estratégias e políticas atendam as expectativas dos stakeholders |
| Cap2.5.P108         | 2.5.P    | 08        | a sustentabilidade da mineração está ... onde as atividades de mineração são realizadas, .. diferentes condições ecológicas, ambientais, econômicas e sociais, por isso a importância que as estratégias e políticas atendam as expectativas dos stakeholders |
| Cap2.5.P108         | 2.5.P    | 08        | a sustentabilidade da mineração está ... onde as atividades de mineração são realizadas, .. diferentes condições ecológicas, ambientais, econômicas e sociais, por isso a importância que as estratégias e políticas atendam as expectativas dos stakeholders |
| Cap2.5.P108         | 2.5.P    | 08        | a sustentabilidade da mineração está ... onde as atividades de mineração são realizadas, .. diferentes condições ecológicas, ambientais, econômicas e sociais, por isso a importância que as estratégias e políticas atendam as expectativas dos stakeholders |
| Cap2.5.P112         | 2.5.P    | 12        | Nesta linha... empresas de mineração empregam boas práticas de governança... gerenciar... externalidades, bem como a materialidade da mineração   |
| Cap2.5.P112         | 2.5.P    | 12        | Nesta linha... empresas de mineração empregam boas práticas de governança... gerenciar... externalidades, bem como a materialidade da mineração   |
| Cap2.5.P112         | 2.5.P    | 12        | Nesta linha... empresas de mineração empregam boas práticas de governança... gerenciar... externalidades, bem como a materialidade da mineração   |
| Cap2.5.2P03         | 2.5.2    | 03        | Na mineração de carvão, cada uma das etapas do ciclo de vida – extração, transporte, beneficiamento, recuperação de área – poderá trazer consigo uma série de externalidades, muitas delas cumulativas  |
| Cap2.5.2P03         | 2.5.2    | 03        | Na mineração de carvão, cada uma das etapas do ciclo de vida – extração, transporte, beneficiamento, recuperação de área – poderá trazer consigo uma série de externalidades, muitas delas cumulativas  |

| Referência de texto |          |           |  |
|---------------------|----------|-----------|--|
| Código              | Capítulo | Parágrafo | Texto extraído   |
| Cap2.5.2P03         | 2.5.2    | 03        | Na mineração de carvão, cada uma das etapas do ciclo de vida – extração, transporte, beneficiamento, recuperação de área – poderá trazer consigo uma série de externalidades, muitas delas cumulativas   |
| Cap2.5.2P03         | 2.5.2    | 03        | Na mineração de carvão, cada uma das etapas do ciclo de vida – extração, transporte, beneficiamento, recuperação de área – poderá trazer consigo uma série de externalidades, muitas delas cumulativas   |
| Cap2.5.2P03         | 2.5.2    | 03        | Elas ocorrem em diversas formas, sendo o imposto de renda, empregos, infraestrutura pública e pagamento de royalties os efeitos positivos mais conhecidos. De outro lado, temos os impactos á saúde, perde de diversidade ambiental e poluição |
| Cap2.5.2P03         | 2.5.2    | 03        | Elas ocorrem em diversas formas, sendo o imposto de renda, empregos, infraestrutura pública e pagamento de royalties os efeitos positivos mais conhecidos. De outro lado, temos os impactos á saúde, perde de diversidade ambiental e poluição |
| Cap2.5.2P03         | 2.5.2    | 03        | Elas ocorrem em diversas formas, sendo o imposto de renda, empregos, infraestrutura pública e pagamento de royalties os efeitos positivos mais conhecidos. De outro lado, temos os impactos á saúde, perde de diversidade ambiental e poluição |
| Cap2.5.3P01         | 2.5.3    | 01        | materialidade das indústrias... criar valor a curto, médio e longo prazo para as organizações ou influenciar as avaliações dos stakeholders  |
| Cap2.5.3P01         | 2.5.3    | 01        | materialidade das indústrias... criar valor a curto, médio e longo prazo para as organizações ou influenciar as avaliações dos stakeholders  |
| Cap2.5.3P02         | 2.5.3    | 02        | Os assuntos que envolvem a sustentabilidade garantem maior probabilidade para a construção da materialidade  |
| Cap2.5.3P03         | 2.5.3    | 03        | ... investimentos em sustentabilidade possam aumentar os custos de uma empresa   |
| Cap2.5.3P03         | 2.5.3    | 03        | ... investimentos em sustentabilidade possam aumentar os custos de uma empresa   |
| Cap2.5.3P03         | 2.5.3    | 03        | a) evidência de interesse,... mercado ou pesquisa em profundidade com stakeholders; b) evidência de impacto financeiro,.. evidências de nas receitas, custos, ...; c) ajuste de impacto futuro   |
| Cap2.5.3P03         | 2.5.3    | 03        | a) evidência de interesse,... mercado ou pesquisa em profundidade com stakeholders; b) evidência de impacto financeiro,.. evidências de nas receitas, custos, ...; c) ajuste de impacto futuro   |
| Cap2.5.3P03         | 2.5.3    | 03        | a) evidência de interesse,... mercado ou pesquisa em profundidade com stakeholders; b) evidência de impacto financeiro,.. evidências de nas receitas, custos, ...; c) ajuste de impacto futuro   |

| Referência de texto |          |           |   |
|---------------------|----------|-----------|---|
| Código              | Capítulo | Parágrafo | Texto extraído  |
| Cap2.5.3P06         | 2.5.3    | 06        | ... temas materiais são de extrema significância para as organizações, ... devem estar alicerçadas sob uma estrutura de governança robusta,...  |
| Cap2.5.4P01         | 2.5.4    | 01        | A ideia de que uma “boa” governança é um requisito fundamental para um desenvolvimento sustentável  |
| Cap2.5.4P08         | 2.5.4    | 08        | ... a governança ... consiste, antes, na geração de riqueza... geração e manutenção de empregos,... a preservação dos recursos naturais não renováveis, a promoção de direitos fundamentais do trabalhador e a proteção dos interesses do consumidor  |
| Cap2.5.4P08         | 2.5.4    | 08        | ... a governança ... consiste, antes, na geração de riqueza... geração e manutenção de empregos,... a preservação dos recursos naturais não renováveis, a promoção de direitos fundamentais do trabalhador e a proteção dos interesses do consumidor  |
| Cap2.5.4P08         | 2.5.4    | 08        | ... a governança ... consiste, antes, na geração de riqueza... geração e manutenção de empregos,... a preservação dos recursos naturais não renováveis, a promoção de direitos fundamentais do trabalhador e a proteção dos interesses do consumidor  |
| Cap2.5.4P08         | 2.5.4    | 08        | ... a governança ... consiste, antes, na geração de riqueza... geração e manutenção de empregos,... a preservação dos recursos naturais não renováveis, a promoção de direitos fundamentais do trabalhador e a proteção dos interesses do consumidor  |
| Cap2.5.4P08         | 2.5.4    | 08        | ... a governança ... consiste, antes, na geração de riqueza... geração e manutenção de empregos,... a preservação dos recursos naturais não renováveis, a promoção de direitos fundamentais do trabalhador e a proteção dos interesses do consumidor  |
| Cap2.5.4P09         | 2.5.4    | 09        | Governança corporativa é capaz de: a) Reduzir os custos de controles e aumentar a eficiência dos negócios, devido à redução de conflitos internos; b) ... acesso ao capital próprio, através da transparência dos resultados; c) Acesso mais fácil a investimentos, reduzindo incertezas do negócio; d) Melhorar reputação/imagem da empresa, através do aumento da confiança do público na empresa |
| Cap2.5.4P09         | 2.5.4    | 09        | Governança corporativa é capaz de: a) Reduzir os custos de controles e aumentar a eficiência dos negócios, devido à redução de conflitos internos; b) ... acesso ao capital próprio, através da transparência dos resultados; c) Acesso mais fácil a investimentos, reduzindo incertezas do negócio; d) Melhorar reputação/imagem da empresa, através do aumento da confiança do público na empresa |

| Referência de texto |          |           |   |
|---------------------|----------|-----------|---|
| Código              | Capítulo | Parágrafo | Texto extraído  |
| Cap2.5.4P09         | 2.5.4    | 09        | Governança corporativa é capaz de: a) Reduzir os custos de controles e aumentar a eficiência dos negócios, devido à redução de conflitos internos; b) ... acesso ao capital próprio, através da transparência dos resultados; c) Acesso mais fácil a investimentos, reduzindo incertezas do negócio; d) Melhorar reputação/imagem da empresa, através do aumento da confiança do público na empresa |
| Cap2.5.4P09         | 2.5.4    | 09        | Governança corporativa é capaz de: a) Reduzir os custos de controles e aumentar a eficiência dos negócios, devido à redução de conflitos internos; b) ... acesso ao capital próprio, através da transparência dos resultados; c) Acesso mais fácil a investimentos, reduzindo incertezas do negócio; d) Melhorar reputação/imagem da empresa, através do aumento da confiança do público na empresa |
| Cap2.5.4P09         | 2.5.4    | 09        | Governança corporativa é capaz de: a) Reduzir os custos de controles e aumentar a eficiência dos negócios, devido à redução de conflitos internos; b) ... acesso ao capital próprio, através da transparência dos resultados; c) Acesso mais fácil a investimentos, reduzindo incertezas do negócio; d) Melhorar reputação/imagem da empresa, através do aumento da confiança do público na empresa |
| Cap2.5.4P09         | 2.5.4    | 09        | Governança corporativa é capaz de: a) Reduzir os custos de controles e aumentar a eficiência dos negócios, devido à redução de conflitos internos; b) ... acesso ao capital próprio, através da transparência dos resultados; c) Acesso mais fácil a investimentos, reduzindo incertezas do negócio; d) Melhorar reputação/imagem da empresa, através do aumento da confiança do público na empresa |
| Cap2.5.4P11         | 2.5.4    | 11        | Os artigos analisados... as relações de trabalho... .. descrever e analisar os impactos ambientais decorrentes da mineração... desenvolverem o protagonismo do desenvolvimento da comunidade anfitriã   |
| Cap2.5.4P11         | 2.5.4    | 11        | Os artigos analisados... as relações de trabalho... .. descrever e analisar os impactos ambientais decorrentes da mineração... desenvolverem o protagonismo do desenvolvimento da comunidade anfitriã   |
| Cap2.5.4P11         | 2.5.4    | 11        | Os artigos analisados... as relações de trabalho... .. descrever e analisar os impactos ambientais decorrentes da mineração... desenvolverem o protagonismo do desenvolvimento da comunidade anfitriã   |
| Cap2.5.4P11         | 2.5.4    | 11        | Os artigos analisados... as relações de trabalho... .. descrever e analisar os impactos ambientais decorrentes da mineração... desenvolverem o protagonismo do desenvolvimento da comunidade anfitriã   |



| Referência de texto |          |           |   |
|---------------------|----------|-----------|---|
| Código              | Capítulo | Parágrafo | Texto extraído  |
| Cap2.6P01           | 2.6      | 01        | ... questões ESG tornou-se um ponto de interesse, também, para investidores, acionistas e governos como uma preocupação de gestão de risco.   |
| Cap2.6P03           | 2.6      | 03        | ... admitem que o bom desempenho do ESG pode melhorar o desempenho financeiro e a lucratividade da empresa  |
| Cap2.6P03           | 2.6      | 03        | grandes projetos foram paralisados e até abandonados, sendo uma boa parcela devido ao elevado custo com ESG   |
| Cap2.6P03           | 2.6      | 03        | grandes projetos foram paralisados e até abandonados, sendo uma boa parcela devido ao elevado custo com ESG   |
| Cap2.6P04           | 2.6      | 04        | ESG, geralmente estão relacionados a regulamentos, padrões, legitimidade e stakeholders,... conquistar a legitimidade de suas ações   |
| Cap2.6P04           | 2.6      | 04        | ESG, geralmente estão relacionados a regulamentos, padrões, legitimidade e stakeholders,... conquistar a legitimidade de suas ações   |
| Cap2.6P04           | 2.6      | 04        | ESG, geralmente estão relacionados a regulamentos, padrões, legitimidade e stakeholders,... conquistar a legitimidade de suas ações   |
| Cap2.6P06           | 2.6      | 06        | ... mineração sustentável consiste em equilibrar as demandas das partes interessadas... ao mesmo tempo que protege o meio ambiente e obtém lucros para o bem de seus acionistas             |
| Cap2.6P06           | 2.6      | 06        | ... mineração sustentável consiste em equilibrar as demandas das partes interessadas... ao mesmo tempo que protege o meio ambiente e obtém lucros para o bem de seus acionistas             |
| Cap2.6P06           | 2.6      | 06        | ... mineração sustentável consiste em equilibrar as demandas das partes interessadas... ao mesmo tempo que protege o meio ambiente e obtém lucros para o bem de seus acionistas             |
| Cap2.6P08           | 2.6      | 08        | Atender a altos níveis de desempenho do ESG traz consigo obrigadoriedades no comportamento corporativo nos três âmbitos esperados (Meio Ambiente, Social e Governança)...                   |
| Cap2.6P08           | 2.6      | 08        | Atender a altos níveis de desempenho do ESG traz consigo obrigadoriedades no comportamento corporativo nos três âmbitos esperados (Meio Ambiente, Social e Governança)...                   |
| Cap2.6P08           | 2.6      | 08        | Atender a altos níveis de desempenho do ESG traz consigo obrigadoriedades no comportamento corporativo nos três âmbitos esperados (Meio Ambiente, Social e Governança)...                   |
| Cap2.6P09           | 2.6      | 09        | ... abordagem sistêmica para construir a estratégia de sustentabilidade, com base em fatores ESG... para ajudar a melhorar o seu programa de inovação e sustentabilidade de uma organização |

| <b>Referência de texto</b> |                 |                  |   |
|----------------------------|-----------------|------------------|---|
| <b>Código</b>              | <b>Capítulo</b> | <b>Parágrafo</b> | <b>Texto extraído</b>   |
| Cap2.6P09                  | 2.6             | 09               | ... abordagem sistêmica para construir a estratégia de sustentabilidade, com base em fatores ESG... para ajudar a melhorar o seu programa de inovação e sustentabilidade de uma organização |
| Cap2.6P09                  | 2.6             | 09               | ... abordagem sistêmica para construir a estratégia de sustentabilidade, com base em fatores ESG... para ajudar a melhorar o seu programa de inovação e sustentabilidade de uma organização |
| Cap2.6P09                  | 2.6             | 09               | ... abordagem sistêmica para construir a estratégia de sustentabilidade, com base em fatores ESG... para ajudar a melhorar o seu programa de inovação e sustentabilidade de uma organização |

Fonte: Autor

## APÊNDICE II – ESTRUTURA CAUSAL E COMPORTAMENTO DAS VARIÁVEIS

Quadro com a estrutura causais, descrevendo as variáveis causa e efeito, suas relações e comportamento de cada uma das viáveis. O código de cada linha permite que seja feita a relação com o Apêndice X, que remeterá ao texto.

Lista completa de estruturas de variáveis e comportamentos

| Estruturas causais |  |                                  |         | Comportamento das variáveis |                 |
|--------------------|--|----------------------------------|---------|-----------------------------|-----------------|
| Código             | Variável causa   | Variável efeito                  | Relação | Variável causa              | Variável efeito |
| Cap2.2..P01        | Mineração de recursos                                      | Efeito negativo no meio ambiente | +       | Aumenta                     | Contribui       |
| Cap2.2..P04        | Mineração de recursos                                      | Qualidade de vida                | +       | Aumenta                     | Contribui       |
| Cap2.2..P04        | Mineração de recursos                                      | Extração                         | +       | Aumenta                     | Aumenta         |
| Cap2.2..P04        | Extração   | Processamento                    | +       | Aumenta                     | Aumenta         |
| Cap2.2..P04        | Extração   | Gerenciamento de resíduos        | +       | Aumenta                     | Maior           |
| Cap2.2..P04        | Extração   | Fechamento da mina               | +       | Aumenta                     | Aumenta         |
| Cap2.2..P04        | Processamento  | Uso de produto                   | +       | Aumenta                     | Aumenta         |
| Cap2.2..P04        | Fechamento da mina   | Reabilitação do meio ambiente    | +       | Aumenta                     | Melhora         |
| Cap2.2..P05        | Extração   | Desenvolvimento sustentável      | -       | Aumenta                     | Reduz           |
| Cap2.2..P05        | Processamento  | Desenvolvimento sustentável      | -       | Aumenta                     | Reduz           |
| Cap2.2..P06        | Green Mining Construction                                  | Desenvolvimento sustentável      | +       | Aumenta                     | Contribui       |
| Cap2.2..P06        | MMSD – “Mineração, Minerais e Desenvolvimento Sustentável” | Desenvolvimento sustentável      | +       | Aumenta                     | Contribui       |
| Cap2.2..P09        | Rigidez locacional   | Mineração de recursos            | +       | é identificada              | Viabiliza       |
| Cap2.2..P13        | Mineração de carvão  | Disponibilidade de energia       | +       | Aumenta                     | Contribui       |
| Cap2.2..P17        | Rigidez locacional   | Candiota (RS)                    | +       | é identificada              | Identifica      |
| Cap2.2..P22        | Políticas restritivas de consumo                           | Mineração de carvão              | -       | Publicação                  | Restringe       |
| Cap2.2..P23        | Recursos ecológicos e tecnológicos                         | Mineração de carvão              | +       | Aplicação                   | Aumenta         |
| Cap2.2..P23        | Mineração de carvão  | Desenvolvimento sustentável      | +       | Aumenta                     | Contribui       |
| Cap2.2..P23        | Mineração de carvão  | Economia local                   | +       | Aumenta                     | Contribui       |

| Estruturas causais |  |  |         | Comportamento das variáveis |                 |
|--------------------|--|--|---------|-----------------------------|-----------------|
| Código             | Variável causa                                     | Variável efeito                                    | Relação | Variável causa              | Variável efeito |
| Cap2.2..P24        | Desenvolvimento sustentável                        | Indústrias não sustentáveis                        | -       | Aumenta                     | Reduz           |
| Cap2.3..P02        | Desenvolvimento sustentável                        | Reflexos sociais                                   | +       | Maior                       | Viabiliza       |
| Cap2.3..P02        | Desenvolvimento sustentável                        | Reflexos econômicos                                | +       | Maior                       | Viabiliza       |
| Cap2.3..P02        | Desenvolvimento sustentável                        | Reflexos ambientais                                | +       | Maior                       | Viabiliza       |
| Cap2.3..P03        | Objetivos do Desenvolvimento Sustentável - ODS/SDG | Desenvolvimento sustentável                        | +       | Atingimento                 | Contribui       |
| Cap2.3..P04        | Reflexos sociais                                   | Indicadores  | +       | Melhor                      | Contribui       |
| Cap2.3..P04        | Reflexos econômicos                                | Indicadores  | +       | Melhor                      | Contribui       |
| Cap2.3..P04        | Reflexos ambientais                                | Indicadores  | +       | Melhor                      | Contribui       |
| Cap2.3..P04        | Indicadores  | Metas  | +       | melhor o resultado          | Contribui       |
| Cap2.3..P04        | Metas  | Objetivos do Desenvolvimento Sustentável - ODS/SDG | +       | Atingimento                 | Contribui       |
| Cap2.3..P08        | Mineração  | Energia  | +       | Maior                       | Geração         |
| Cap2.3..P09        | Mineração  | Comunidade   | +       | Impacto positivo            | Contribui       |
| Cap2.3..P09        | Mineração  | Economia   | +       | Impacto positivo            | Contribui       |
| Cap2.3..P09        | Mineração  | Reflexos ambientais                                | +       | Maior                       | Contribui       |
| Cap2.3..P09        | Comunidade   | ODS / SDG  | +       | Desenvolvida                | Contribui       |
| Cap2.3..P09        | Economia   | ODS / SDG  | +       | Desenvolvida                | Contribui       |
| Cap2.3..P09        | Meio ambiente                                      | ODS / SDG  | +       | Recuperado                  | Contribui       |
| Cap2.3..P13        | Mineração de carvão                                | SDG 3 – Saúde e bem estar                          | -       | Aumenta                     | Contribui       |
| Cap2.3..P13        | Mineração de carvão                                | SDG 1 – Erradicação da Pobreza                     | +       | Aumenta                     | Contribui       |
| Cap2.3..P13        | Mineração de carvão                                | SDG 13 – Ação contra a mudança global do clima     | -       | Aumenta                     | Contribui       |
| Cap2.3..P13        | Mineração de carvão                                | SDG 15 – Vida terrestre                            | -       | Aumenta                     | Contribui       |
| Cap2.3..P13        | Mineração de carvão                                | SDG 15 – Vida terrestre                            | +       | Aumenta                     | Contribui       |
| Cap2.3..P14        | ODS / SDG  | Licença Social para Operar - SLO                   | +       | Atingimento                 | Contribui       |
| Cap2.4..P01        | Mineração  | Reflexos ambientais                                | -       | Impacto negativo            | Piora           |
| Cap2.4..P01        | Mineração  | Conflito com comunidades                           | -       | Impacto negativo            | Contribui       |
| Cap2.4..P01        | Impacto ambientais                                 | Imagem da mineração                                | -       | Maior                       | Piora           |

| Estruturas causais |                                     |  |         | Comportamento das variáveis |                 |
|--------------------|-------------------------------------|--|---------|-----------------------------|-----------------|
| Código             | Variável causa                      | Variável efeito                        | Relação | Variável causa              | Variável efeito |
| Cap2.4..P01        | Conflito com comunidades            | Imagem da mineração                    | -       | Maior                       | Piora           |
| Cap2.4..P03        | Relacionamento com sociedade        | Licença Social para operar...<br>"SLO" | +       | Proximidade                 | Consolida       |
| Cap2.4..P03        | Licença Social para operar... "SLO" | Mineração                              | +       | Consolida                   | Aceitação       |
| Cap2.4..P05        | Mineração                           | Reflexos economicos                    | +       | Maior                       | Contribui       |
| Cap2.4..P05        | Mineração                           | Reflexos sociais                       | -       | Maior                       | Contribui       |
| Cap2.4..P05        | Mineração                           | Reflexos ambientais                    | -       | Maior                       | Piora           |
| Cap2.4..P05        | Impacto Social                      | Relacionamento com sociedade           | -       | Maior                       | Piora           |
| Cap2.4..P05        | Impacto ambiental                   | Relacionamento com sociedade           | -       | Maior                       | Piora           |
| Cap2.4..P07        | Valores respeitados                 | Licença Social para operar...<br>"SLO" | +       | Maior                       | Consolida       |
| Cap2.4..P07        | Impacto ambiental minimizado        | Licença Social para operar...<br>"SLO" | +       | Maior                       | Consolida       |
| Cap2.4..P07        | Criação de empregos                 | Licença Social para operar...<br>"SLO" | +       | Crescimento                 | Consolida       |
| Cap2.4..P07        | Melhoria na comunidade              | Licença Social para operar...<br>"SLO" | +       | Aumenta                     | Consolida       |
| Cap2.4..P10        | Gestão dos impactos                 | Rejeição                               | +       | Menor                       | Maior           |
| Cap2.4..P10        | Gestão dos impactos                 | Aceitação                              | +       | Maior                       | Maior           |
| Cap2.4..P10        | Aceitação                           | Aprovação                              | +       | Maior                       | Maior           |
| Cap2.4..P10        | Aprovação                           | Identificação Psicológica              | +       | Maior                       | Maior           |
| Cap2.4..P14        | Governança                          | Gestão dos impactos                    | +       | Mais consolidada            | Maior           |
| Cap2.4...P14       | gestão dos impactos                 | Licença Social para operar...<br>"SLO" | +       | Maior                       | Consolida       |
| Cap2.5.1P02        | Novas demandas                      | Consumo de recursos                    | +       | Cresce                      | Cresce          |
| Cap2.5.1P03        | Desenvolvimento econômico           | Sustentabilidade                       | -       | Cresce                      | Reduz           |
| Cap2.5.1P04        | Aspectos sociais                    | Sustentabilidade                       | +       | Mais                        | Contribui       |
| Cap2.5.1P04        | Aspectos ambientais                 | Sustentabilidade                       | +       | Mais                        | Contribui       |

| Estruturas causais |                                  |                            |         | Comportamento das variáveis |                 |
|--------------------|----------------------------------|----------------------------|---------|-----------------------------|-----------------|
| Código             | Variável causa                   | Variável efeito            | Relação | Variável causa              | Variável efeito |
| Cap2.5.1P04        | Aspectos econômicos              | Sustentabilidade           | +       | Mais                        | Contribui       |
| Cap2.5.1P06        | Consumo de recurso atual         | Consumo de recurso futuro  | -       | Moderado                    | Disponibilidade |
| Cap2.5.1P08        | Estratégia mineração             | Reflexos sociais           | +       | Melhor                      | Contribui       |
| Cap2.5.1P08        | Estratégia mineração             | Reflexos ambientais        | +       | Melhor                      | Contribui       |
| Cap2.5.1P08        | Estratégia mineração             | Reflexos econômicos        | +       | Melhor                      | Contribui       |
| Cap2.5.1P08        | Expectativa do Stakeholder       | Estratégia mineração       | +       | Maior                       | Contribui       |
| Cap2.5.1P12        | Governança                       | Externalidades             | +       | Consolidada                 | Menor           |
| Cap2.5.1P12        | Externalidades                   | Materialidades             | +       | Menos                       | Melhor          |
| Cap2.5.1P12        | Materialidades                   | Sustentabilidade           | +       | Melhor                      | Contribui       |
| Cap2.5.2P03        | Extração                         | Externalidades             | +       | Aumenta                     | Maior           |
| Cap2.5.2P03        | Transporte                       | Externalidades             | +       | Maior                       | Aumenta         |
| Cap2.5.2P03        | Beneficiamento                   | Externalidades             | +       | Maior                       | Aumenta         |
| Cap2.5.2P03        | recuperação de área              | Externalidades             | +       | Maior                       | Aumenta         |
| Cap2.5.2P03        | Externalidades                   | Reflexos sociais           | -       | Mais                        | Piora           |
| Cap2.5.2P03        | Externalidades                   | Reflexos ambientais        | -       | Mais                        | Piora           |
| Cap2.5.2P03        | Externalidades                   | Reflexos econômicos        | +       | Mais                        | Melhora         |
| Cap2.5.3P01        | Materialidade                    | valor da industria         | +       | Consolidada                 | Aumenta         |
| Cap2.5.3P01        | Materialidade                    | avaliação dos stakeholders | +       | Consolidada                 | Influencia      |
| Cap2.5.3P02        | Sustentabilidade                 | Materialidade              | +       | Maior                       | Consolida       |
| Cap2.5.3P03        | Investimento financeiro          | Sustentabilidade           | +       | Aumenta                     | Melhora         |
| Cap2.5.3P03        | Sustentabilidade                 | Custo da empresa           | -       | Melhora                     | Aumenta         |
| Cap2.5.3P03        | evidência de interesse           | Investimento financeiro    | +       | Identificada                | Aumenta         |
| Cap2.5.3P03        | evidência de impacto financeiro, | Investimento financeiro    | +       | Identificada                | Aumenta         |
| Cap2.5.3P03        | ajuste de impacto futuro         | Investimento financeiro    | +       | Identificada                | Aumenta         |
| Cap2.5.3P06        | Governança                       | Materialidade              | +       | Maior                       | Consolida       |
| Cap2.5.4P01        | Governança                       | Sustentabilidade           | +       | Maior                       | Desenvolve      |
| Cap2.5.4P08        | Governança                       | Geração de riqueza         | +       | Maior                       | Viabiliza       |
| Cap2.5.4P08        | Governança                       | Empregos                   | +       | Maior                       | Cresce          |

| Estruturas causais |                           |                           |         | Comportamento das variáveis |                 |
|--------------------|---------------------------|---------------------------|---------|-----------------------------|-----------------|
| Código             | Variável causa            | Variável efeito           | Relação | Variável causa              | Variável efeito |
| Cap2.5.4P08        | Governança                | Recursos naturais         | +       | Maior                       | Preserva        |
| Cap2.5.4P08        | Governança                | Direitos do trabalhador   | +       | Maior                       | Promove         |
| Cap2.5.4P08        | Governança                | Interesse do consumidor   | +       | Maior                       | Aumenta         |
| Cap2.5.4P09        | Governança                | conflitos internos        | -       | Maior                       | Reduz           |
| Cap2.5.4P09        | conflitos internos        | Custos de controle        | -       | Maior                       | Reduz           |
| Cap2.5.4P09        | conflitos internos        | Eficiência                | +       | Reduz                       | Aumenta         |
| Cap2.5.4P09        | Governança                | incerteza                 | -       | Maior                       | Reduz           |
| Cap2.5.4P09        | incerteza                 | Capital próprio           | +       | Menor                       | Disponibiliza   |
| Cap2.5.4P09        | Governança                | Imagem                    | +       | Maior                       | Melhora         |
| Cap2.5.4P11        | Governança                | Mineração de carvão       | +       | Maior                       | Aumenta         |
| Cap2.5.4P11        | Mineração de carvão       | Segurança do trabalhador  | +       | Aumenta                     | Aumenta         |
| Cap2.5.4P11        | Mineração de carvão       | Impactos ambientais       | -       | Aumenta                     | Melhora         |
| Cap2.5.4P11        | Mineração de carvão       | Projetos sociais          | +       | Aumenta                     | Potencializa    |
| Cap2.6..P01        | ESG                       | Risco                     | -       | Consolidado                 | Reduz           |
| Cap2.6..P03        | ESG                       | Desempenho financeiro     | +       | Consolidado                 | Melhora         |
| Cap2.6..P03        | ESG                       | Custo da empresa          | -       | Consolidado                 | Aumenta         |
| Cap2.6..P03        | Custo da empresa          | Desempenho financeiro     | -       | Aumenta                     | Piora           |
| Cap2.6..P04        | ESG                       | Atendimento de normas     | +       | Consolidado                 | Melhora         |
| Cap2.6..P04        | Atendimento de normas     | Expectativas Stakeholders | +       | Maior                       | Melhora         |
| Cap2.6..P04        | Expectativas Stakeholders | Legitimidade social       | +       | Maior                       | Aumenta         |
| Cap2.6..P06        | Mineração sustentável     | Expectativas Stakeholders | +       | Aumenta                     | Melhora         |
| Cap2.6..P06        | Mineração sustentável     | impacto ao meio ambiente  | -       | Aumenta                     | Protege         |
| Cap2.6..P06        | Mineração sustentável     | Acionista                 | +       | Aumenta                     | Reflete         |
| Cap2.6..P08        | ESG                       | Reflexos sociais          | +       | Consolidado                 | Melhora         |
| Cap2.6..P08        | ESG                       | Reflexos ambientais       | +       | Consolidado                 | Melhora         |
| Cap2.6..P08        | ESG                       | Reflexos econômicos       | +       | Consolidado                 | Melhora         |
| Cap2.6..P09        | Abordagem sistêmica       | Sustentabilidade          | +       | Maior                       | Melhora         |
| Cap2.6..P09        | ESG                       | Sustentabilidade          | +       | Consolidado                 | Melhora         |

|             |                  | <b>Estruturas causais</b> |                          |         | <b>Comportamento das variáveis</b> |                 |
|-------------|------------------|---------------------------|--------------------------|---------|------------------------------------|-----------------|
| Código      | Variável causa   |                           | Variável efeito          | Relação | Variável causa                     | Variável efeito |
| Cap2.6..P09 | Sustentabilidade |                           | Inovação                 | +       | Maior                              | Maior           |
| Cap2.6..P09 | Sustentabilidade |                           | Resultado de longo prazo | +       | Maior                              | Melhora         |

Fonte: Autor



APÊNDICE III – DIAGRAMA DE SETAS

Lista completa de diagrama de setas das variáveis

| Código    | Causa  | Efeito                           | +/- | Diagrama de palavras e setas |
|-----------|--|----------------------------------|-----|------------------------------|
| Cap2.2P01 | Mineração de recursos                                      | Efeito negativo no meio ambiente | +   |                              |
| Cap2.2P04 | Mineração de recursos                                      | Qualidade de vida                | +   |                              |
| Cap2.2P04 | Mineração de recursos                                      | Extração                         | +   |                              |
| Cap2.2P04 | Extração   | Processamento                    | +   |                              |
| Cap2.2P04 | Extração   | Gerenciamento de resíduos        | +   |                              |
| Cap2.2P04 | Extração   | Fechamento da mina               | +   |                              |
| Cap2.2P04 | Processamento  | Uso de produto                   | +   |                              |
| Cap2.2P04 | Fechamento da mina   | Reabilitação do meio ambiente    | +   |                              |
| Cap2.2P04 | Fechamento da mina   | Reabilitação do meio ambiente    | +   |                              |
| Cap2.2P05 | Extração   | Desenvolvimento sustentável      | -   |                              |
| Cap2.2P05 | Processamento  |                                  | -   |                              |
| Cap2.2P06 | Green Mining Construction                                  | Desenvolvimento sustentável      | +   |                              |
| Cap2.2P06 | MMSD – “Mineração, Minerais e Desenvolvimento Sustentável” |                                  | +   |                              |

| Código    | Causa  | Efeito                      | +/- | Diagrama de palavras e setas |
|-----------|--|-----------------------------|-----|------------------------------|
| Cap2.2P09 | Rigidez locacional                                 | Mineração de recursos       | +   |                              |
| Cap2.2P13 | Mineração de carvão                                | Disponibilidade de energia  | +   |                              |
| Cap2.2P17 | Rigidez locacional                                 | Candiota (RS)               | +   |                              |
| Cap2.2P22 | Políticas restritivas de consumo                   | Mineração de carvão         | -   |                              |
| Cap2.2P23 | Recursos ecológicos e tecnológicos                 | Mineração de carvão         | +   |                              |
| Cap2.2P23 |  | Desenvolvimento sustentável | +   |                              |
| Cap2.2P23 | Mineração de carvão                                | Economia local              | +   |                              |
| Cap2.2P24 | Desenvolvimento sustentável                        | Indústrias não sustentáveis | -   |                              |
| Cap2.3P02 |  | Processos sociais           | +   |                              |
| Cap2.3P02 | Desenvolvimento sustentável                        | Processos econômicos        | +   |                              |
| Cap2.3P02 |  | Processos Ambientais        | +   |                              |
| Cap2.3P03 | Objetivos do Desenvolvimento Sustentável - ODS/SDG | Desenvolvimento sustentável | +   |                              |

| Código    | Causa                | Efeito   | +/- | Diagrama de palavras e setas |
|-----------|----------------------|--|-----|------------------------------|
| Cap2.3P04 | Processos sociais    |  | +   |                              |
| Cap2.3P04 | Processos economicos | Indicadores  | +   |                              |
| Cap2.3P04 | Processos Ambientais |  | +   |                              |
| Cap2.3P04 | Indicadores          | Metas  | +   |                              |
| Cap2.3P04 | Metas                | Objetivos do Desenvolvimento Sustentável - ODS/SDG | +   |                              |
| Cap2.3P08 | Mineração            | Energia  | +   |                              |
| Cap2.3P09 |                      | Comunidade   | +   |                              |
| Cap2.3P09 | Mineração            | Economia   | +   |                              |
| Cap2.3P09 |                      | Meio ambiente                                      | +   |                              |
| Cap2.3P09 | Comunidade           |  | +   |                              |
| Cap2.3P09 | Economia             | ODS / SDG  | +   |                              |
| Cap2.3P09 | Meio ambiente        |  | +   |                              |
| Cap2.3P13 |                      | SDG 3 – Saúde e bem estar                          | -   |                              |
| Cap2.3P13 |                      | SDG 1 – Erradicação da Pobreza                     | +   |                              |
| Cap2.3P13 | Mineração de carvão  | SDG 13 – Ação contra a mudança global do clima     | -   |                              |
| Cap2.3P13 |                      | SDG 15 – Vida terrestre                            | -   |                              |
| Cap2.3P13 |                      | SDG 15 – Vida terrestre                            | +   |                              |
| Cap2.3P14 | ODS / SDG            | Licença Social para Operar - SLO                   | +   |                              |

| Código    | Causa                               | Efeito                              | +/-                          | Diagrama de palavras e setas   |   |
|-----------|-------------------------------------|-------------------------------------|------------------------------|--|---|
| Cap2.4P01 | Mineração                           | Impacto ambiental                   | -                            | <pre> graph LR     Min[Mineração] --&gt; IA[Impacto ambiental]     Min --&gt; CC[Conflito com comunidade]     CC -.-&gt; IA     CC -.-&gt; IM[Imagem da mineração]     IA -.-&gt; IM             </pre>  |   |
| Cap2.4P01 |                                     | Conflito com comunidades            | -                            |  |   |
| Cap2.4P01 | Impacto ambientais                  | Imagem da mineração                 | -                            |  |   |
| Cap2.4P01 | Conflito com comunidades            | Imagem da mineração                 | -                            |  |   |
| Cap2.4P03 | Relacionamento com sociedade        | Licença Social para operar... "SLO" | +                            | <pre> graph LR     RS[Relacionamento com Sociedade] --&gt; LSO[Licença Social para operar SLO]     LSO --&gt; Min[Mineração]             </pre>  |   |
| Cap2.4P03 | Licença Social para operar... "SLO" | Mineração                           | +                            |  |   |
| Cap2.4P05 | Mineração                           | Impacto econômico                   | +                            | <pre> graph LR     Min[Mineração] --&gt; IE[Impacto econômico]     Min --&gt; IS[Impacto Social]     Min --&gt; IA[Impacto ambiental]     IS -.-&gt; RS[Relacionamento com sociedade]     IA -.-&gt; RS             </pre>   |   |
| Cap2.4P05 |                                     | Impacto Social                      | -                            |  |   |
| Cap2.4P05 |                                     | Impacto ambiental                   | -                            |  |   |
| Cap2.4P05 |                                     | Impacto Social                      | Relacionamento com sociedade |  | - |
| Cap2.4P05 |                                     | Impacto ambiental                   | Relacionamento com sociedade |  | - |
| Cap2.4P07 | Valores respeitados                 | Licença Social para operar... "SLO" | +                            | <pre> graph LR     CE[Criação de emprego] --&gt; LSO[Licença Social para operar SLO]     VR[Valores respeitados] --&gt; LSO     IA[Impacto ambiental] --&gt; LSO     MC[Melhoria na comunidade] --&gt; LSO     LSO --&gt; GI[Gestão dos Impactos]     GI --&gt; Rej[Rejeição]     GI --&gt; A[Aprovação]     A --&gt; Ace[Aceitação]     A --&gt; IP[Identificação psicológica]     Ace --&gt; IP             </pre> |   |
| Cap2.4P07 | Impacto ambiental minimizado        |                                     | +                            |  |   |
| Cap2.4P07 | Criação de empregos                 |                                     | +                            |  |   |
| Cap2.4P07 | Melhoria na comunidade              |                                     | +                            |  |   |
| Cap2.4P10 | Gestão dos impactos                 | Rejeição                            | +                            | <pre> graph LR     GI[Gestão dos Impactos] --&gt; Rej[Rejeição]     GI --&gt; A[Aprovação]     A --&gt; Ace[Aceitação]     A --&gt; IP[Identificação psicológica]     Ace --&gt; IP             </pre>   |   |
| Cap2.4P10 | Gestão dos impactos                 | Aceitação                           | +                            |  |   |
| Cap2.4P10 | Aceitação                           | Aprovação                           | +                            |  |   |
| Cap2.4P10 | Aprovação                           | Identificação Psicológica           | +                            |  |   |

| Código      | Causa                      | Efeito                              | +/- | Diagrama de palavras e setas |
|-------------|----------------------------|-------------------------------------|-----|------------------------------|
| Cap2.4P14   | Governança                 | Gestão dos impactos                 | +   |                              |
| Cap2.4P14   | gestão dos impactos        | Licença Social para operar... "SLO" | +   |                              |
| Cap2.5.1P02 | Novas demandas             | Consumo de recursos                 | +   |                              |
| Cap2.5.1P03 | Desenvolvimento econômico  | Sustentabilidade                    | -   |                              |
| Cap2.5.1P04 | Aspectos sociais           | Sustentabilidade                    | +   |                              |
| Cap2.5.1P04 | Aspectos ambientais        |                                     | +   |                              |
| Cap2.5.1P04 | Aspectos econômicos        |                                     | +   |                              |
| Cap2.5.P106 | Consumo de recurso atual   | Consumo de recurso futuro           | -   |                              |
| Cap2.5.P108 | Estratégia mineração       | Aspectos sociais                    | +   |                              |
| Cap2.5.P108 |                            | Aspectos ambientais                 | +   |                              |
| Cap2.5.P108 |                            | Aspectos econômicos                 | +   |                              |
| Cap2.5.P108 | Expectativa do Stakeholder | Estratégia mineração                | +   |                              |
| Cap2.5.P112 | Governança                 | Externalidades                      | +   |                              |
| Cap2.5.P112 | Externalidades             | Materialidades                      | +   |                              |
| Cap2.5.P112 | Materialidades             | Sustentabilidade                    | +   |                              |

| Código      | Causa                            | Efeito                     | +/- | Diagrama de palavras e setas |
|-------------|----------------------------------|----------------------------|-----|------------------------------|
| Cap2.5.2P03 | Extração                         | Externalidades             | +   |                              |
| Cap2.5.2P03 | Transporte                       |                            | +   |                              |
| Cap2.5.2P03 | Beneficiamento                   |                            | +   |                              |
| Cap2.5.2P03 | recuperação de área              |                            | +   |                              |
| Cap2.5.2P03 | Externalidades                   | Aspectos sociais           | -   |                              |
| Cap2.5.2P03 | Externalidades                   | Aspectos ambientais        | -   |                              |
| Cap2.5.2P03 | Externalidades                   | Aspectos econômicos        | +   |                              |
| Cap2.5.3P01 | Materialidade                    | valor da industria         | +   |                              |
| Cap2.5.3P01 | Materialidade                    | avaliação dos stakeholders | +   |                              |
| Cap2.5.3P02 | Sustentabilidade                 | Materialidade              | +   |                              |
| Cap2.5.3P03 | Investimento financeiro          | Sustentabilidade           | +   |                              |
| Cap2.5.3P03 | Sustentabilidade                 | Custo da empresa           | -   |                              |
| Cap2.5.3P03 | evidência de interesse           | Investimento financeiro    | +   |                              |
| Cap2.5.3P03 | evidência de impacto financeiro, |                            | +   |                              |
| Cap2.5.3P03 | ajuste de impacto futuro         |                            | +   |                              |
| Cap2.5.3P06 | Governança                       | Materialidade              | +   |                              |
| Cap2.5.4P01 | Governança                       | Sustentabilidade           | +   |                              |

| Código      | Causa                     | Efeito                    | +/- | Diagrama de palavras e setas |
|-------------|---------------------------|---------------------------|-----|------------------------------|
| Cap2.5.4P08 |                           | Geração de riqueza        | +   |                              |
| Cap2.5.4P08 |                           | Empregos                  | +   |                              |
| Cap2.5.4P08 | Governança                | Recursos naturais         | +   |                              |
| Cap2.5.4P08 |                           | Direitos do trabalhador   | +   |                              |
| Cap2.5.4P08 |                           | Interesse do consumidor   | +   |                              |
| Cap2.5.4P09 | Governança                | conflitos internos        | -   |                              |
| Cap2.5.4P09 | conflitos internos        | Custos de controle        | -   |                              |
| Cap2.5.4P09 | conflitos internos        | Eficiência                | +   |                              |
| Cap2.5.4P09 | Governança                | incerteza                 | -   |                              |
| Cap2.5.4P09 | incerteza                 | Capital próprio           | +   |                              |
| Cap2.5.4P09 | Governança                | Imagem                    | +   |                              |
| Cap2.5.4P11 | Governança                | Mineração de carvão       | +   |                              |
| Cap2.5.4P11 |                           | Segurança do trabalhador  | +   |                              |
| Cap2.5.4P11 | Mineração de carvão       | Impactos ambientais       | -   |                              |
| Cap2.5.4P11 |                           | Projetos sociais          | +   |                              |
| Cap2.6P01   | ESG                       | Risco                     | -   |                              |
| Cap2.6P03   | ESG                       | Desempenho financeiro     | +   |                              |
| Cap2.6P03   | ESG                       | Custo da empresa          | -   |                              |
| Cap2.6P03   | Custo da empresa          | Desempenho financeiro     | -   |                              |
| Cap2.6P04   | ESG                       | Atendimento de normas     | +   |                              |
| Cap2.6P04   | Atendimento de normas     | Expectativas Stakeholders | +   |                              |
| Cap2.6P04   | Expectativas Stakeholders | Legitimidade social       | +   |                              |

| Código    | Causa                 | Efeito                    | +/- | Diagrama de palavras e setas |
|-----------|-----------------------|---------------------------|-----|------------------------------|
| Cap2.6P06 |                       | Expectativas Stakeholders | +   |                              |
| Cap2.6P06 | Mineração sustentável | impacto ao meio ambiente  | -   |                              |
| Cap2.6P06 |                       | Acionista                 | +   |                              |
| Cap2.6P08 |                       | Aspectos sociais          | +   |                              |
| Cap2.6P08 | ESG                   | Aspectos ambientais       | +   |                              |
| Cap2.6P08 |                       | Aspectos econômicos       | +   |                              |
| Cap2.6P09 | Abordagem sistêmica   | Sustentabilidade          | +   |                              |
| Cap2.6P09 | ESG                   | Sustentabilidade          | +   |                              |
| Cap2.6P09 | Sustentabilidade      | Inovação                  | +   |                              |
| Cap2.6P09 | Sustentabilidade      | Resultado de longo prazo  | +   |                              |




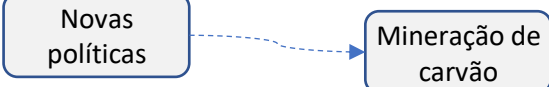
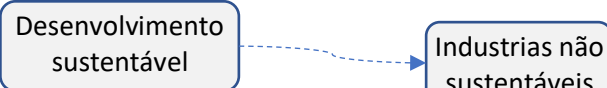
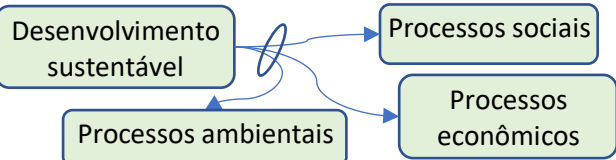

Fonte: Autor



## APÊNDICE IV – DIAGRAMA DE SETAS


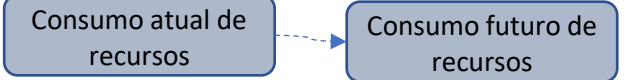
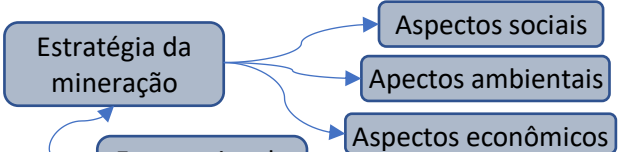
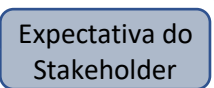
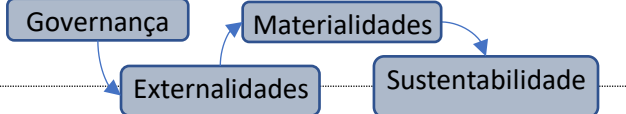
Lista completa de diagrama de setas das variáveis

| Código    | Causa  | Efeito                           | +/- | Diagrama de palavras e setas |
|-----------|--|----------------------------------|-----|------------------------------|
| Cap2.2P01 | Mineração de recursos                                      | Efeito negativo no meio ambiente | +   |                              |
| Cap2.2P04 | Mineração de recursos                                      | Qualidade de vida                | +   |                              |
| Cap2.2P04 | Mineração de recursos                                      | Extração                         | +   |                              |
| Cap2.2P04 | Extração   | Processamento                    | +   |                              |
| Cap2.2P04 | Extração   | Gerenciamento de resíduos        | +   |                              |
| Cap2.2P04 | Extração   | Fechamento da mina               | +   |                              |
| Cap2.2P04 | Processamento  | Uso de produto                   | +   |                              |
| Cap2.2P04 | Fechamento da mina   | Reabilitação do meio ambiente    | +   |                              |
| Cap2.2P05 | Extração   | Desenvolvimento sustentável      | -   |                              |
| Cap2.2P05 | Processamento  |                                  | -   |                              |
| Cap2.2P06 | Green Mining Construction                                  | Desenvolvimento sustentável      | +   |                              |
| Cap2.2P06 | MMSD – “Mineração, Minerais e Desenvolvimento Sustentável” |                                  | +   |                              |

| Código    | Causa  | Efeito                      | +/- | Diagrama de palavras e setas  |
|-----------|--|-----------------------------|-----|---|
| Cap2.2P09 | Rigidez locacional                                 | Mineração de recursos       | +   |    |
| Cap2.2P13 | Mineração de carvão                                | Disponibilidade de energia  | +   |    |
| Cap2.2P17 | Rigidez locacional                                 | Candiota (RS)               | +   |    |
| Cap2.2P22 | Políticas restritivas de consumo                   | Mineração de carvão         | -   |    |
| Cap2.2P23 | Recursos ecológicos e tecnológicos                 | Mineração de carvão         | +   |    |
| Cap2.2P23 |  | Desenvolvimento sustentável | +   |   |
| Cap2.2P23 | Mineração de carvão                                | Economia local              | +   |   |
| Cap2.2P24 | Desenvolvimento sustentável                        | Indústrias não sustentáveis | -   |   |
| Cap2.3P02 |  | Processos sociais           | +   |  |
| Cap2.3P02 | Desenvolvimento sustentável                        | Processos econômicos        | +   |   |
| Cap2.3P02 |  | Processos Ambientais        | +   |   |
| Cap2.3P03 | Objetivos do Desenvolvimento Sustentável - ODS/SDG | Desenvolvimento sustentável | +   |  |

| Código    | Causa                | Efeito   | +/- | Diagrama de palavras e setas   |
|-----------|----------------------|--|-----|--|
| Cap2.3P04 | Processos sociais    |  | +   | <pre> graph TD     PE[Processos econômicos] --&gt; I[Indicadores]     PS[Processos sociais] --&gt; I     PA[Processos ambientais] --&gt; I     I --&gt; M[Metas]     M --&gt; ODS[ODS / SDG]         </pre>  |
| Cap2.3P04 | Processos economicos | Indicadores  | +   |  |
| Cap2.3P04 | Processos Ambientais |  | +   |  |
| Cap2.3P04 | Indicadores          | Metas  | +   |  |
| Cap2.3P04 | Metas                | Objetivos do Desenvolvimento Sustentável - ODS/SDG | +   |  |
| Cap2.3P08 | Mineração            | Energia  | +   | <pre> graph TD     M[Mineração] --&gt; DE[Disponibilidade de energia]         </pre>   |
| Cap2.3P09 |                      | Comunidade   | +   | <pre> graph TD     M[Mineração] --&gt; ME[Meio ambiente]     M --&gt; E[Economia]     M --&gt; C[Comunidade]     ME --&gt; ODS[ODS / SDG]     E --&gt; ODS     C --&gt; ODS         </pre>   |
| Cap2.3P09 | Mineração            | Economia   | +   |  |
| Cap2.3P09 |                      | Meio ambiente                                      | +   |  |
| Cap2.3P09 | Comunidade           |  | +   |  |
| Cap2.3P09 | Economia             | ODS / SDG  | +   |  |
| Cap2.3P09 | Meio ambiente        |  | +   |  |
| Cap2.3P13 |                      | SDG 3 – Saúde e bem estar                          | -   | <pre> graph TD     MC[Mineração de carvão] --&gt; S1[SDG 1 – Erradicação da Pobreza]     MC --&gt; S3[SDG 3 – Saúde e bem estar]     MC --&gt; S15[SDG 15 Vida terrestre]     MC --&gt; S13[SDG 13 – Ação contra a mudança global do clima]         </pre> |
| Cap2.3P13 |                      | SDG 1 – Erradicação da Pobreza                     | +   |  |
| Cap2.3P13 | Mineração de carvão  | SDG 13 – Ação contra a mudança global do clima     | -   |  |
| Cap2.3P13 |                      | SDG 15 – Vida terrestre                            | -   |  |
| Cap2.3P13 |                      | SDG 15 – Vida terrestre                            | +   |  |

| Código    | Causa                               | Efeito                              | +/-                          | Diagrama de palavras e setas |   |
|-----------|-------------------------------------|-------------------------------------|------------------------------|------------------------------|---|
| Cap2.3P14 | ODS / SDG                           | Licença Social para Operar - SLO    | +                            |                              |   |
| Cap2.4P01 | Mineração                           | Impacto ambiental                   | -                            |                              |   |
| Cap2.4P01 |                                     | Conflito com comunidades            | -                            |                              |   |
| Cap2.4P01 | Impacto ambientais                  | Imagem da mineração                 | -                            |                              |   |
| Cap2.4P01 | Conflito com comunidades            |                                     | -                            |                              |   |
| Cap2.4P03 | Relacionamento com sociedade        | Licença Social para operar... "SLO" | +                            |                              |   |
| Cap2.4P03 | Licença Social para operar... "SLO" | Mineração                           | +                            |                              |   |
| Cap2.4P05 | Mineração                           | Impacto econômico                   | +                            |                              |   |
| Cap2.4P05 |                                     | Impacto Social                      | -                            |                              |   |
| Cap2.4P05 |                                     | Impacto ambiental                   | -                            |                              |   |
| Cap2.4P05 |                                     | Impacto Social                      | Relacionamento com sociedade |                              | - |
| Cap2.4P05 |                                     | Impacto ambiental                   | Relacionamento com sociedade |                              | - |
| Cap2.4P07 | Valores respeitados                 | Licença Social para operar... "SLO" | +                            |                              |   |
| Cap2.4P07 | Impacto ambiental minimizado        |                                     | +                            |                              |   |
| Cap2.4P07 | Criação de empregos                 |                                     | +                            |                              |   |
| Cap2.4P07 | Melhoria na comunidade              |                                     | +                            |                              |   |
| Cap2.4P10 | Gestão dos impactos                 | Rejeição                            | +                            |                              |   |

| Código      | Causa                      | Efeito                              | +/- | Diagrama de palavras e setas  |
|-------------|----------------------------|-------------------------------------|-----|---|
| Cap2.4P10   | Gestão dos impactos        | Aceitação                           | +   |   |
| Cap2.4P10   | Aceitação                  | Aprovação                           | +   |   |
| Cap2.4P10   | Aprovação                  | Identificação Psicológica           | +   |   |
| Cap2.4P14   | Governança                 | Gestão dos impactos                 | +   |    |
| Cap2.4P14   | gestão dos impactos        | Licença Social para operar... "SLO" | +   |   |
| Cap2.5.1P02 | Novas demandas             | Consumo de recursos                 | +   |    |
| Cap2.5.1P03 | Desenvolvimento econômico  | Sustentabilidade                    | -   |    |
| Cap2.5.1P04 | Aspectos sociais           | Sustentabilidade                    | +   |    |
| Cap2.5.1P04 | Aspectos ambientais        |                                     | +   |   |
| Cap2.5.1P04 | Aspectos econômicos        |                                     | +   |   |
| Cap2.5.P106 | Consumo de recurso atual   | Consumo de recurso futuro           | -   |    |
| Cap2.5.P108 | Estratégia mineração       | Aspectos sociais                    | +   |  |
| Cap2.5.P108 |                            | Aspectos ambientais                 | +   |   |
| Cap2.5.P108 |                            | Aspectos econômicos                 | +   |   |
| Cap2.5.P108 | Expectativa do Stakeholder | Estratégia mineração                | +   |  |
| Cap2.5.P112 | Governança                 | Externalidades                      | +   |  |
| Cap2.5.P112 | Externalidades             | Materialidades                      | +   |   |

| Código      | Causa                            | Efeito                     | +/- | Diagrama de palavras e setas |
|-------------|----------------------------------|----------------------------|-----|------------------------------|
| Cap2.5.P112 | Materialidades                   | Sustentabilidade           | +   |                              |
| Cap2.5.2P03 | Extração                         | Externalidades             | +   |                              |
| Cap2.5.2P03 | Transporte                       |                            | +   |                              |
| Cap2.5.2P03 | Beneficiamento                   |                            | +   |                              |
| Cap2.5.2P03 | recuperação de área              |                            | +   |                              |
| Cap2.5.2P03 | Externalidades                   | Aspectos sociais           | -   |                              |
| Cap2.5.2P03 | Externalidades                   | Aspectos ambientais        | -   |                              |
| Cap2.5.2P03 | Externalidades                   | Aspectos econômicos        | +   |                              |
| Cap2.5.3P01 | Materialidade                    | valor da industria         | +   |                              |
| Cap2.5.3P01 |                                  | avaliação dos stakeholders | +   |                              |
| Cap2.5.3P02 | Sustentabilidade                 | Materialidade              | +   |                              |
| Cap2.5.3P03 | Investimento financeiro          | Sustentabilidade           | +   |                              |
| Cap2.5.3P03 | Sustentabilidade                 | Custo da empresa           | -   |                              |
| Cap2.5.3P03 | evidência de interesse           | Investimento financeiro    | +   |                              |
| Cap2.5.3P03 | evidência de impacto financeiro, |                            | +   |                              |
| Cap2.5.3P03 | ajuste de impacto futuro         |                            | +   |                              |

| Código      | Causa               | Efeito                   | +/- | Diagrama de palavras e setas |
|-------------|---------------------|--------------------------|-----|------------------------------|
| Cap2.5.3P06 | Governança          | Materialidade            | +   |                              |
| Cap2.5.4P01 | Governança          | Sustentabilidade         | +   |                              |
| Cap2.5.4P08 | Governança          | Geração de riqueza       | +   |                              |
| Cap2.5.4P08 |                     | Empregos                 | +   |                              |
| Cap2.5.4P08 |                     | Recursos naturais        | +   |                              |
| Cap2.5.4P08 |                     | Direitos do trabalhador  | +   |                              |
| Cap2.5.4P08 |                     | Interesse do consumidor  | +   |                              |
| Cap2.5.4P09 | Governança          | conflitos internos       | -   |                              |
| Cap2.5.4P09 | conflitos internos  | Custos de controle       | -   |                              |
| Cap2.5.4P09 | conflitos internos  | Eficiência               | +   |                              |
| Cap2.5.4P09 | Governança          | incerteza                | -   |                              |
| Cap2.5.4P09 | incerteza           | Capital próprio          | +   |                              |
| Cap2.5.4P09 | Governança          | Imagem                   | +   |                              |
| Cap2.5.4P11 | Governança          | Mineração de carvão      | +   |                              |
| Cap2.5.4P11 | Mineração de carvão | Segurança do trabalhador | +   |                              |
| Cap2.5.4P11 |                     | Impactos ambientais      | -   |                              |
| Cap2.5.4P11 |                     | Projetos sociais         | +   |                              |
| Cap2.6P01   | ESG                 | Risco                    | -   |                              |
| Cap2.6P03   | ESG                 | Desempenho financeiro    | +   |                              |

| Código    | Causa                     | Efeito                    | +/- | Diagrama de palavras e setas |
|-----------|---------------------------|---------------------------|-----|------------------------------|
| Cap2.6P03 | ESG                       | Custo da empresa          | -   |                              |
| Cap2.6P03 | Custo da empresa          | Desempenho financeiro     | -   |                              |
| Cap2.6P04 | ESG                       | Atendimento de normas     | +   |                              |
| Cap2.6P04 | Atendimento de normas     | Expectativas Stakeholders | +   |                              |
| Cap2.6P04 | Expectativas Stakeholders | Legitimidade social       | +   |                              |
| Cap2.6P06 |                           | Expectativas Stakeholders | +   |                              |
| Cap2.6P06 | Mineração sustentável     | impacto ao meio ambiente  | -   |                              |
| Cap2.6P06 |                           | Acionista                 | +   |                              |
| Cap2.6P08 |                           | Aspectos sociais          | +   |                              |
| Cap2.6P08 | ESG                       | Aspectos ambientais       | +   |                              |
| Cap2.6P08 |                           | Aspectos econômicos       | +   |                              |
| Cap2.6P09 | Abordagem sistêmica       | Sustentabilidade          | +   |                              |
| Cap2.6P09 | ESG                       | Sustentabilidade          | +   |                              |
| Cap2.6P09 | Sustentabilidade          | Inovação                  | +   |                              |
| Cap2.6P09 | Sustentabilidade          | Resultado de longo prazo  | +   |                              |

Fonte: Autor



## APÊNDICE V - TABELA DE=&gt;PARA DE VARIÁVEIS

| Original                                  |                             |         | Modificada                   |                       |         | Motivo                                   |
|---|-----------------------------|---------|------------------------------|-----------------------|---------|--|
| Estruturas causais                        |                             |         | Estruturas causais           |                       |         |  |
| Variável causa                            | Variável efeito             | Relação | Variável causa               | Variável efeito       | Relação |  |
| Análise das partes em separado            | Compreensão da complexidade | +       | Análise das partes           | Compreensão holística | -       | Dado alterado por análise de contexto    |
| Compreensão da complexidade               | Solução reducionista        | +       | Compreensão holística        | Solução reducionista  | +       | Dado alterado por análise de contexto    |
| Análise dos relacionamentos das variáveis | Compreensão holística       | +       | Relacionamento das variáveis | Compreensão holística | +       | Dado alterado por análise de contexto    |
| Análise do evento                         | Solução reducionista        | +       | Eventos                      | Solução reducionista  | +       | Dado alterado por análise de contexto    |
| Variáveis                                 |                             |         | Variável efeito              |                       |         | Dado alterado por análise de contexto    |
|   | Pensamento Sistêmico        | +       | Variável causa               | Pensamento Sistêmico  | +       | Relação inserida por análise de contexto |
| Relação entre as variáveis                |                             |         | Relacionamento das variáveis |                       |         | Dado alterado por análise de contexto    |
|   |                             |         | Lapso de tempo               | Variável Causa        | +       | Relação inserida por análise de contexto |
|   |                             |         | Variável Efeito              | Lapso de tempo        | +       | Relação inserida por análise de contexto |

| Original              |                                      |         | Modificada         |                            |         | Motivo                                   |
|-----------------------|--------------------------------------|---------|--------------------|----------------------------|---------|--|
| Estruturas causais    |                                      |         | Estruturas causais |                            |         |  |
| Variável causa        | Variável efeito                      | Relação | Variável causa     | Variável efeito            | Relação |  |
| Variável Efeito       | Variável Causa proporcional atrasada | -       | Lapso de tempo     | Variável Causa             | -       | Dado alterado por análise de contexto    |
| Mineração de recursos | Efeito negativo no meio ambiente     | +       | Mineração          | Reflexos meio ambiente     | -       | Dado alterado por análise de contexto    |
| Mineração de recursos | Qualidade de vida                    | +       | Mineração          | Qualidade de vida          | +       | Dado alterado por análise de contexto    |
|                       |                                      |         | Mineração          | Mineração de carvão        | +       | Relação inserida por análise de contexto |
| Mineração de recursos | Extração                             | +       | Mineração          | Extração                   | +       | Dado alterado por análise de contexto    |
|                       |                                      |         | Fechamento da mina | Extração                   | -       | Relação inserida por análise de contexto |
| Processamento         | Uso de produto                       | +       | Processamento      | Uso de produto             | +       | Não houve alteração                      |
|                       |                                      |         | Uso de produto     | Disponibilidade de energia | +       | Relação inserida por análise de contexto |
|                       |                                      |         | Uso de produto     | Qualidade de vida          | +       | Relação inserida por análise de contexto |

| Original   |                               |         | Modificada   |  |         | Motivo                                   |
|--|-------------------------------|---------|--|--|---------|--|
| Estruturas causais   |                               |         | Estruturas causais   |  |         |  |
| Variável causa   | Variável efeito               | Relação | Variável causa   | Variável efeito  | Relação |  |
| Fechamento da mina   | Reabilitação do meio ambiente | +       | Fechamento da mina   | Recuperação de área  | +       | Dado alterado por análise de contexto    |
| Green Mining Construction                                  | Desenvolvimento sustentável   | +       | Green Mining Construction                                  | Gestão de impacto  | +       | Dado alterado por análise de contexto    |
| MMSD – “Mineração, Minerais e Desenvolvimento Sustentável” |                               | +       | MMSD – “Mineração, Minerais e Desenvolvimento Sustentável” | Gestão de impacto  | +       | Dado alterado por análise de contexto    |
|  |                               |         | Expectativa do Stakeholder                                 | Green Mining Construction                                  | +       | Relação inserida por análise de contexto |
|  |                               |         | Expectativa do Stakeholder                                 | MMSD – “Mineração, Minerais e Desenvolvimento Sustentável” | +       | Relação inserida por análise de contexto |
| Rigidez locacional   | Candiota (RS)                 | +       | Rigidez locacional   | Candiota (RS)  | +       | Não houve alteração                      |
|  |                               |         | Mineração de carvão  | Candiota (RS)  |         | Relação inserida por análise de contexto |
| Desenvolvimento sustentável                                | Indústrias não sustentáveis   | -       | Desenvolvimento sustentável                                | Indústrias não sustentáveis                                | -       | Não houve alteração                      |
|  |                               |         | Indústrias não sustentáveis                                | Desenvolvimento econômico                                  | +       | Relação inserida por análise de contexto |

| Original                    |                      |         | Modificada                  |                     |         | Motivo                                |
|-----------------------------|----------------------|---------|-----------------------------|---------------------|---------|---------------------------------------|
| Estruturas causais          |                      |         | Estruturas causais          |                     |         |                                       |
| Variável causa              | Variável efeito      | Relação | Variável causa              | Variável efeito     | Relação |                                       |
| Desenvolvimento sustentável | Processos sociais    | +       | Desenvolvimento sustentável | Reflexos sociais    | +       | Dado alterado por análise de contexto |
| Desenvolvimento sustentável | Processos economicos | +       | Desenvolvimento sustentável | Reflexos economicos | +       | Dado alterado por análise de contexto |
| Desenvolvimento sustentável | Processos Ambientais | +       | Desenvolvimento sustentável | Reflexos ambientais | +       | Dado alterado por análise de contexto |
| Processos sociais           | Indicadores          | +       | Reflexo sociais             | Indicadores         | +       | Dado alterado por análise de contexto |
| Processos economicos        | Indicadores          | +       | Reflexo economicos          | Indicadores         | +       | Dado alterado por análise de contexto |
| Processos Ambientais        | Indicadores          | +       | Reflexo ambientais          | Indicadores         | +       | Dado alterado por análise de contexto |
| Mineração                   | Energia              | +       | Mineração de carvão         | Energia             | +       | Dado alterado por análise de contexto |
| Mineração                   | Comunidade           | +       | Mineração                   | Reflexos sociais    | +       | Dado alterado por análise de contexto |
| Mineração                   | Economia             | +       | Mineração                   | Reflexos economicos | +       | Dado alterado por análise de contexto |

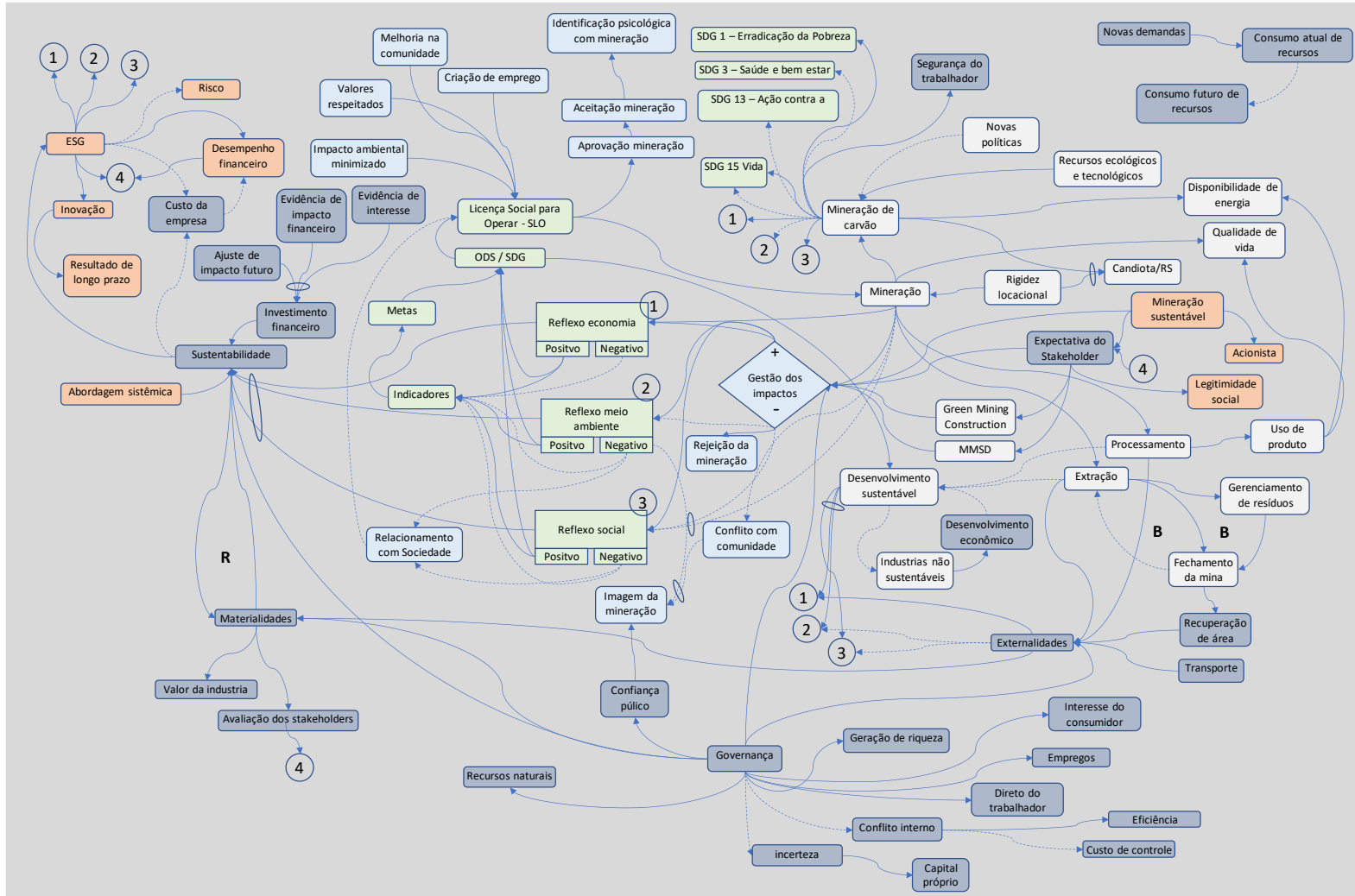
| Original                  |                   |         | Modificada                |                             |         | Motivo                                |
|---------------------------|-------------------|---------|---------------------------|-----------------------------|---------|---------------------------------------|
| Estruturas causais        |                   |         | Estruturas causais        |                             |         |                                       |
| Variável causa            | Variável efeito   | Relação | Variável causa            | Variável efeito             | Relação |                                       |
| Mineração                 | Meio ambiente     | +       | Mineração                 | Reflexos ambientais         | +       | Dado alterado por análise de contexto |
| Mineração                 | Impacto ambiental | -       | Mineração                 | Reflexos meio ambiente      | -       | Dado alterado por análise de contexto |
| Mineração                 | Impacto econômico | +       | Mineração                 | Reflexos econômico          | +       | Dado alterado por análise de contexto |
| Mineração                 | Impacto Social    | -       | Mineração                 | Reflexos social             | -       | Dado alterado por análise de contexto |
| Mineração                 | Impacto ambiental | -       | Mineração                 | Reflexos meio ambiente      | -       | Dado alterado por análise de contexto |
| Desenvolvimento econômico | Sustentabilidade  | -       | Desenvolvimento econômico | Desenvolvimento Sustentavel | -       | Dado alterado por análise de contexto |
| Aspectos sociais          | Sustentabilidade  | +       | Reflexo social            | Sustentabilidade            | +       | Dado alterado por análise de contexto |
| Aspectos ambientais       | Sustentabilidade  | +       | Reflexo ambiental         | Sustentabilidade            | +       | Dado alterado por análise de contexto |
| Aspectos econômicos       | Sustentabilidade  | +       | Reflexo econômico         | Sustentabilidade            | +       | Dado alterado por análise de contexto |

| Original             |                     |         | Modificada          |                        |         | Motivo                                |
|----------------------|---------------------|---------|---------------------|------------------------|---------|---------------------------------------|
| Estruturas causais   |                     |         | Estruturas causais  |                        |         |                                       |
| Variável causa       | Variável efeito     | Relação | Variável causa      | Variável efeito        | Relação |                                       |
| Estratégia mineração | Aspectos sociais    | +       | Gestão dos impactos | Reflexos social        | +       | Dado alterado por análise de contexto |
| Estratégia mineração | Aspectos ambientais | +       | Gestão dos impactos | Reflexos ambiental     | +       | Dado alterado por análise de contexto |
| Estratégia mineração | Aspectos econômicos | +       | Gestão dos impactos | Reflexos econômico     | +       | Dado alterado por análise de contexto |
| Externalidades       | Aspectos sociais    | -       | Externalidades      | Reflexos sociais       | -       | Dado alterado por análise de contexto |
| Externalidades       | Aspectos ambientais | -       | Externalidades      | Reflexos ambientais    | -       | Dado alterado por análise de contexto |
| Externalidades       | Aspectos econômicos | +       | Externalidades      | Reflexos econômicos    | +       | Dado alterado por análise de contexto |
| Governança           | Imagem              | +       | Governança          | Imagem da mineração    | +       | Dado alterado por análise de contexto |
| Mineração de carvão  | Impactos ambientais | -       | Mineração de carvão | Reflexos meio ambiente | -       | Dado alterado por análise de contexto |
| Mineração de carvão  | Projetos sociais    | +       | Mineração de carvão | Reflexos sociais       | +       | Dado alterado por análise de contexto |

| Original              |                          |         | Modificada            |                     |         | Motivo                                |
|-----------------------|--------------------------|---------|-----------------------|---------------------|---------|---------------------------------------|
| Estruturas causais    |                          |         | Estruturas causais    |                     |         |                                       |
| Variável causa        | Variável efeito          | Relação | Variável causa        | Variável efeito     | Relação |                                       |
| Mineração sustentável | impacto ao meio ambiente | -       | Mineração sustentável | Gestão dos impactos | -       | Dado alterado por análise de contexto |
| ESG                   | Aspectos sociais         | +       | ESG                   | Reflexos sociais    | +       | Dado alterado por análise de contexto |
| ESG                   | Aspectos ambientais      | +       | ESG                   | Reflexos ambientais | +       | Dado alterado por análise de contexto |
| ESG                   | Aspectos econômicos      | +       | ESG                   | Reflexos econômicos | +       | Dado alterado por análise de contexto |

Fonte: Autor

### APÊNDICE VI - MAPA CONCEITUAL CAUSAL GENERALIZADO



Fonte: Autor



## APÊNDICE VII – ETAPA 1 - DESCOBRINDO TEMAS NOS DADOS

Quadro: Reunião com Afonso Hamnn - Deputado Federal

| Causa                   | Efeito                               | +/- | Diagrama de palavras e setas | Frase de origem   |
|-------------------------|--------------------------------------|-----|------------------------------|---|
| Usina Termelétrica      | garantia de abastecimento de energia | +   |                              | O carvão é a conhecido como energia de base do sistema  |
| Mineração de carvão     | Abastecimento da Termelétrica        | +   |                              |   |
| Matriz energética limpa | Garante a sustentabilidade nacional  | +   |                              | A matriz energética do brasil é reconhecida como sustentável  |
| Usina Termelétrica      | geração de emprego                   | +   |                              | As usinas termelétricas é a base da geração de emprego e renda da região  |
| Usina Termelétrica      | Geração de renda                     | +   |                              |   |
| Mineração de carvão     | Traz novas tecnologias               | +   |                              | A mineração atual não é igual a mineração do passado. Ela agregou novas tecnologias, reduzindo poluição e contribuindo pra a sustentabilidade |
| Novas tecnologias       | Desempenho operacional               | +   |                              |   |
| Desempenho operacional  | Emissão de poluição                  | -   |                              |   |
| Desempenho operacional  | Sustentabilidade                     | +   |                              |   |

| Causa                   | Efeito                               | +/- | Diagrama de palavras e setas  | Frase de origem   |
|-------------------------|--------------------------------------|-----|---|---|
| Usina Termelétrica      | garantia de abastecimento de energia | +   | <pre> graph LR     UTE[UTE] --&gt; Garantia[Garantia de energia]             </pre>   | O carvão é a conhecido como energia de base do sistema  |
| Mineração de carvão     | Abastecimento da Termelétrica        | +   | <pre> graph LR     Min[Mineração de Carvão] --&gt; UTE[UTE]             </pre>  |   |
| Matriz energética limpa | Garante a sustentabilidade nacional  | +   | <pre> graph LR     Matriz[Matriz energética - Brasil] --&gt; Sust[Sustentabilidade nacional]             </pre>   | A matriz energética do brasil é reconhecida como sustentável  |
| Usina Termelétrica      | geração de emprego                   | +   | <pre> graph LR     UTE[UTE] --&gt; Emprego[Emprego]     UTE --&gt; Renda[Renda]     Renda --&gt; Emprego             </pre>   | As usinas termelétricas é a base da geração de emprego e renda da região  |
| Usina Termelétrica      | Geração de renda                     | +   |   |   |
| Mineração de carvão     | Traz novas tecnologias               | +   | <pre> graph LR     Min[Mineração de Carvão] --&gt; Tech[Tecnologia]     Min --&gt; Des[Desempenho operacional]     Tech --&gt; Des     Des -.-&gt; Pol[Poluição]     Pol --&gt; Sust[Sustentabilidade]             </pre> | A mineração atual não é igual a mineração do passado. Ela agregou novas tecnologias, reduzindo poluição e contribuindo pra a sustentabilidade |
| Novas tecnologias       | Desempenho operacional               | +   |   |   |
| Desempenho operacional  | Emissão de poluição                  | -   |   |   |
| Desempenho operacional  | Sustentabilidade                     | +   |   |   |

Quadro: Visita do Deputado Estadual - Vilmar Zanchin

| Causa                         | Efeito                                 | +/- | Diagrama de palavras e setas   | Frase de origem   |
|-------------------------------|--|-----|--|---|
| <b>Antes da visita</b>        |  |     |  |   |
| Usina Termelétrica - UTE      | Emissão de CO2                         | +   | <pre> graph LR   UTE --&gt; Emissao[Emissão de CO2]   Emissao --&gt; Poluicao[Poluição] </pre>   | A geração de energia a base de carvão é apontada como sendo de alto risco para a sociedade, devida a emissão de CO2, bem como outros poluentes. |
| Emissão de CO2                | Aumento da poluição                    | +   |  |   |
| Matriz Energética Sustentável | Não precisa de Usina Térmica           | +   | <pre> graph LR   Matriz[Matriz energética sustentável] -.-&gt; UTE[UTE]   UTE --&gt; Custo[Custo energia alto] </pre>  | O Brasil já conta com uma matriz energética limpa, logo, não precisa da energia vinda do carvão, que é cara e poluidora                         |
| Usina Termelétrica - UTE      | Consumo de Carvão                      | +   |  |   |
| Usina Termelétrica - UTE      | Custo de energia caro                  | +   |  |   |
| Consumo de Carvão             | Mineração de carvão                    | +   | <pre> graph LR   Consumo[Consumo de carvão] --&gt; Mineracao[Mineração de carvão]   Mineracao -.-&gt; Contribuicao[Contribuição economia]   Mineracao --&gt; Poluicao[Poluição]   Mineracao --&gt; Trabalho[Trabalho insalubre] </pre> | A mineração de carvão é apontada como altamente poluidora, trazendo riscos a natureza e seus trabalhadores                                      |
| Mineração de carvão           | Altamente poluidora                    | +   |  |   |
| Mineração de carvão           | Não contribui para economia            | +   |  |   |
| Mineração de carvão           | Ambiente insalubre de trabalho         | +   |  |   |
| <b>Depois da visita</b>       |  |     |  |   |
| Mineração de carvão           | Possui práticas de recuperação de área | +   | <pre> graph LR   Mineracao[Mineração de carvão] --&gt; Recup[Recuperação de áreas] </pre>  | A mineração que visitamos se mostra alinhada com práticas sustentáveis de operação.   |

| Causa                    | Efeito                         | +/- | Diagrama de palavras e setas | Frase de origem   |
|--------------------------|--------------------------------|-----|------------------------------|---|
| Mineração de carvão      | Altamente tecnológica          | +   |                              | ... Empregando novas tecnologias, apresenta condições de trabalho seguro para os operadores, abrindo condições iguais para homens e mulheres trabalharem  |
| Mineração de carvão      | Ambiente seguro de trabalho    | +   |                              |   |
| Mineração de carvão      | Igualdade de gênero            | +   |                              |   |
| Mineração de carvão      | Sustentam a economia municipal | +   |                              | O município dá sinais de desenvolvimento através da mineração de carvão, sem comprometer o meio ambiente. Desenvolvendo a mão de obra local e controlando a emissão de poluentes. Quanto ao custo da energia, ficou entendido a curva de despacho da ONS. |
| Usina Termelétrica - UTE |                                |     |                              |   |
| Mineração de carvão      | Uso de Mão de Obra Local       | +   |                              |   |
| Usina Termelétrica - UTE | Emissão de CO2                 | +   |                              |   |
| Usina Termelétrica - UTE | Custo de energia caro          | -   |                              |   |

Fonte: Autor

Quadro: Visita do Deputado Federal - Ubiratan Sanderson

| Causa                               | Efeito                                      | +/- | Diagrama de palavras e setas   | Frase de origem  |  |
|-------------------------------------|---|-----|--|--|--|
| Usina Termelétrica - UTE            | Emissão de CO2                              | +   |  | <p>É reconhecido que a geração de energia a partir do carvão é combustível fóssil que mais emite CO2, contudo, precisamos achar uma maneira de aproveitar a riqueza de Candiota, trazendo novos projetos que possam desenvolver o município (emprego e renda).</p> |  |
| Município de Candiota               | Possui muitos recursos de carvão            | +   |  |  |  |
| As reservas de carvão               | Podem absorver mais Usinas Termelétricas    | +   |  |  |  |
| Usina Termelétrica - UTE            | Crescimento municipal                       | +   |  |  |  |
|                                     | Geração de emprego e renda                  | +   |  |  |  |
|                                     | Operações das minas                         | +   |  |  |  |
| Operações das minas                 | Crescimento municipal                       | +   |  |  |  |
|                                     | Geração de emprego e renda                  | +   |  |  |  |
| Falta de apoio Federal              | Falta de leilão de energia a base de carvão | +   |  |  | <p>É preciso envolver o governo federal para que novos leilões de energia (exclusivos para o carvão), na busca deste desenvolvimento</p> |
| Leilão exclusivo a partir do carvão | Fomenta projetos na região                  | +   |  |  |  |
| Novos projetos                      | Crescimento municipal                       | +   |  |  |  |
| Pressões internacionais             | Mineração de carvão                         | -   | <p>Apesar de ser uma pauta difícil para defender perante a sociedade, é preciso que toda a bancada gaúcha se mobilize. As pressões internacionais buscam a redução do consumo de carvão.</p> |  |  |
| Pressões internacionais             | Afastam políticos de pautas controversa     | +   |  |  |  |
| Mineração de carvão                 | Pauta Controversa                           | +   |  |  |  |
| Pauta controversa                   | Reduz a popularidade do político            | +   |  |  |  |

Fonte: Autor

Quadro: Visita do Deputado Federal - Ubiratan Sanderson

| Causa                               | Efeito                                   | +/-   | Diagrama de palavras e setas   | Frase de origem  |   |
|-------------------------------------|--|---|--|--|---|
| Usina Termelétrica - UTE            | Emissão de CO2                           | +   |  | <p>É reconhecido que a geração de energia a partir do carvão é combustível fóssil que mais emite CO2, contudo, precisamos achar uma maneira de aproveitar a riqueza de Candiota, trazendo novos projetos que possam desenvolver o município (emprego e renda).</p> |   |
| Município de Candiota               | Possui muitos recursos de carvão         | +   |  |  |   |
| As reservas de carvão               | Podem absorver mais Usinas Termelétricas | +   |  |  |   |
| Usina Termelétrica - UTE            | Crescimento municipal                    | +   |  |  |   |
|                                     | Geração de emprego e renda               | +   |  |  |   |
| Operações das minas                 | Operações das minas                      | +   |  |  |   |
|                                     | Crescimento municipal                    | +   |  |  |   |
| Operações das minas                 | Geração de emprego e renda               | +   |  |  |   |
|                                     | Falta de apoio Federal                   | Falta de leilão de energia a base de carvão |  |  | + |
| Leilão exclusivo a partir do carvão | Fomenta projetos na região               | +   |  |  |   |
| Novos projetos                      | Crescimento municipal                    | +   |  |  |   |
| Pressões internacionais             | Mineração de carvão                      | -   | <p>Apesar de ser uma pauta difícil para defender perante a sociedade, é preciso que toda a bancada gaúcha se mobilize. As pressões internacionais buscam a redução do consumo de carvão.</p> |  |   |
| Pressões internacionais             | Afastam políticos de pautas controversa  | +   |  |  |   |
| Mineração de carvão                 | Pauta Controversa                        | +   |  |  |   |
| Pauta controversa                   | Reduz a popularidade do político         | +   |  |  |   |

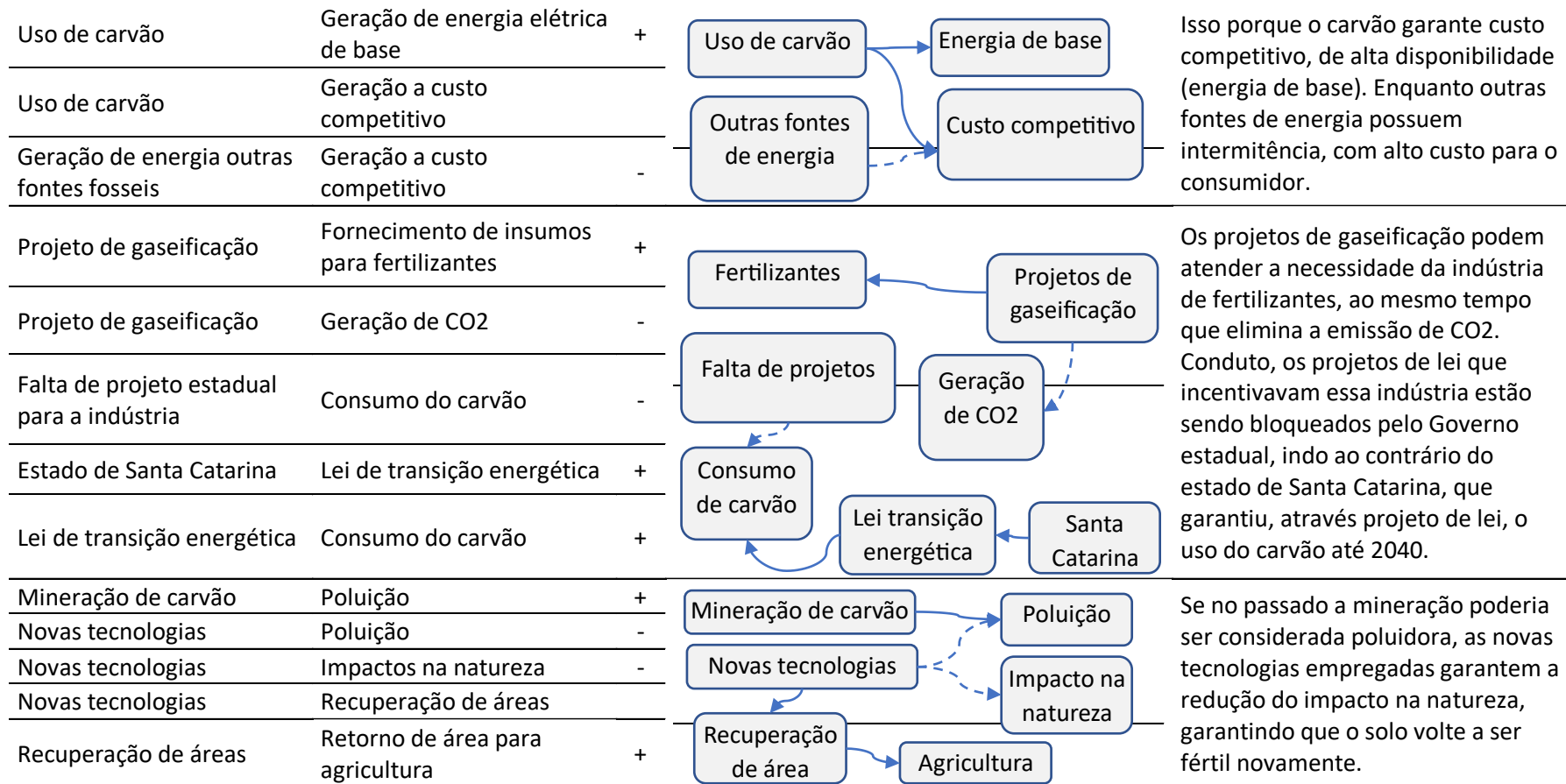
Quadro: Visita do Deputado Federal - Mauro Moraes

| Causa                       | Efeito  | +/- | Diagrama de palavras e setas | Frase de origem  |
|-----------------------------|---|-----|------------------------------|--|
| Falta de conhecimento       | Afastamento do assunto                          | +   |                              | é preciso da que mineração de carvão abasteça a sociedade e os órgãos legisladores com informações técnicas sobre a operação. Existem muito desconhecimento sobre o assunto.   |
| Falta de representatividade | Esquecimento da região                          | +   |                              | As bancadas de deputados atendem primeiro as demandas de suas localidades, desenvolvendo políticas de proteção.  |
| Afastamento do assunto      | Legislação de proteção ao uso do carvão mineral | -   |                              |  |
| Esquecimento da região      |   |     |                              |  |
| Projetos de comunicação     | Conhecimento sobre carvão                       | +   |                              | Um exemplo é a minha região, que foi preciso uma campanha de comunicação para mostrar a importância da plantação de fumo. Ela que sustenta a economia de uma região (assim como o carvão), que não pode ser abandonada sob pena de matar a cidade. |
| Exemplos internacionais     | Senso de urgência do assunto                    | +   |                              |  |
| Consumo de cigarro          | Impacto na saúde                                | +   |                              |  |
| Consumo de cigarro          | Plantação de fumo                               |     |                              |  |
| Plantação de fumo           | geração de emprego e renda                      | +   |                              |  |
| geração de emprego e renda  | É responsabilidade, também, dos deputados       | +   |                              |  |
| Mineração de carvão         | geração de emprego e renda                      | +   |                              |  |

Fonte: Autor

| Causa                       | Efeito                      | +/- | Diagrama de palavras e setas | Frase de origem   |
|-----------------------------|-----------------------------|-----|------------------------------|---|
| Matriz Energética Brasil    | Uso de carvão               | -   |                              | <p>O Brasil conta com a matriz energética sonhada pelos países europeus. O Brasil não depende do consumo de carvão para atender a sua demanda de energia, contudo, o Rio Grande do Sul é rico em carvão, o que possibilita o desenvolvimento de seu parque industrial.</p>      |
| Outras fontes de energia    | Uso de carvão               | -   |                              |   |
| Candiota                    | Reserva de carvão no RS     | +   |                              |   |
| Reserva de carvão no RS     | Potencial industrial        | +   |                              |   |
| Uso de carvão               | Projetos de Gaseificação    | +   |                              | <p>É preciso que tenhamos uma política de desenvolvimento econômico que busque novos usos para o carvão, como a gaseificação, que são capazes de reduzir a emissão de CO2 quando queima o carvão, agregando valor ao mineral, sem esquecer que pode gerar outros poluentes.</p> |
| Africa do Sul               | Projetos de Gaseificação    | +   |                              |   |
| Projetos de Gaseificação    | Geração de CO2              | -   |                              |   |
| Uso de carvão               | Geração de CO2              | +   |                              |   |
| Consumo de carvão no Brasil | Geração de CO2              | -   |                              |   |
| Uso de carvão               | Geração de outros poluentes | -   |                              |   |
| Geração de CO2              | Pesquisas de CO2            | +   |                              | <p>A busca pela neutralização do CO2 tem levado a Austrália (maior mineradora e exportadora do mundo), bem como a China (maior consumidor) a desenvolver estudos para captura e armazenamento de CO2.</p>   |
| Austrália                   | Exportação de carvão        | +   |                              |   |
| China                       | Consumo de carvão           | +   |                              |   |
| Exportação de carvão        |                             | +   |                              |   |
| Consumo de carvão           | Pesquisas de CO2            | +   |                              |   |



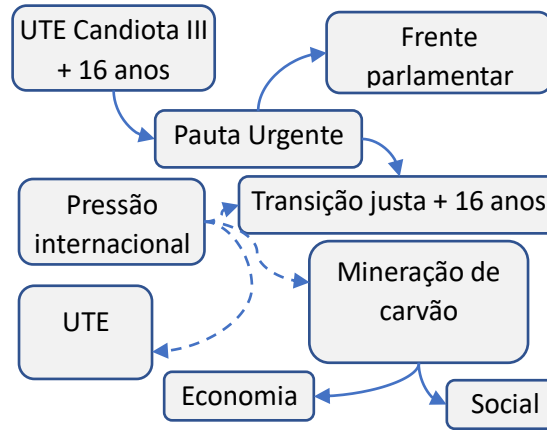


Fonte: Autor

Quadro: Reunião com Deputado Estadual - Papparico Bacchi (Prefeitura Municipal)

| Causa                           | Efeito                                   | +/- | Diagrama de palavras e setas | Frase de origem  |
|---------------------------------|--|-----|------------------------------|--|
| Frente parlamentar da mineração | Ministério de Minas e Energia            | +   |                              | É preciso mobilizar a frente parlamentar da mineração, juntamente com a bancada gaúcha, para sensibilizar o MME da importância do carvão mineral para a região de Candiota, na busca de ações que incentivem a mineração e novos projetos para a região (Candiota e Lavras do Sul) |
| Ministério de Minas e Energia   | Incentivo a mineração                    | +   |                              |  |
| Incentivo a mineração           | Projetos de mineração                    | +   |                              |  |
| Projetos de mineração           | UTE                                      | +   |                              |  |
| Projetos de mineração           | Projeto de fertilizantes (Lavras do Sul) | +   |                              |  |
| Projetos de mineração           | Desenvolvimento econômico                | +   |                              | É preciso focar no desenvolvimento da metade sul, mantendo como meta a Transição Justa para 2040, enquanto isso são mantidos os contratos da UTE - Candiota III, pois só assim manteremos os empregos de centenas de pessoas.  |
| Ministério de Minas e Energia   | Transição justa até 2040                 | +   |                              |  |
| Transição justa até 2040        | UTE Candiota III + 16 anos               | +   |                              |  |
| UTE Candiota III + 16 anos      | Emprego                                  | +   |                              |  |
| Ministério de Minas e Energia   | Novo leilão de energia (carvão)          | +   |                              | Vamos buscar por novos leilões de energia (carvão), buscando regras mais claras e flexíveis de licenciamento ambiental, nas esferas estaduais e federais   |
| Frente parlamentar da mineração | Sensibilização da FEPAM                  | +   |                              |  |

|                            |                                 |   |
|----------------------------|---------------------------------|---|
| UTE Candiota III + 16 anos | Pauta urgente                   | + |
| Pauta urgente              | Frente parlamentar da mineração | + |
| Pauta urgente              | Transição justa até 2040        | - |
| Pressão Internacional      | Transição justa até 2030        | + |
| Pressão Internacional      | UTE                             | - |
| Pressão Internacional      | Mineração de carvão             | - |
| Mineração de carvão        | Desenvolvimento econômico       | + |
| Mineração de carvão        | Desenvolvimento Social          | + |



Apesar do contexto mundial esperar por uma Transição Justa até 2030, a mineração de carvão é urgente para o município de Candiota, o que pode sensibilizar para que a Transição Justa seja transferida para 2040.

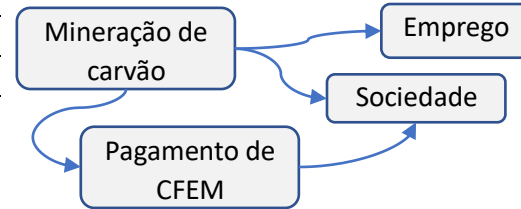
Fonte: Autor

Quadro: Entrevista Fernando Zancan – ABCM

| Pergunta   | Causa                | Efeito                          | +/- | Diagrama de palavras e setas | Frase de origem   |
|--|----------------------|---------------------------------|-----|------------------------------|---|
| Como a ABCM olha para a indústria da mineração e mineração do carvão |                      |                                 |     |                              |   |
|  | Minerais             | Base de outras industrias       | +   |                              | <p>A mineração é a base de uma série de indústrias, para as quais disponibiliza matéria prima em forma de minerais. ... O bem mineral é da sociedade, por isso, quem minera tem a obrigação de devolver algo para sociedade (em forma de emprego, renda e desenvolvimento), gerando valor para ela.</p> |
|  | Mineração            | Disponibiliza Matéria prima     | +   |                              |   |
|  | Minerais             | Devem gerar emprego             | +   |                              |   |
|  |                      | Devem gerar renda               | +   |                              |   |
|  | Carvão               | Desenvolvimento da sociedade    | +   |                              |   |
| Na opinião da ABCM, a indústria possui um padrão de governança?      |                      |                                 |     |                              |   |
|  | Normas de governança | Padronização                    | +   |                              | <p>Não! Cada empresa possui um jeito de atuar, apesar de todas atenderem as legislações vigente não há um manual de governança para o setor. Caso existisse, a comparação e padronização seria possível.</p>  |
|  | Padronização         | Comparação                      | +   |                              |   |
|  | Padronização         | Possibilita da certificação     | +   |                              |   |
|  | Mineração de carvão  | Normas de governança            | -   |                              |   |
|  | Mineração de carvão  | Relacionamento com Stakeholders | -   |                              |   |
| Como a indústria se relaciona com os Stakeholders?                   |                      |                                 |     |                              |   |
|  | Mineração de carvão  | Educação                        | +   |                              | <p>as empresas trabalham para a sociedade. Um exemplo seria a escola fomentada pelo carvão, que busca transformar a sociedade e economia. Assim, os benefícios e desenvolvimento se perpetua.</p>   |
|  | Educação             | Sociedade                       | +   |                              |   |
|  | Sociedade            | Industriais                     | +   |                              |   |
|  | Mineração de carvão  | Perpetua no tempo               | -   |                              |   |
|  | Mineração de carvão  | Operação de longo prazo         | -   |                              |   |
|  | Novas indústria      | Operação de longo prazo         | +   |                              |   |

Como a ABCM vê o papel da mineração de carvão?

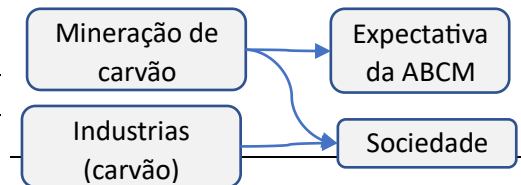
|                     |                              |   |
|---------------------|------------------------------|---|
| Mineração de carvão | Desenvolvimento da sociedade | + |
| Mineração de carvão | Gera uma série de negócios   | + |
| Mineração de carvão | Pagamento de CFEM            | + |
| Pagamento de CFEM   | Desenvolvimento da sociedade | + |



A mineração ajuda a sociedade a se desenvolver. Onde tem a mineração, outras economias aparecem, gerando um vortex de desenvolvimento. A CFEM é isso, para ser aplicada pela prefeitura no desenvolvimento de novas industrias e não para recuperação de meio ambiente.

A ABCM é atendida pela mineração de carvão?

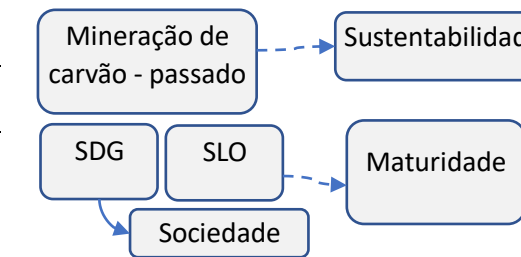
|                                     |                     |   |
|-------------------------------------|---------------------|---|
| Mineração de carvão                 | Expectativa da ABCM | + |
| Mineração de carvão                 | Sociedade           | + |
| Industrias atendidas pela mineração | Sociedade           | + |



A mineração entrega muito para sociedade, por isso a ABCM se sente atendida. Hoje a mineração de carvão investe mais no social do que outras industrias.

Quando a licença social para operar, como a ABCM vê a do carvão?

|                                |                              |   |
|--------------------------------|------------------------------|---|
| Passado da mineração de carvão | Sustentabilidade             | - |
| Licença social para operar     | Maturidade                   | - |
| SDG / ODS                      | Desenvolvimento da sociedade | + |



No passado a mineração de carvão cometeu vários erros, mas que foram superados com o emprego de novas tecnologias. Isso tem contribuído para a SLO, apesar de não estar no estágio maduro. Contudo, o atendimento dos ODS pode contribuir para isso, pois eles trazem a ideia de desenvolvimento em conjunto.

Quadro: Entrevista com Sr. Luiz Carlos Folador - Prefeito da cidade de Candiota/RS

| Questão  | Causa                | Efeito                     | +/- | Diagrama de palavras e setas | Frase de origem  |
|--|----------------------|----------------------------|-----|------------------------------|--|
| Quais são os impactos da mineração para o município? |                      |                            |     |                              |  |
|  | Mineração do passado | Degradação de área         | +   |                              | A preocupação da prefeitura é com áreas que foram degradadas no passado, devido a falha de cuidados  |
|  | Degradação de área   | Impacto no recurso hídrico | -   |                              |  |
|  | Recuperação de área  | Degradação de área         | -   |                              |  |
|  | Mineração de carvão  | Gera emprego               |     |                              | Somos favoráveis a mineração, porque ela gera desenvolvimento, emprego e renda   |
|  | Mineração de carvão  | Gera renda                 |     |                              |  |
|  | Novas tecnologias    | Impacto no recurso hídrico | -   |                              | As novas tecnologias garantem a regeneração das áreas mineradas que elimina os impactos nos recursos hídricos                                      |
|  | Mineração do passado | Passivo ambiental          |     |                              | A mineração do passado gerava passivo ambiental e impacto no meio de ambiente  |
|  | Passivo ambiental    | Impacto no meio ambiente   |     |                              |  |
|  | Gera emprego / renda | Profissionais              |     |                              | A geração de emprego e renda desenvolve os profissionais. É através dos empregos que as pessoas criam suas famílias e isso desenvolvem o município |
|  | Profissionais        | Famílias                   |     |                              |  |
|  | Famílias             | Desenvolvem o município    |     |                              |  |

Quais são os impactos na saúde da comunidade?

|                                    |                                    |   |  |   |
|------------------------------------|------------------------------------|---|--|---|
| Mineração de carvão                | Saúde pública                      | + |  | O impacto da mineração é positivo a saúde, pois gera o PIB e impostos, que refletem na saúde. |
| Mineração de carvão                | gera impostos                      | + |  |   |
| Gera impostos                      | Saúde pública                      | + |  |   |
| Demais fonte de geração de energia | Gera emprego                       | - |  | O carvão é quem mais gera emprego (direto e indiretamente) ao longo da sua cadeia             |
| Mineração de carvão                | Qualidade do ar                    | + |  | A qualidade do ar é de excelência, temos 5 estações de monitoramento                          |
| Candiota                           | Plantações de Oliveiras            |   |  | O município possui 600ha de Olivais   |
| Candiota                           | Plantações de uva                  |   |  | O município possui 400ha de Vitivinicultura   |
| Candiota                           | produção de vinho                  |   |  | O nosso vinho é exportado para todo mundo   |
| Candiota                           | produção de sementes de hortaliças |   |  | Produzimos sementes para duas grandes empresas  |

Quadro: Entrevista com Sra. Josuelen - Secretária do meio ambiente

| Pergunta   | Causa                       | Efeito                            | +/- | Diagrama de palavras e setas | Frase de origem  |
|--|-----------------------------|-----------------------------------|-----|------------------------------|--|
| Quais são os impactos que a Mineração leva para o meio ambiente? |                             |                                   |     |                              |  |
|  | Mineração de carvão         | Recuperação de área               | -   |                              | hoje a mineração aplica outras técnicas, transferindo fauna e flora, reduzindo assim o impacto na natureza |
|  | Realoca fauna e Flora       | Impacto positivo ao meio ambiente |     |                              |  |
|  | Mineração de carvão         | Qualidade do ar                   | +   |                              | O município é monitorado por diversos órgãos; as usinas possuem novos filtros                              |
|  | Candiota                    | presença de abelhas               | +   |                              | A Secretaria possui alta demanda de traslado de abelhas...   |
|  | Qualidade do ar             | presença de abelhas               | +   |                              | As abelhas é um sinal de qualidade do ar   |
|  | Mineração do passado        | Chuva ácida                       | +   |                              | Já foi uma preocupação do passado  |
|  | Novas tecnologias           | Chuva ácida                       | -   |                              | Novas tecnologias ajudam muito   |
|  | Mineração de carvão         | Recupera as áreas mineradas       | +   |                              | A mineração ao recuperar suas áreas e fazer compensações ambientais, não gera impacto.                     |
|  | Recupera as áreas mineradas | Realiza compensações              | +   |                              |  |
|  | Realiza compensações        | impacto no relevo                 | -   |                              |  |
|  | Impacto Meio ambiente       | pássaros                          | -   |                              | 268 diferentes espécies de pássaros no município   |



|   |   |   |  |  |   |
|---|---|---|--|--|---|
| Impostos                                | investimento em infraestrutura                | + | <pre> graph LR     A[Impostos] --&gt; B[Infraestrutura]     A --&gt; C[Educação]             </pre>  | 95% do esgoto é tratado + rede de água + pavimentação urbana. Somos o município que melhor paga os funcionários, isso vem dos impostos |   |
| Impostos                                | Educação                                      | + |  |  |   |
| Quais são os impactos para a Sociedade? |   |   |  |  |   |
| Mineração de carvão                     | Atrai pessoas de outras cidades               | + | <pre> graph TD     A[Mineração de carvão] --&gt; B[Atrai moradores]     A --&gt; C[Cortina vegetal]     A --&gt; D[Agricultura]     C --&gt; D     E[Informação sobre carvão] -.-&gt; F[Imagem do carvão]             </pre> | A mineração emprega pessoas dos municípios da região, os quais não tem indústria   |   |
| Mineração de carvão                     | Divide terra com as demais culturas agrícolas | + |  |  | A mineração tem na sua proximidade outras culturas: soja + uva + oliveiras              |
| Mineração de carvão                     | Cortina vegetal                               | + |  |  | A mineração utiliza um cinturão verde para proteger os vizinhos                         |
| Informação sobre o carvão               | Imagem do carvão                              | - |  |  | As pessoas não conhecem a mineração, o que leva a elas a pensarem mal sobre a mineração |

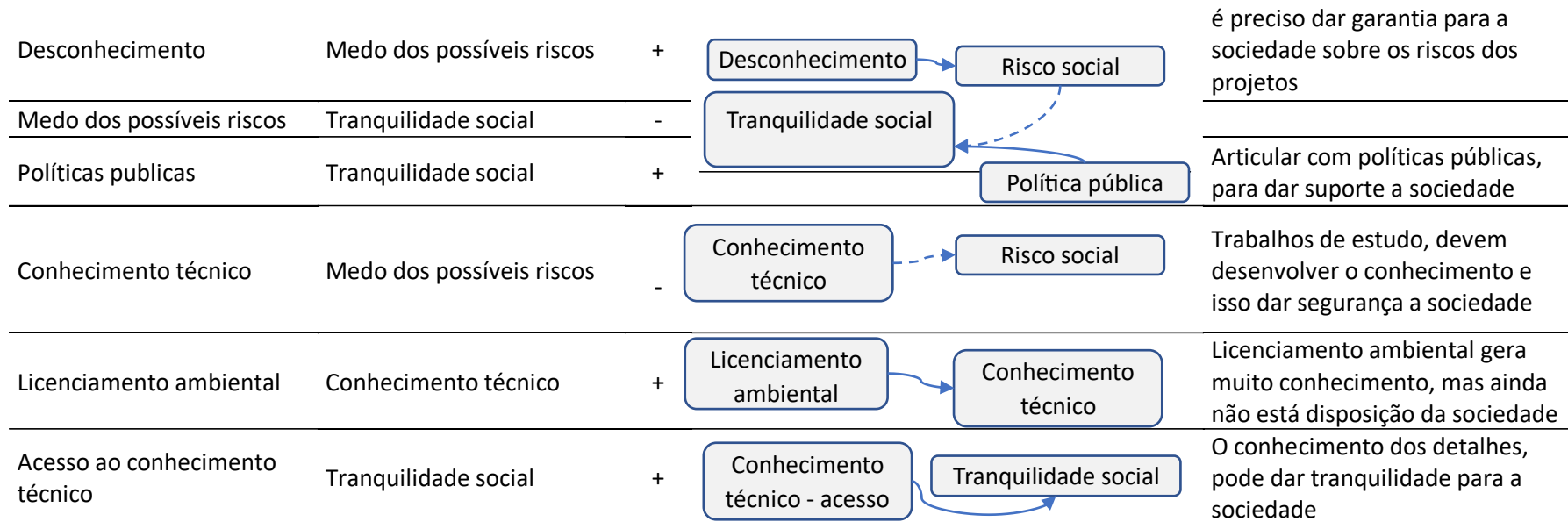
Fonte: Autor

Quadro: Entrevista com o IBAMA – On-line - Sra Diara Maria Sartori

| Pergunta  | Causa                     | Efeito | +/- | Diagrama de palavras e setas | Frase de origem  |
|---|---------------------------|--------|-----|------------------------------|--|
| Como o Ibama olha para a Mineração de carvão? E quais os impactos que gera? |                           |        |     |                              |  |
| Sustentabilidade  | Dimensão culturais        |        | +   |                              | É preciso olhar a sustentabilidade a partir de todos os pilares, além do ecológico                           |
|   | Dimensão social           |        | +   |                              |  |
|   | Dimensão política         |        | +   |                              |  |
|   | Dimensão econômica        |        | +   |                              |  |
| Mineração de carvão   | Sustentabilidade          |        | +   |                              | Nesse olhar mais amplo a mineração contribui para a sustentabilidade   |
| Operação da termelétrica  | Sustentabilidade          |        | +   |                              | O projeto termelétrico traz impactos ambientais, mas através das ações mitigatórias acabam minimizando isso. |
| Operação da termelétrica  | Ações mitigatórias        |        | +   |                              | O diálogo com a comunidade é primordial, para poder respeita o modo de vida, identificando as necessidades   |
| Ações mitigatórias  | Impactos ambientais       |        | -   |                              |  |
| Operação da termelétrica  | Comunicação com sociedade |        | +   |                              | Quando a adutora estiver pronta, Hulha Negra (cidade vizinha) não terá mais problema de água.                |
| Operação da termelétrica  | Respeito com a comunidade |        | +   |                              |  |
| Operação da termelétrica  | Reservatório hídrico      |        | +   |                              |  |
| Reservatório hídrico  | Atendimento comunidade    |        | +   |                              |  |

|   |   |   |  |   |
|---|---|---|--|---|
| Ações mitigatórias                              | Educação ambiental                            | + |  | As ações mitigatórias potencializam a educação ambiental. Licenciamento espera essa redução                   |
| Licenciamento Ambiental                         | Impactos ambientais                           | - |  | As operações possuem impactos, mas as tecnologias estão implantadas para reduzir                              |
| Tecnologia                                      | Impactos ambientais                           | - |  |   |
| Ações sociais                                   | Desenvolvimento Econômico                     | + |  | Existe uma grande importância do projeto da UTE para a região de Candiota                                     |
| Operação da termelétrica                        | Importância Social                            | + |  | O acompanhamento social ajuda na negociação de terra  |
| Acompanhamento social                           | Negociação de terra                           | + |  |   |
| Ações sociais                                   | Envergonha sociedade                          | + |  | A comunidade demonstra vergonha com falar dos benefícios da mineração   |
| Mineração de carvão                             | Consumo de carvão                             | + |  | Existe o problema de emissão de CO2 mas não há empreendimento que não tenha impacto                           |
| Consumo de carvão                               | Emissão de CO2                                | + |  |   |
| Maturidade do relacionamento (mina x sociedade) | Contribui para o desenvolvimento da mineração | + |  | Precisa existir a maturidade no relacionamento entre as partes, para que seja positiva para o desenvolvimento |

Como superar esse trade-off de necessidade x impacto?



Fonte: Autor

Quadro: Entrevista com ANM – Sr. Rubens Muller Kautzmann

| Pergunta                          | Causa                      | Efeito                      | +/- | Diagrama de palavras e setas | Frases de origem  |
|-----------------------------------|----------------------------|-----------------------------|-----|------------------------------|---|
| O que é a ANM e qual o seu papel? |                            |                             |     |                              |   |
|                                   | Código de mineração        | Regula a mineração          | +   |                              | O código de mineração não possui muitas barreiras, espera que a mineração se regule sozinha |
|                                   | Falhas no Código Mineração | Fiscalização Mineração      | -   |                              |   |
|                                   | Governo Federal            | Mineração                   | +   |                              | Governo Federal é um fomentador da mineração  |
|                                   |                            |                             |     |                              | As mineradoras negociam entre si os direitos, mas o bem é do Estado                         |
|                                   | ANM                        | Fiscalização Mineração      | +   |                              | A ANM é uma agência fiscalizadora da Mineração  |
|                                   | Código de mineração        | ANM                         | +   |                              | Os agentes devem seguir o rigor do código de mineração                                      |
|                                   |                            |                             |     |                              | O código de mineração ainda traz lacunas operacionais                                       |
|                                   |                            |                             |     |                              | A fiscalização da mineração não se mostra eficiente, dados essas lacunas                    |
|                                   |                            |                             |     |                              | A ANM está buscando atender as lacunas e dar agilidade a mineração                          |
|                                   | ANM                        | Transparência de informação | +   |                              | Todos os registros da ANM estão disponíveis para a sociedade                                |
|                                   | Base de dados              | Transparência de informação | -   |                              | A bases de informações não são amigáveis para pesquisa                                      |

|  |                                    |   |  |   |
|--|------------------------------------|---|--|---|
|  |                                    |   |  | A sociedade pode ter acesso onde estão as áreas de mineração  |
| Transparência de informação              | Conhecimento para sociedade        | + |  | Isso foi feito para que o público geral tenha acesso a informação e com isso saiba o minério que está na área de terra dele |
| Conhecimento para sociedade              | Poder de negociação para sociedade | + |  | parte da CFEM vai para o Governo Federal para gerar a fiscalização  |
| CFEM                                     | Fiscalização Mineração             | + |  | O Governo Federal não demonstra interesse na mineração  |
| Como a ANM olha para a sustentabilidade? |                                    |   |  |   |
| IBAMA                                    | Sustentabilidade da mineração      |   |  | A ANM não tem uma regulamentação sobre Sustentabilidade da mineração  |
|  |                                    |   |  | Com a criação do IBAMA, foi transferido a ele gestão ambiental  |
|  |                                    |   |  | A ANM tem bastante conhecimento sobre o meio ambiente   |
|  |                                    |   |  | A ANM não regula o meio ambiente  |
| Custo baixo                              | Mineração                          | + |  | As mineradoras precisam operar de forma econômica, mas as regulamentações ambientais interferem nisso                       |
| Custo baixo                              | Leis ambientais                    | - |  |   |

Para a ANM o rejeito é um bem a ser minerado  
 para o IBAMA o rejeito deve volta para a cava da mina

|  |                               |   |  |  |
|--|-------------------------------|---|--|--|
| Mineração  | Impactos cumulativos          | + |  | Existem impactos cumulativos de que devem ser avaliados (sejam eles positivos ou negativos)            |
| Impactos cumulativos   | Sustentabilidade da mineração | + |  |  |
|  | Sustentabilidade da mineração | - |  |  |
| Órgãos ambientais são positivos para as operações de mineração                     |                               |   |  |  |
| As licenças ambientais acabam não fazendo uso do conhecimento técnico da mineração |                               |   |  |  |
| Conhecimento sobre mineração   | Leis ambientais               | - |  | A falta de amplo conhecimento geológico, pode levar o órgão ambiental cerceamento na licença ambiental |
| FEPAM / IBAMA  | Conhecimento sobre mineração  | - |  |  |
| Como a ANM olha para a relação do superficiário e mineradora                       |                               |   |  |  |
| Superficialário  | Mineração                     | - |  | Se o superficialário contestar, a mineração não se instala   |
| Negociação comercial   | Superficialário               | + |  | A mineradora deve procurar um acordo com o superficialário   |
| Mineração  | Negociação comercial          | + |  |  |

Quadro: Entrevista com Fagundes Mineração – On-line - Sr. Fernando Fagundes

| Pergunta  | Causa                      | Efeito                   | +/- | Diagrama de palavras e setas | Frase de origem  |
|---|----------------------------|--------------------------|-----|------------------------------|--|
| Como a Fagundes olha para a Sustentabilidade, através da mineração? |                            |                          |     |                              |  |
|   | Mineração                  | Necessidades sociais     | +   |                              | Não existe vida sem mineração  |
|   |                            |                          |     |                              | A Fagundes dentro do carvão entendeu que o trabalho de mineração é diferente                           |
|   | Mineração Passado - Carvão | Meio Ambiente            | -   |                              | No passado não havia técnica para a mineração de carvão  |
|   | Novas técnicas             | Mineração atual - Carvão | +   |                              | Foram buscadas novas técnicas que garantissem entregar a área minerada, respeitando as camadas do solo |
|   | Mineração atual            | Meio Ambiente            | +   |                              | A Fagundes recebeu o suporte técnico para desenvolver novos processos                                  |
|   | Novas técnicas             | Fornecedores             | +   |                              |  |
|   | Fornecedores               | Mineração atual - Carvão | +   |                              |  |
|   |                            |                          |     |                              | Garantir o uso futuro da área é a forma de garantir a sustentabilidade da mineração de carvão          |
|   |                            |                          |     |                              | Mineração e meio ambiente podem andar junto, desde que se tenha prioridade do meio ambiente            |
|   |                            |                          |     |                              | O uso futuro da área é quem irá guiar o processo de mineração.   |



Hoje a SSM mostra que isso é possível

|                |              |   |  |   |
|----------------|--------------|---|--|---|
| Novas técnicas | Investimento | + |  | As novas técnicas demanda de investimento.  |
|                |              |   |  | A mineração de carvão impacta, mas é possível minimizar, mas o homem precisa do carvão. |

Como vocês atendem as pressões da sociedade?

|                                   |                                 |   |  |  |
|-----------------------------------|---------------------------------|---|--|--|
| Resultados da mineração de carvão | Conhecimento sobre mineração    | + |  | Visão da sociedade sobre a mineração começou a mudar.  |
| Conhecimento sobre mineração      | Imagem da mineração - Sociedade | + |  |  |
| Mineração atual - Carvão          | Renda para comunidade           | + |  | Sociedade vê a mineração como oportunidade de renda  |
| Mineração atual - Carvão          | Atrito com comunidade           | + |  | Mineração é hostilizada, mas é vista como necessária   |
| Mineração atual - Carvão          | Necessária para comunidade      | + |  |  |
| FEPAM                             | Conhecimento sobre mineração    | - |  | Órgãos ambientais ainda não estão devidamente preparados para darem as respostas para as mineradoras |
| Conhecimento sobre mineração      | Críticas sobre mineração        | + |  | Assertividade nas críticas sobre a mineração   |

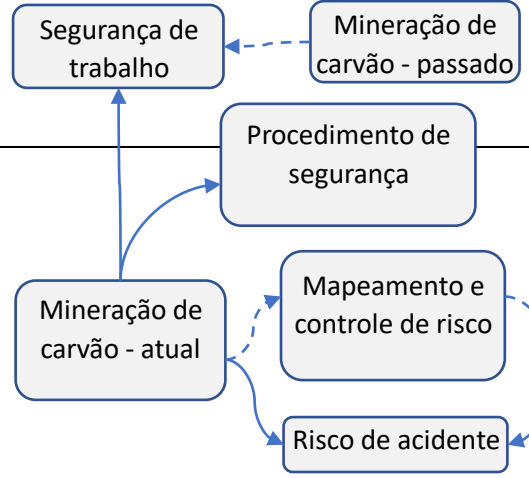
|                          |                          |   |  |   |
|--------------------------|--------------------------|---|--|---|
| Mineradoras              | ESG                      | + |  | Mineradoras demonstram mais preparo para o ESG do que os órgãos ambientais  |
| Legislação               | ESG                      | - |  | Existe uma lacuna na legislação que deveria ser preenchida para olhar o ESG |
| Mineração atual - Carvão | Receber resíduos         | + |  | Cava de mina ser utilizada para receber os resíduos sólidos urbanos         |
| Mineração atual - Carvão | Transformação social     | + |  | O processo de licenciamento não olha o potencial transformador d área       |
| Licenciamento ambiental  | Mineração atual - Carvão | - |  |   |
| Mineração atual - Carvão | Geração de emprego       |   |  | Mineração impacta na sociedade através de emprego                           |
| Mineração atual - Carvão | MDO qualificada          | + |  | Mineração é altamente de mão d obra   |
| Mineração atual - Carvão | Formação de MDP          | + |  | Mineração não dependente de mão de obra de alta qualidade                   |
| Formação de MDP          | Geração de emprego       | + |  | Mineração consegue formar a sua mão de obra                                 |
| Geração de emprego       | Desenvolvimento social   | + |  | Mineração permite o crescimento interno de posto de trabalho                |
|                          |                          |   |  | População está crescendo cada v mais...                                     |

|                          |                                      |   |
|--------------------------|--------------------------------------|---|
| Desenvolvimento social   | Geração de emprego                   | + |
| Mineração atual - Carvão | igualdade de oportunidade de emprego | + |

Precisaremos cada vez mais de empregos  
 A mineração consegue unir os jovens e os mais experientes

Como vocês analisam o impacto na segurança do trabalhador

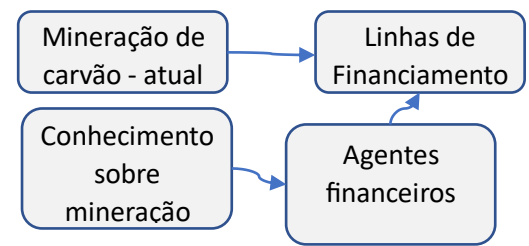
|                                 |                                 |   |
|---------------------------------|---------------------------------|---|
| Mineração Passado - Carvão      | Segurança de trabalho           | - |
| Mineração atual - Carvão        | Risco de acidente               | - |
| Mineração atual - Carvão        | Procedimentos de segurança      | + |
| Mineração atual - Carvão        | Mapeamento e Controle de riscos | + |
| Mapeamento e Controle de riscos | Risco de acidente               | - |



Mineração no passado pode ter sido agressiva  
 A mineração é de alto risco  
 A mineração tem alto padrão de segurança  
 Os riscos de segurança de trabalho são minimizados com EPI e EPC  
 Não se começa uma mineração sem altos padrões de segurança  
 Um risco não controlado para um operação de mineração

Como vocês analisam o impacto em linhas de financiamento

|                          |                        |   |
|--------------------------|------------------------|---|
| Mineração atual - Carvão | Financiamento bancário | + |
| Agentes financiados      | Financiamento bancário | + |



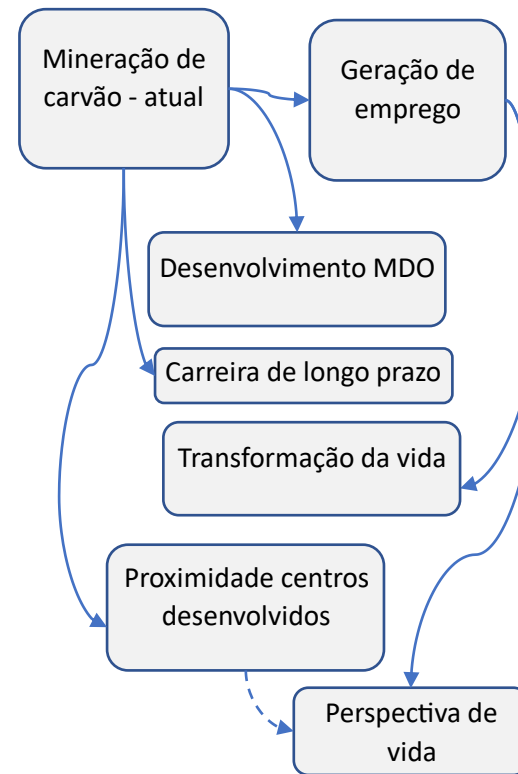
Não sofremos nenhum tipo de boqueio de linha de financiamento  
 Bancos que visitam o fornecedor são levados a frente de mineração de carvão, para entender como acontece a recuperação ambiental

|                              |                           |   |
|------------------------------|---------------------------|---|
| Conhecimento sobre mineração | Agentes financeiros       | + |
| Conhecimento sobre mineração | Liberação de investimento | + |

Os bancos comerciais demonstra compreensão sobre a operação

Qual é o olhar da Fagundes para o Social

|                                       |                                       |   |
|---------------------------------------|---------------------------------------|---|
| Mineração atual - Carvão              | Geração de emprego                    | + |
| Mineração atual - Carvão              | Desenvolvimento de MDO                | + |
| Mineração atual - Carvão              | Carreira de longo prazo               | + |
| Emprego digno                         | Transformação da vida                 | + |
| Mineração atual - Carvão              | Proximidade dos centros desenvolvidos | - |
| Proximidade dos centros desenvolvidos | Perspectiva de vida                   | - |
| Geração de emprego                    | Perspectiva de vida                   | + |



A principal contribuição é através da geração de emprego digno

Desenvolvimento de mão de obra da região

transferência de conhecimento e tecnologia de trabalho

Oportunidade de trabalho e desenvolvimento profissional

aproveitamento da prata da casa

Pessoas que não tinham conhecimento algum sobre as operações, hoje são supervisores

Transformar a vida das pessoas: Saindo da linha da pobreza para ter uma profissão

A mineração acontece em lugares onde não há desenvolvimento

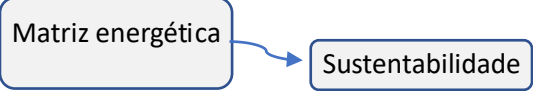
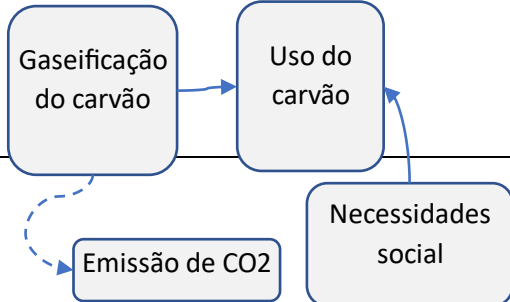
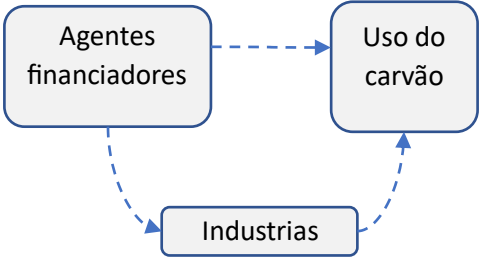
Nestes locais as pessoas não possuem perspectiva de futuro

A mineração leva a oportunidade das pessoas se desenvolverem

Quadro: Entrevista com Alta direção - Carlos W. de Faria - Diretor Superintendente

| Pergunta   | Causa               | Efeito                     | +/- | Diagrama de palavras e setas | Frase de origem  |
|--|---------------------|----------------------------|-----|------------------------------|--|
| Quais são os impactos que chegam na mineração de carvão? |                     |                            |     |                              |  |
|  | Uso do carvão       | Impacto Ambiental          | +   |                              | Cuidado ambiental e aquecimento global são os principais impactos  |
|  | Uso do carvão       | Aquecimento Global         | +   |                              | Não para mineração do carvão, mas para o uso   |
|  | Uso do carvão       | Emissão de CO2             | +   |                              | A indústria termelétrica precisa achar uma solução para captura do CO2   |
|  |                     |                            |     |                              | Assim a indústria ficará de pé no futuro   |
|  | Mineração de carvão | Geração de emprego e renda | +   |                              | Existe uma dependência da geração de emprego e renda na mineração  |
|  | Mineração de carvão | Indústrias                 | +   |                              | Grandes indústrias na cadeia da mineração de carvão dependem dessa operação, como por exemplo: Polo-petroquímico, cimento e térmicas |
|  | Matriz energética   | Sustentabilidade           | +   |                              | No Brasil a participação de emissão de CO2 vinda do carvão muito baixa   |
|  |                     |                            |     |                              | A matriz energética do Brasil é sustentável  |



|  |                     |   |  |  |
|--|---------------------|---|--|--|
|  |                     |   |  | O tratamento dado ao carvão deveria ser diferente  |
| Mineração de carvão  | Combustível barato  | + |   | O uso do carvão viabiliza muitas empresas / indústrias, com combustível a custo baixo            |
| Subsídios governo  | Mineração de carvão | - |  | A indústria não deve contar com subsídio   |
| Gaseificação do carvão   | Uso do carvão       | + |   | Os subsídios são nocivos a indústria da mineração do carvão                                      |
| Gaseificação do carvão   | Emissão de CO2      | - |  | O futuro do carvão pode ser a gaseificação   |
| Necessidades da sociedade  | Uso do carvão       | + |  | Isso consegue eliminar suas emissões de CO2  |
| A dificuldade de transição energética, pode mudar a posição dos bancos |                     |   |  | A transição energética da mineração de carvão, da sinais de dificuldade de se mostrar viável     |
| Agentes financiadores  | Uso do carvão       | - |  | Os bancos seguem afirmando que não há linha de financiamento para projetos que utilizam o carvão |
| Industrias   | Uso do carvão       | - |  | essa é uma pauta de governança corporativa   |
|  |                     |   |  | Industrias já estão restringindo o uso de carvão, mesmo abrindo mão de custo competitivo         |

|                            |                          |   |                               |                             |   |
|----------------------------|--------------------------|---|-------------------------------|-----------------------------|---|
| Mineração de carvão        | Ações de ESG             | + |                               |                             | A pauta ambiental e social, dever ser atendidas pela mineração                              |
| Mineração Passado - Carvão | Pauta das ONGs           | + | Mineração de carvão - passado | Pauta das ONGs              | As ONG veem o carvão como combustível do passado  |
| Novas tecnologias          | Mineração Atual - Carvão |   | Tecnologias                   | Mineração de carvão - atual | mas a mineração já dá exemplos de novas tecnologias   |
| Pautas ambientais          | Diálogo entre as partes  | - |                               |                             | As pautas ambientais se mostram radicais que não aceitam diálogo                            |
| Ministério público         | Pautas ambientais        | + | Pauta ambientais              | Diálogo das partes          | Ministério público e justiça dá sinais de valorizarem pautas ambientais sem olhar o social. |
| Pautas ambientais          | Geração de emprego       | - | Ministério público            | Emprego                     | Como manter empregos e rendas com restrições ambientais?                                    |

Pauta Social, no Brasil a mineração de carvão está em local distante. Não falta um olhar para isso?

|                                |                           |   |                        |                           |   |
|--------------------------------|---------------------------|---|------------------------|---------------------------|---|
| FEPAM                          | Análise técnica           | + | FEPAM                  | Análise técnica           | Deveria ter um olhar para os benefícios sociais locais, por parte dos órgãos legisladores |
| Análise técnica                | Impacto social positivo   | - | Impactos sociais       | Foco no processo          |   |
| Foco no processo               | Análise técnica           | + |                        |                           |   |
| Grandes centros metropolitanos | Desenvolvimento econômico | + | Centros metropolitanos | Desenvolvimento econômico | As áreas de mineração estão longe dos grandes centros consumidores                        |
| Grandes centros metropolitanos | Mineração de carvão       | - |                        | Mineração de carvão       |   |
|                                |                           |   |                        |                           | A região do RS não tem uma cadeia de consumo próxima                                      |



|                   |                                       |   |  |  |
|-------------------|---------------------------------------|---|--|--|
| Uso do carvão     | Projeto de carvão                     | + |  | <p>O uso do carvão pode ter fins mais nobres, através de gás, ou terras raras, fertilizantes</p> <p>Analisar quimicamente o carvão e repensar a sua utilização</p> <p>Pode sair de volumes altos, mas utilizar volumes menores, mas de valor agregado melhor</p> |
| Projeto de carvão | Valor agregado                        | + |  |  |
| Projeto de carvão | Emissão de CO2                        | - |  |  |
| Valor agregado    | Desenvolvimento econômico sustentável | + |  |  |
| Emissão de CO2    | Desenvolvimento econômico sustentável | - |  |  |

Qual o futuro do carvão - 20 anos

|                         |                      |   |  |   |
|-------------------------|----------------------|---|--|---|
| Necessidades sociais    | Uso do carvão        | + |  | <p>O carvão deve achar uma saída para sua perpetuação</p> <p>A indústria deve estar pronta para fechar</p> <p>O mundo demonstra sinais de fragilidade de sobreviver sem o uso do carvão</p> <p>As novas fontes de energia existem, mas ainda são alternativas e não são firmes</p> <p>o carvão pode ser a fonte back-up de energia para o mercado</p> |
| Novas fontes de energia | Necessidades sociais | - |  |   |
| Consumo de carvão       | Garantia de energia  | + |  |   |

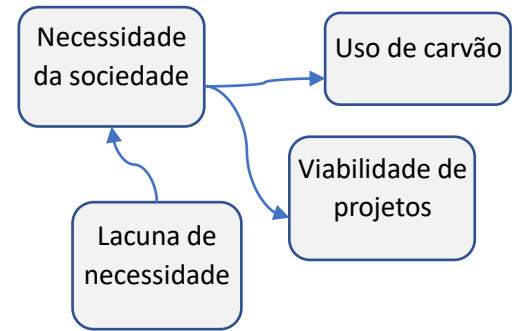
Fonte: Autor

Quadro: Entrevista com Alta direção - Luiz Roberto Luktmeier - Diretor Financeiro

| Pergunta   | Causa                         | Efeito                           | +/- | Diagrama de palavras e setas | Frase de origem  |
|--|-------------------------------|----------------------------------|-----|------------------------------|--|
| Quais são os impactos que chegam na mineração de carvão? |                               |                                  |     |                              |  |
|  | Pressão ambiental             | Rigor do licenciamento ambiental | +   |                              | Pressões ambientais, a nível de legislação   |
|  | Pressão social                |                                  | +   |                              | Pressão da sociedade   |
|  | Acidente socioambiental       | Pressão social                   | +   |                              | Historicamente, até 2015, não haviam pressões, a partir dos eventos de Minas       |
|  | Mineração do passado - carvão | Passivo ambiental                | +   |                              | No passado houve passivo ambiental (SC), mas o RS vem pagando por isso.            |
|  | Passivo ambiental             | Mineração atual - Carvão         | +   |                              |  |
|  |                               |                                  |     |                              | Empresas abandonaram áreas e a sociedade ficou com o passivo                       |
|  |                               |                                  |     |                              | Historicamente houve pressão, mas o CO2 aumentou a pressão quanto ao uso do carvão |
|  | Falta de conhecimento - CO2   | Pressão social                   | +   |                              | mesmo que o % é pequeno... O Brasil pode estar comprando uma agenda externa        |
| Por que a pressão financeira na indústria                |                               |                                  |     |                              |  |
|  | Uso do carvão                 | Emissão CO2 - Externa            | +   |                              | Mais uma vez a pressão externa fala mais alta                                      |
|  | Emissão CO2 - Externa         | Aquecimento global               | +   |                              |  |
|  | Aquecimento global            | Acidentes ambientais             | +   |                              |  |
|  | Acidentes ambientais          | Custo financeiro                 | +   |                              |  |
|  | Custo financeiro              | Agentes financeiros - mundiais   | -   |                              | os grandes bancos captam recursos externos   |

|   |                                 |   |  |   |
|---|---------------------------------|---|--|---|
| Custo financeiro  | Consumo de carvão               | - |  | Na Europa há veto a financiamento a carvão  |
| O Governo federal diz que precisa do carvão, por que o BNDES não financia               |                                 |   |  |   |
| Agentes financiadores - mundiais  | Aporte - BNDES                  | + |  | Devido a captação do dinheiro externo, logo, deve seguir as regras externas                         |
| Aporte - BNDES  | Projetos de carvão              | - |  |   |
| Responsabilidade social   |                                 |   |  |   |
| Grandes centros metropolitanos  | Mineração de carvão             | - |  | A mineração acontece longe dos legisladores, logo, os pontos positivos não conseguem ser percebidos |
| Grandes centros metropolitanos  | Órgãos legisladores             | + |  |   |
| Impactos positivos da mineração   | Pequenos centros metropolitanos | + |  |   |
| Pressão de ONG  | Demanda do Ministério Público   | + |  | Alguns setores criam uma pressão através do ministério público                                      |
| O maior entrave ainda é financeiro!   |                                 |   |  |   |
| Mesmos que tenhamos uma legislação positiva, sem recurso financeiro não há viabilidade. |                                 |   |  |   |
| Uso de carvão   | Emissão de CO2                  | + |  | A pressão não chega na agricultura devido % do peso no PIB é maior                                  |
| Industria Agro  | Emissão de CO2                  | + |  |   |
| Industria Agro  | % Participação PIB              | + |  |   |
| Consumo de carvão   | % Participação PIB              | - |  |   |
| % Participação PIB  | Importância para Economia       | + |  | % de participação nacional é baix logo, não há condições de buscar apoio                            |

|                                    |                          |   |
|------------------------------------|--------------------------|---|
| % Participação PIB                 | Viabilidade de projetos  | + |
| Qual o cenário de futuro do carvão |                          |   |
| Necessidade da sociedade           | Uso do carvão            | + |
| Lacuna não atendida                | Necessidade da sociedade | - |
| Necessidade da sociedade           | Viabilidade de projetos  | + |



Quando o % do PIB é alto, a pressão financeira supera os entraves ambientais

Apenas as necessidades futuras da sociedade vão responder

Ainda não há garantias que existem outras fontes de recurso para atender as necessidades

O carvão, como fonte de energia, só dará espaço quando outra fonte atender o % do PIB

Quando a necessidade bater a porta, os governos criam subsídios

A necessidade cria soluções para uso das tecnologias

A necessidade valoriza a solução, visto que o retorno é grande

Fonte: Autor

Quadro: Entrevista com Stahl – On-line - Sr. Jefferson

| Pergunta  | Causa                       | Efeito                      | +/- | Diagrama de palavras e setas | Frase de origem   |
|---|-----------------------------|-----------------------------|-----|------------------------------|---|
| O assunto já está no radar da Stahl de alguma forma?              |                             |                             |     |                              |   |
|   | Crescimento empresa         | Cultura de sustentabilidade | +   |                              | Empresa vem crescendo e criando cultura. A cultura é criada através de grupos de trabalho.      |
|   | Grupo de trabalho           | Cultura de sustentabilidade | +   |                              | O tópico da sustentabilidade tem sido trabalhado com foco.                                      |
|   | Cultura de sustentabilidade | Visibilidade no mercado     | +   |                              | Já tem sido critério de desempate em cotações de mercado, onde quem tem sustentabilidade ganha. |
| Como a Stahl olha para a Mineração de carvão?                     |                             |                             |     |                              |   |
|   | Mineração de carvão         | Necessidades da sociedade   | +   |                              | A mineração de carvão é uma riqueza que precisa ser explorada.                                  |
|   | Mineração de carvão         | Oportunidade de negócio     | +   |                              | O carvão é uma necessidade da sociedade, ao mesmo tempo que uma oportunidade de negócio.        |
| Como a Stahl olha para a sustentabilidade da Mineração de carvão? |                             |                             |     |                              |   |
|   | Processos responsáveis      | Mineração de carvão         | +   |                              | A mineração de carvão é feita de forma responsável e a Stahl tem orgulho de participar dela.    |
|   | Processos responsáveis      | orgulho em pertencer        | +   |                              |   |
| Como vocês analisam o impacto na segurança do trabalhador         |                             |                             |     |                              |   |
|   |                             |                             |     |                              | Um dos pilares da empresa é Saúde e segurança.  |

|                     |                       |   |  |   |
|---------------------|-----------------------|---|--|---|
| Crescimento empresa | Segurança do trabalho | + |  | A Stahl evoluiu bastante na questão de segurança. A SSM trabalha fortemente na questão da segurança. Fica mais fácil de dar foco na segurança |
| Grau de risco       | Segurança do trabalho | - |  | o grau de exposição ao risco na mineração não é maior do que em outra indústria   |

Como vocês analisam o impacto em linhas de financiamento (por trabalhar na mineração de carvão)?

|                            |                                      |   |  |  |
|----------------------------|--------------------------------------|---|--|--|
| Mineração de carvão        | Contrato de serviço sólido           | + |  | Não houve, até o momento, nenhuma restrição de linha de financiamento por estar na mineração de carvão |
| Contrato de serviço sólido | Linhas de financiamento (fornecedor) | + |  | Os bancos analisam a segurança jurídica do contrato, isso a mineração garante.                         |

Qual é o olhar da Stahl para o Social

|                               |                              |   |  |   |
|-------------------------------|------------------------------|---|--|---|
| Ações transformadoras         | Desenvolvimento da sociedade | + |  | é preciso olhar para as demandas sociais e buscar ajudar na solução                                       |
| Jovens (Ens médio)            | Oportunidade de emprego      | - |  | A Stahl procura identificar jovens localizados em comunidade carente, mas queiram aprender uma profissão. |
| Treinamento / Desenvolvimento | Jovens (Ens médio)           | + |  | Através do treinamento de mão de obra, aumentar a empregabilidade dos moradores                           |
| Jovens treinados              | Oportunidade de emprego      | + |  | Fora isso são feitas campanhas de assistência (inverno, cesta básica, etc..)                              |

|                         |                              |   |
|-------------------------|------------------------------|---|
| Jovens treinados        | Oportunidade de emprego      | + |
| Oportunidade de emprego | Desenvolvimento da sociedade | + |

---

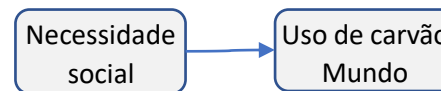
Fora isso são feitas campanhas de assistência (inverno, cesta básica, etc..)

Fonte: Autor

Quadro: Entrevista com BNDES – On-line - Sr. Marcio

| Pergunta  | Causa              | Efeito                      | +/- | Diagrama de palavras e setas | Frase de origem  |
|---|--------------------|-----------------------------|-----|------------------------------|--|
| Quais são as grandes preocupações do BNDES quando olha um projeto |                    |                             |     |                              |  |
|   | BNDES              | Desenvolvimento Sustentável | +   |                              | <p>O BNDES é o banco de desenvolvimento sustentável no Brasil</p> <p>Irá financiar apenas os projetos que possuem um pega ESG</p> <p>Ao nosso processo de análise foi agregada uma etapa, em paralelo, que analisará as questões de sustentabilidade</p> <p>As análises financeiras viabilizam o investimento, contudo, a análise sobre a sustentabilidade irá compor a avaliação da equipe técnica de seguir ou não, só depois segue para diretoria</p> <p>A equipe que analisa a sustentabilidade não se relaciona com o cliente, para ter a maior independência</p> |
|   | Linhas de crédito  | Projetos sustentáveis       | +   |                              |  |
|   | Análise ESG        | Projetos sustentáveis       | +   |                              |  |
|   | Análise Financeira | Projetos sustentáveis       | +   |                              |  |
|   | Análise ESG        |                             |     |                              |  |
|   | Análise Financeira | Recomendação de crédito     | +   |                              |  |

Com o contexto na Europa, o mercado pode rever a restrição ao carvão



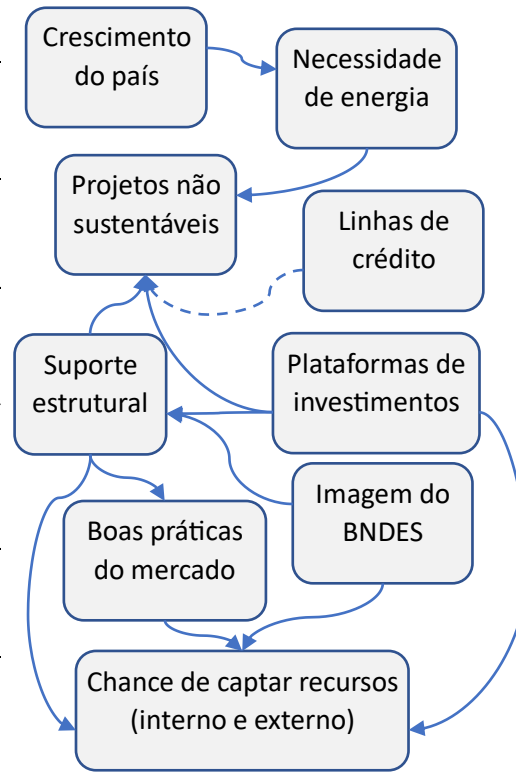


BNDES pode mudar a sua posição sobre Projeto de carvão

|                                    |                                    |   |  |  |
|------------------------------------|------------------------------------|---|--|--|
| Aquecimento global                 | Restrição financeira internacional | + |  | O BNDES não dá sinais de mudar a sua posição   |
| Projetos a carvão                  | Aquecimento global                 | + |  |  |
| Restrição financeira internacional | Linhas de crédito                  | - |  |  |
|                                    |                                    |   |  | Os sinais do governo são para o desenvolvimento sustentável  |
|                                    |                                    |   |  | BNDES é um dos instrumentos para o desenvolvimento industrial brasileiro                                 |
| Falta de conhecimento - carvão     | Imagem do carvão                   | - |  | O BNDES reconhece que existe muita desinformação sobre o consumo de carvão                               |
| Restrição ao carvão                | Imagem do BNDES                    | + |  | voltar a financiar projetos de carvão, seria muito difícil para a sociedade aceitar (fundos financeiros) |

O Governo (IBAMA, ANM, Minas e Energia) dão sinais positivos para o carvão, o que leva o BNDES não?

|                            |  |   |
|----------------------------|--|---|
| Crescimento do país        | necessidade de energia                   | + |
| Necessidade de energia     | Projetos não sustentáveis                | + |
| Projetos não sustentáveis  | Demanda de financiamento                 | + |
| Linhas de crédito          | Projetos não sustentáveis                | - |
| Plataforma de investimento | Projetos não sustentáveis                | + |
| Plataforma de investimento | Suporte estrutural                       | + |
| Suporte estrutural         | Linhas de crédito - Proj não sustentável | + |
| "Boas práticas do mercado" | Suporte estrutural                       | + |



O BNDES reconhece que existe demandas de financiamento para mineração

O BNDES reconhece que não tem escala para todos (alguns pequenos demais)

O BNDES sabe que não é a solução para todos os projetos (lista de exclusão)

O BNDES reconhece que deve existir outras soluções de mercado

O BNDES compôs o Invest Mine, para aproximar projetos de agentes financiadores

O BNDES está no Invest Mine, como incentivador de investimento

(<https://investmining.com.br/>)

Essa demanda de financiamento deve ser suprida por outros atores

No CANADA os projetos de mineração são financiados por fundos e pessoas físicas

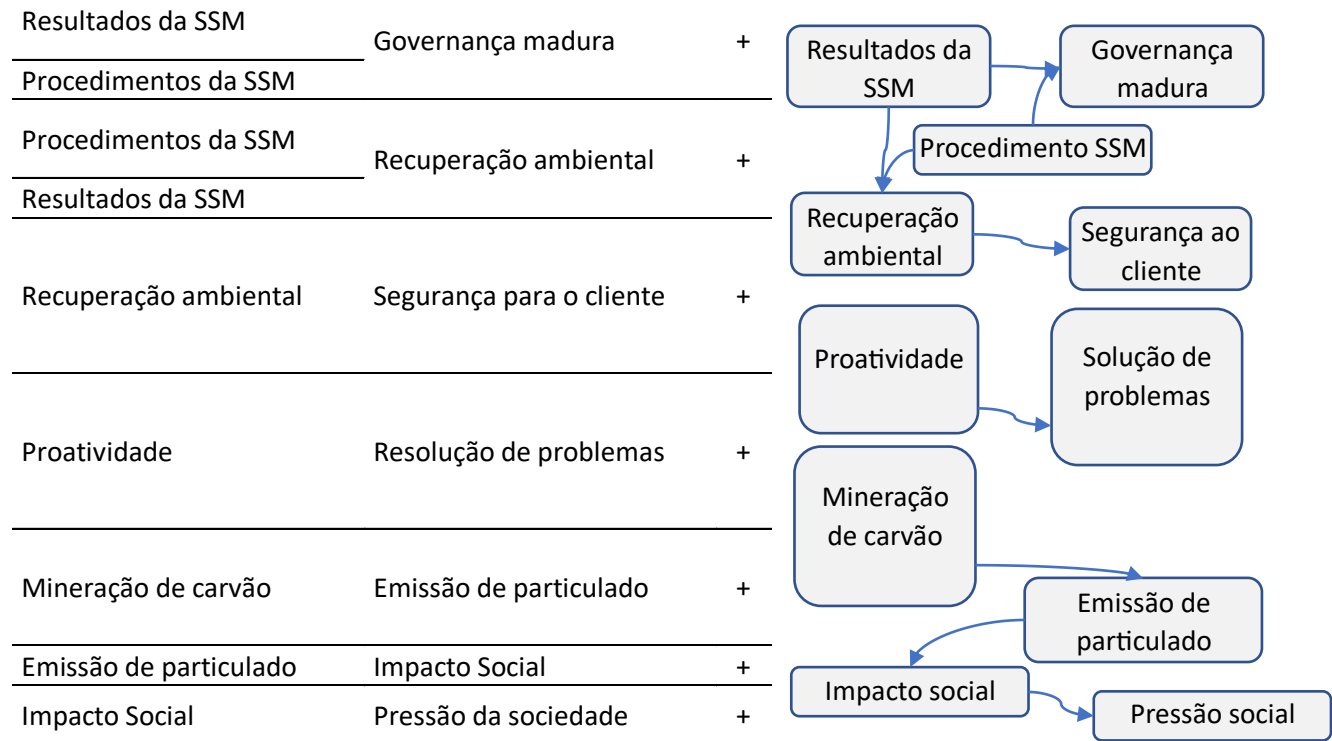
|                            |   |   |   |
|----------------------------|---|---|---|
| Imagem do BNDES            | Suporte estrutural                            | + | <p>o BNDES passa para um papel de mentor dos projetos, para que eles possam ser analisados por outros investidores</p> <hr/> <p>O Invest Mine tem um braço de "boas práticas", onde pode ser apresentado suas práticas e isso passar para o demais projetos, tornando-os mais 'palatáveis' aos investidores</p> <hr/> |
| Boas práticas da mineração | Projetos não sustentáveis                     | + |   |
| Ações conjuntas            | Chance de captar recursos (interno e externo) | + |   |

Fonte: Autor

Quadro: Entrevista com UTPS – On-line - Sr. Daniel Mahl

| Pergunta                                 | Causa                            | Efeito                    | +/- | Diagrama de palavras e setas | Frase de origem  |
|--|----------------------------------|---------------------------|-----|------------------------------|--|
| Qual é o olhar da UTPS para a mineração? |                                  |                           |     |                              | <p>Hoje o que mais preocupa a UTPS é o fato de poder contar com apenas uma empresa. Não há concorrência no mercado (mesmo havendo CRM)</p> |
|  | Monopólio de fornecimento        | Segurança de fornecimento | -   |                              | <p>A UTPS acompanha os resultados da SSM, o que deixa a UTPS mais tranquila</p>  |
|  | Resultados da SSM                | Segurança de fornecimento | +   |                              | <p>Mesmo que a UTPS faça uso do STEP-IN, é preciso contar com pessoas qualificadas</p>   |
|  | Garantias contratuais            | Segurança de fornecimento | +   |                              |  |
|  | Falta de MDO qualificada na UTPS | Garantias contratuais     | -   |                              |  |
|  | Monopólio de fornecimento        | Dependência do fornecedor | +   |                              |  |
|  | Dependência do fornecedor        | Risco ao negócio          | +   |                              |  |

Quanto as questões sociais, segurança... Como é análise da a maturidade da mineração de carvão



A UTPS reconhece que a SSM está em estágio maduro de governança

Todas as visitas feitas na SSM, a parte de recuperação ambiental é o que mais chama atenção

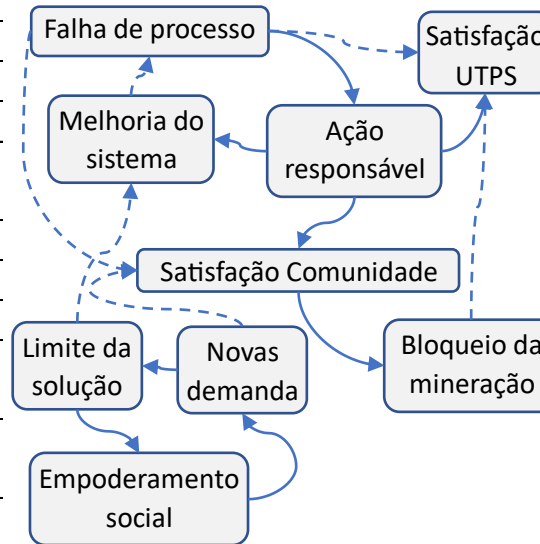
A SSM se mostra sempre preocupada com meio-ambiente, resultados operacionais... Isso dá confiança

A SSM se mostra proativa para solução de problemas, independentemente se está dentro das condições contratuais

Existe uma discussão sobre o particulado junto a sociedade... Não sabemos que é impossível eliminar mas a SSM se mostra responsável em atender as reclamações da sociedade.

A seriedade (da SSM) que é dada aos problemas ambientais ou sociais é igual aos problemas operacionais

|                            |                            |   |
|----------------------------|----------------------------|---|
| Falha de processo - SSM    | Satisfação UTPS            | - |
| Ação responsável           | Satisfação UTPS            | + |
| Ação responsável           | Melhoria no sistema        | + |
| Melhoria no sistema        | Falha de processo - SSM    | - |
| Falha de processo - SSM    | Satisfação Comunidade      | - |
| Ação responsável           | Satisfação Comunidade      | + |
| Ação responsável           | Melhoria no sistema        | + |
| Melhoria no sistema        | Falha de processo - SSM    | - |
| Limitações das soluções    | Limitações da SSM          | + |
| Limitações da SSM          | Melhoria no sistema        | - |
| Satisfação Comunidade      | Bloqueio da mineração      | + |
| Bloqueio da mineração      | Satisfação UTPS            | - |
| Limitações das soluções    | Empoderamento da sociedade | + |
| Empoderamento da sociedade | Apresenta demandas sociais | + |
| Apresenta demandas sociais | Limitações da SSM          | + |
| Limitações da SSM          | Satisfação Comunidade      | + |



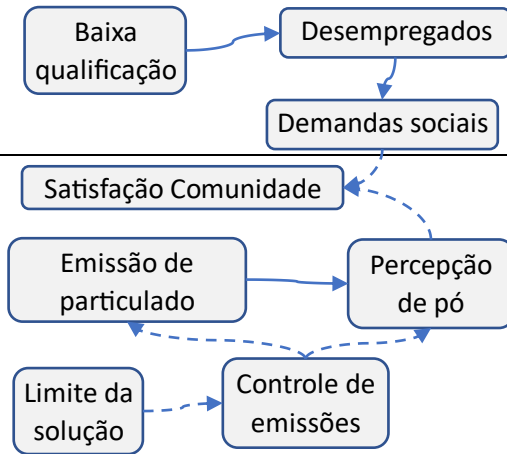
A percepção da UTPS é que ambos os casos são atendidos com a mesma seriedade

A UTPS se preocupa com dificuldade da solução, o que pode levar a discussão para um segundo estágio

A comunidade sabe que a solução definitiva é difícil por parte da SSM fazendo disso uma moeda de troca

Como a UTPS olha para a sociedade do entorno

|                                   |                        |   |
|-----------------------------------|------------------------|---|
| Baixa qualificação                | Pessoas desempregadas  | + |
| Pessoas desempregadas             | Demanda socieais       | + |
| Demanda socieais                  | Satisfação Comunidade  | - |
| Percepção de sujeira              | Satisfação Comunidade  | - |
| Emissão de particulado            | Percepção de sujeira   | + |
| Controle de emissões              | Emissão de particulado | - |
| Limitação do controle de emissões | Controle de emissões   | - |

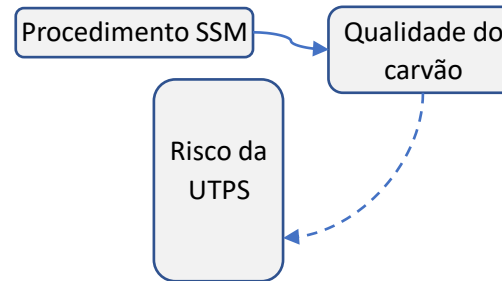


Existem pessoas que reclamam, porque acreditam que não serão empregadas no sistema, tentam buscar algum retorno de outra forma

As emissões da SSM apesar de estar muito abaixo da norma, ainda impactam o conforto do morador

Como a UTPS reconhece a qualidade do produto entregue

|                      |                      |   |
|----------------------|----------------------|---|
| Procedimentos da SSM | Qualidade dor carvão | + |
| Qualidade dor carvão | Risco da UTPS        | - |

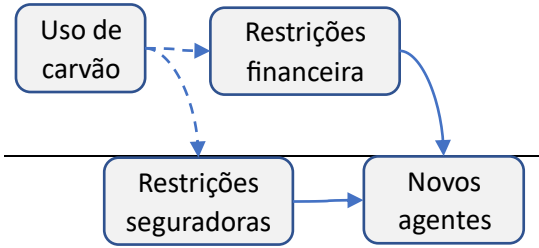


O produto entregue pela SSM atende as especificações contratuais, mesmo assim a SSM sempre está aberta a analisar melhorias (tanto no processo como no produto)

A UTPS não consegue imaginar como seria a entrega de outro fornecedor (CRM), mas isso não tira o mérito da SSM.

Quanto as pressões de agentes financeiros / seguradoras - Vocês estão sentindo pressão?

|                                   |                                      |   |
|-----------------------------------|--------------------------------------|---|
| Uso de carvão                     | Restrições de agentes financeiros    | + |
| Uso de carvão                     | Restrições de seguradoras            | + |
| Restrições de agentes financeiros | Busca por agentes menores            | + |
| Restrições de seguradoras         |                                      | + |
| Busca por agentes menores         | Oportunidade para novos fornecedores | + |



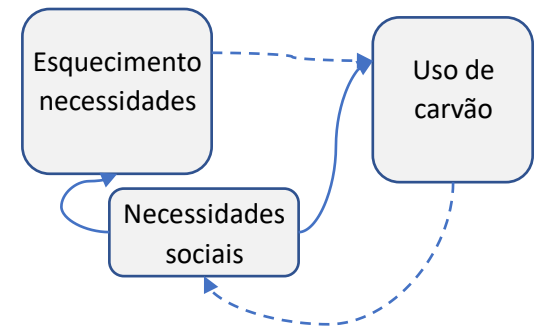
A UTPS nota muita pressão de agentes financeiros (bancos), os quais não querem saber detalhes da operação, apenas não aceitam.

As seguradoras também fazem a mesma pressão, não aceitando analisar cobertura de apólice

Isso abre espaço para seguradoras menores entrarem no mercado.

As questões de guerra mundial / necessidade de energia no mundo - Isso pode mudar a pressão?

|                               |                               |   |
|-------------------------------|-------------------------------|---|
| Necessidades sociais (mundo)  | Uso de carvão                 | + |
| Uso de carvão                 | Necessidades sociais (mundo)  | - |
| Atendimento das necessidades  | Esquecimento das necessidades | + |
| Esquecimento das necessidades | Uso de carvão                 | - |



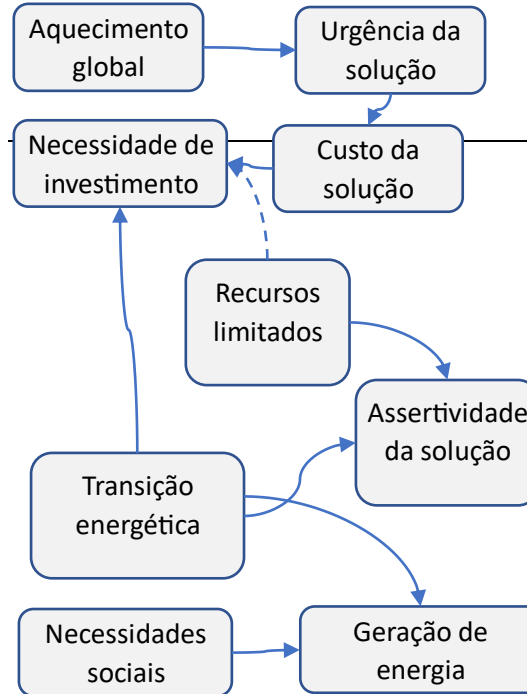
Sim! O mercado dá sinais que, devido a escassez de energia no mercado, o carvão volta a ter importância.

Com o passar do tempo, essa questão da guerra pode ser esquecida, fazendo com que as pressões voltem.



Quanto a captura / armazenamento de CO2 - qual o cenário futuro?

|   |                                |   |
|---|--------------------------------|---|
| Aquecimento global                            | Urgência de solução            | + |
| Urgência de solução                           | Custo da solução               | + |
| Custo da solução                              | Necessidade de investimento    | + |
| Necessidade de captura e armazenamento de CO2 | Necessidade de investimento    | + |
| Recursos limitados                            | Necessidade de investimento    | - |
| Transição energética                          | Necessidade de investimento    | + |
| Recursos financeiros limitados                | Assertividade da solução       | + |
| Necessidades sociais (mundo)                  | Geração de energia sustentável | + |
| Transição energética                          | Geração de energia sustentável | - |



Tem investimento, mas poderia ter mais. A sociedade parece dar sinais que não é tão interessante. Talvez isso não se torne real.

O foco é transição energética, onde estão as maiores linhas de investimento

O foco da sociedade está em energia renovável, mas não na captura e armazenagem de CO2.

Quadro: Entrevista com HAR – Sr. Fernando Hartmann

| Pergunta                                  | Causa                            | Efeito                          | +/- | Diagrama de palavras e setas | Frase de origem   |
|---|----------------------------------|---------------------------------|-----|------------------------------|---|
| Quais as pressões na mineração de carvão? |                                  |                                 |     |                              |   |
|   | Consumo de carvão                | Aquecimento Global              | +   |                              | As pressões sobre a mineração s oriundas de um movimento mundial, que a partir do aquecimento mundial... Buscam saída do carvão da matriz energ |
|   | Aquecimento Global               | Pressão internacional           | +   |                              |   |
|   | Pressão internacional            | Consumo de carvão               | -   |                              |   |
|   | Consumo de carvão                | Emissão de CO2                  | +   |                              | .. Existe a ligação das emissões c CO2, com a queima do carvão  |
|   | Emissão de CO2                   | Falta de conhecimento sobre CO2 | +   |                              | ... Ainda faltam conhecimento s as emissões de CO2, para que es culpa recaia apenas sobre o carv  |
|   | Pressão financeira internacional | Consumo de carvão               | -   |                              | As pressões se resumem da área financeira, que cortam o uso do carvão   |
|   | Aquecimento Global               | Pauta urgente                   | +   |                              | Apesar de ser uma pauta urgent saída do carvão ainda demanda muito dinheiro no desenvolvime de tecnologia                                       |

Quais são os impactos conhecidos que o carvão gera?

|                         |                    |   |  |  |
|-------------------------|--------------------|---|--|--|
| Mineração de carvão     | Impacto Ambiental  | + |  | <p>licenciamento que a mineração impacta o ambiental (biótico, físico e antrópico).</p>  |
| Lavra a céu aberto      | Impacto no relevo  | + |  | <p>A mineração a céu aberto é uma mineração que aparece, logo, impacta o relevo. Contudo, as medidas de fechamento de mina, usadas pelas empresas, já cuidam disso</p> |
| Fechamento da mina      | Impacto no relevo  | - |  |  |
| Emissão de particulado  | Impacto ambiental  | + |  | <p>Existem os impactos diretos, que é a geração de ruído e poeira, mas para tudo isso existem regras que devem ser seguidas</p>  |
| Geração de ruído        |                    | + |  |  |
| Licenciamento ambiental | Impacto ambiental  | - |  |  |
| Leis ambientais         | FEPAM              | + |  | <p>Contudo, o licenciamento ambiental é muito pesado, e tem por objetivo de achar formas de minimizar esses impactos</p>   |
| Mineração de carvão     | Geração de emprego | + |  | <p>também existem impactos positivos, que vem através da geração de emprego e desenvolvimento econômico, que não estão no licenciamento ambiental</p>                  |
| Geração de emprego      | Impacto econômico  | + |  |  |
| Licenciamento ambiental | Foco no processo   | + |  |  |

|                     |                     |   |  |   |
|---------------------|---------------------|---|--|---|
| Limites das solução | Melhoria do sistema | - |  | Para todos os impactos negativos existe uma solução, mas também há limitação de solução (viabilidade econômica e técnica) |
|---------------------|---------------------|---|--|---|

Qual é o olhar para o processo da SSM

|                                |                        |   |  |  |
|--------------------------------|------------------------|---|--|--|
| Mineração de carvão do passado | Reabilitação ambiental | - |  | A SSM nasce com o compromisso de recuperar o passivo ambiental deixado pelo antigo dono, que minerou quando não existiam regras rígidas de cuidados ambientais |
|--------------------------------|------------------------|---|--|--|

|                        |                   |   |  |   |
|------------------------|-------------------|---|--|---|
| Reabilitação ambiental | Recursos hídricos | + |  | Esse compromisso, aliado às novas regras, colocaram a SSM em outro patamar de compromisso |
| Reabilitação ambiental | Impacto ambiental | - |  |   |

Como vocês olham para os impactos na sociedade?

|                     |                    |   |  |  |
|---------------------|--------------------|---|--|--|
| Mineração de carvão | Geração de emprego | + |  | Um empreendimento desta natureza, não tem menos de 200 trabalhadores diretos na operação (beneficiamento, mina e controle) |
| Geração de emprego  | Mão de obra local  | + |  |  |

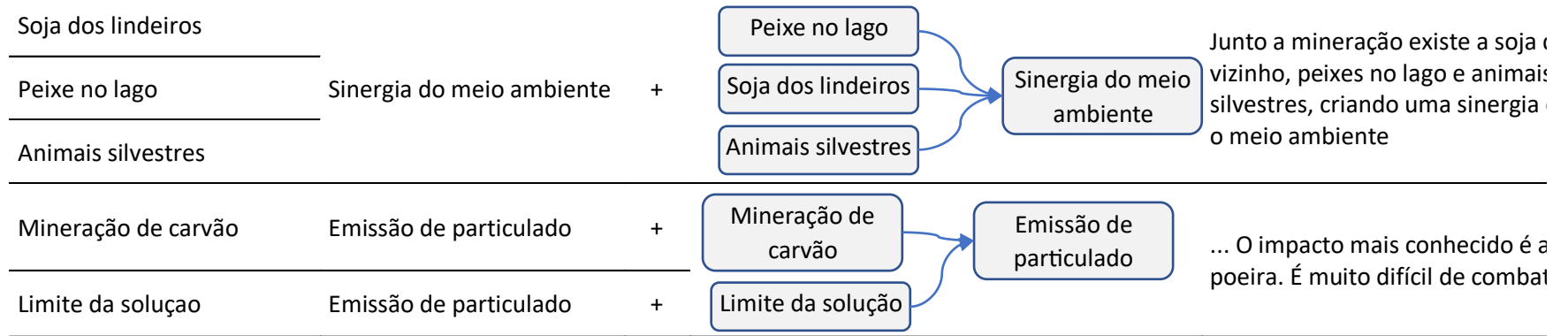
|                                |                            |   |  |   |
|--------------------------------|----------------------------|---|--|---|
| Geração de emprego             | Pessoas locais empregadas  | + | <pre> graph LR     A[Geração de emprego] --&gt; B[Pessoas locais empregadas]             </pre>  | A grande maioria são pessoas da comunidade de Candiota, geram emprego direto, que refletem em mais pessoas empregadas na comunidade |
| Consumo de carvão              | Geração térmica de energia | + | <pre> graph LR     A[Consumo de carvão] --&gt; B[Geração térmica de energia]             </pre>  | Também gera energia elétrica para abastecer o ONS.  |
| Mineração de carvão            | Investimento social        | + | <pre> graph TD     A[Mineração de carvão - passado] --&gt; C[Investimento social]     B[Mineração de carvão] --&gt; C             </pre> | Também existem os programas sociais, que hoje são alavancados para o desenvolvimento social   |
| Mineração de carvão do passado | Investimento social        | - | <pre> graph LR     A[Investimento social] --&gt; B[Mineração de carvão]             </pre>   | Tudo isso é muito diferente do que vinha sendo feito pela mineração em geral  |
| Mineração de carvão            | Impacto ambiental          | - | <pre> graph LR     A[Mineração de carvão] -.-&gt; B[Impacto Ambiental]             </pre>  | Mostrando que é possível minerar de forma organizada, reduzindo impacto negativo e potencializando impacto positivo                 |

Qual é o futuro do carvão no Brasil?

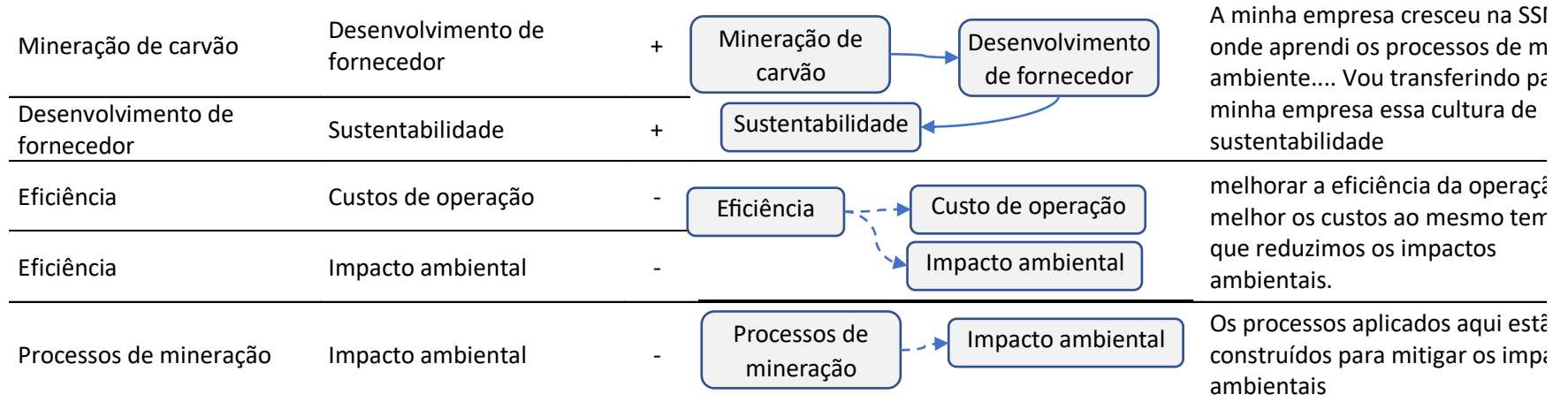
|                              |                            |   |  |  |
|------------------------------|----------------------------|---|--|--|
| Candiota                     | Disponibilidade de carvão  | + |  | O carvão no Brasil está no sul...   alguns lugares no limiar do esgotamento... Apenas em Canc ainda temos carvão   |
| Fontes renováveis de energia | Matriz energética nacional | + |  | No Brasil a matriz energética é diversificada, apoiada em fontes renováveis... O que reduz a importância do carvão |
|                              | Consumo de carvão          | - |  |  |
| Consumo de carvão            | Matriz energética nacional | + |  | Contudo, o carvão ainda é considerado uma energia firme, independe de condições da natu                            |
| Fontes renováveis de energia | Importância ao carvão      | - |  | O Brasil nunca vai dar a importã para o carvão, porque tem alternativas renováveis ... Mas n prudente abandona-lo  |
| Acordos internacionais       | Consumo de carvão          | - |  | A demanda futura passa por desafios, que são potencializadc pelos acordos internacionais que país assinou          |
| Gaseificação                 | Consumo de carvão          | + |  | Ainda existe uma viabilidade de consumo através da gaseificaçã   |

Quadro: Entrevista com Topografia South – Sr. Daniel Rochano

| Pergunta  | Causa                 | Efeito                   | +/- | Diagrama de palavras e setas | Frase de origem   |
|---|-----------------------|--------------------------|-----|------------------------------|---|
| Quais as pressões na mineração de carvão?                   |                       |                          |     |                              |   |
|   | Falta de conhecimento | Imagem da mineração      | -   |                              | a visão cultural é o que mais impacta, as pessoas não conhecem sobre a mineração e mesmo assim criticam           |
|   | Interesse individual  | Satisfação da comunidade | -   |                              | Outras pessoas querem criticar o propósito de ganhar algo   |
| Quais são os impactos conhecidos que mineração carvão gera? |                       |                          |     |                              |   |
|   | Mineração de carvão   | Impacto Ambiental        | -   |                              | Todas as operações do homem geram degradação, mas a mineração busca soluções para minimizar os impactos           |
|   | Gestão de operações   | Mineração de carvão      | +   |                              | A gestão das operações é o melhor para minimizar os impactos  |
|   | Gestão de resíduos    | Impacto Ambiental        | -   |                              | É preciso fazer o certo de maneira certa, não pode deixar resíduos, a gestão de resíduo ajuda a recuperar a área. |



Qual é o olhar para os processos da SSM





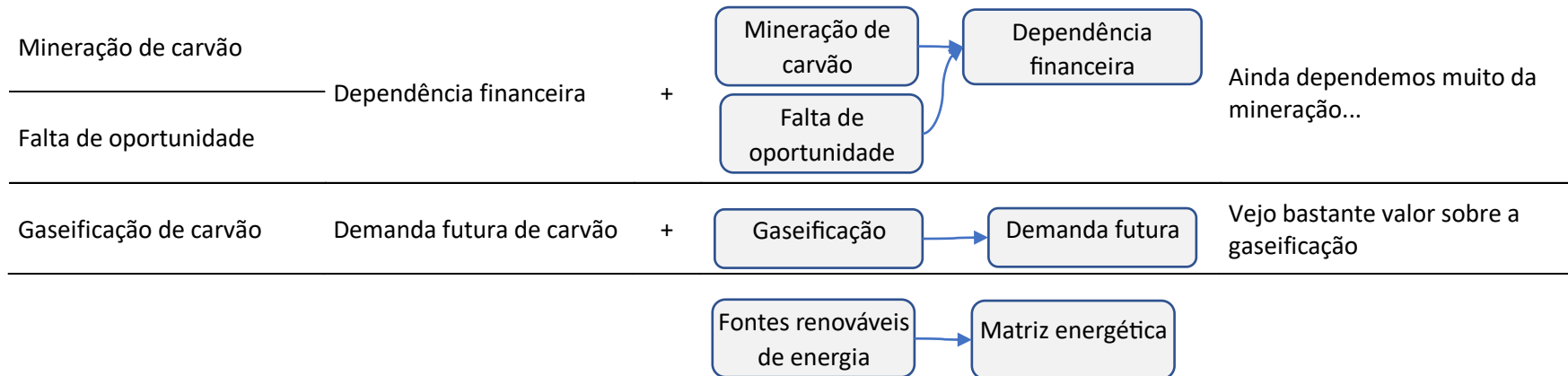
|                     |                          |   |  |  |
|---------------------|--------------------------|---|--|--|
| Mineração de carvão | Recursos hídricos        | + |  | A mineração planeja como redu: impacto em recursos hídricos  |
| Cortina vegetal     | Impacto ambiental        | - |  | ... A recuperação de área també está preocupada com a plantaçã cortina vegetal, que vai protegei comunidade no futuro... |
| Cortina vegetal     | Percepção de pó          | - |  |  |
| Cortina vegetal     | Satisfação da comunidade | + |  |  |

Como vocês olham para os impactos na sociedade?

|                     |                     |   |  |   |
|---------------------|---------------------|---|--|---|
| Mineração de carvão | Investimento social | + |  | A mineração mexeu com a região Só não vê quem não quer.   |
| Mineração de carvão | Geração de emprego  | + |  | Muitas vagas de emprego foram criados... Contudo as pessoas não estavam preparadas (desqualificadas)                              |
| MDO local           | Baixa qualificação  | + |  | Foram dados cursos de treinamento para melhorar o perfil, hoje nos: mão de obra está pronta a traba em qualquer empresa da região |
| Cursos técnicos     | Baixa qualificação  | - |  |   |
|                     |                     |   |  |   |

|                                 |                                |   |                                 |                                   |   |
|---------------------------------|--------------------------------|---|---------------------------------|-----------------------------------|---|
| Qualificação da mão de obra     | Aptidão para emprego           | + |                                 |                                   |   |
| Desconhecimento sobre mineração | Baixa qualificação             | + | Desconhecimento sobre mineração | Qualificação da Mão de obra local | As pessoas não estavam preparadas e não sabiam nada sobre a mineração, ainda existe o desconhecimento... Leva um tempo para as pessoas conseguirem reconhecer os impactos positivos |
| Mineração de carvão             | Desenvolvimento social (delay) | + | Mineração de carvão             | Desenvolvimento social            |   |
| Falta de oportunidade           | Geração de emprego             | - | Falta de oportunidade           | Geração de emprego                | A comunidade nunca teve muitas chances na vida, então ficaram acomodados, agora precisam trabalhar e depender menos do assistencialismo...  |
| Falta de oportunidade           | Qualificação da mão de obra    | - |                                 | Qualificação da Mão de obra local |   |

Qual é o futuro do carvão no Brasil?



|                              |                          |   |  |  |  |
|------------------------------|--------------------------|---|--|--|--|
| Fontes renováveis de energia | Matriz energética        | + |  |  | A matriz de energia está mudando muito rápido e o carvão deve ficar estagnado, ou até reduzir. |
| Eficiência                   | Demanda futura de carvão | + | <pre> graph LR     A[Eficiência] --&gt; B[Demanda futura]             </pre> |  | Garantir a mineração o mais eficiente possível torna a mina a atrair novas tecnologias         |

Para a empresa, quais são os riscos pós-trabalhar com carvão?

|                             |                             |   |   |   |
|-----------------------------|-----------------------------|---|---|---|
| Mineração de carvão         | Contrato sólido de operação | + | <pre> graph TD     A[Mineração de carvão] --&gt; B[Contrato sólido de operação]     B --&gt; C[Linhas de financiamento]     B --&gt; D[Investimento]             </pre> | Como fornecedor, preciso seguir melhorando para o futuro  |
| Contrato sólido de operação | Investimento                | + |   | não vejo restrições por trabalhar aqui, contudo, ao mesmo tempo a mineração me garante serviço em todo lugar que posso aplicar processos realizados aqui. |
| Contrato sólido de operação | Linhas de financiamento     | + |   | Assim, ao mesmo tempo isso libera minha operação em outras empresas, pois para meus funcionários não pode existir dois jeitos de trabalhar...             |

## APÊNDICE VIII – LISTA DE VARIÁVEIS

| Variável Superior            | Variável                             |
|------------------------------|--------------------------------------|
| Aprovação                    | Aprovação                            |
| Aquecimento Global           | Aquecimento Global                   |
| Atendimento de demanda       | Atendimento de demanda               |
|                              | Atendimento de demanda declarada     |
|                              | Atendimento demanda assistencialista |
|                              | Atendimento demanda não declarada    |
| Avaliação dos stakeholders   | Avaliação dos stakeholders           |
|                              | Expectativa dos Stakeholders         |
| Baixa qualificação MDO       | Baixa qualificação MDO               |
| Bloqueio da mineração        | Bloqueio da mineração                |
| BNDES                        | BNDES                                |
|                              | Análise financeira                   |
|                              | Análise técnica                      |
|                              | Desenvolvimento sustentável          |
|                              | ESG                                  |
|                              | Imagem do BNDES                      |
|                              | Linhas de crédito                    |
|                              | linhas de financiamento              |
|                              | Proj sustentáveis                    |
|                              | Projetos de carvão                   |
|                              | Recomendações de crédito             |
|                              | Recursos limitados                   |
|                              | Restrição financeira internacional   |
| Viabilidade de projetos      |                                      |
| Captura e armazenagem CO2    | Captura e armazenagem CO2            |
| Consumo de energia térmica   | Consumo de energia térmica           |
| Consumo do carvão            | Consumo do carvão                    |
| Crescimento do país          | Crescimento do país                  |
| Desempregados                | Desempregados                        |
| Desenvolvimento da sociedade | Desenvolvimento da sociedade         |
|                              | CFEM                                 |
|                              | Desenvolvimento social               |
|                              | Famílias                             |
|                              | Imigração                            |
|                              | Infraestrutura                       |
| Saúde pública                |                                      |
| Eficiência                   | Eficiência                           |
| Emissão CO2                  | Emissão CO2                          |
| Empoderamento Social         | Empoderamento Social                 |
| Emprego                      | Emprego                              |
|                              | Aptidão ao emprego                   |
|                              | Carreira de longo prazo              |
|                              | Combustível custo competitivo        |

| Variável Superior         | Variável                          |
|---------------------------|-----------------------------------|
|                           | Fomação de Mão de obra            |
|                           | Igualdade de gênero               |
|                           | Industrias                        |
|                           | Mao de obra qualificada           |
|                           | Perspectiva de vida com qualidade |
|                           | Profissionais                     |
|                           | Renda                             |
|                           | Treinamento                       |
| Externalidades            | Externalidades                    |
| Faturamento               | Faturamento                       |
|                           | Capacidade (t)                    |
|                           | Condição climática                |
|                           | Demanda (t)                       |
|                           | Desconto                          |
|                           | Paradas (h)                       |
|                           | Preço de venda                    |
| Frente parlamentar        | Frente parlamentar                |
|                           | Apoio de deputados                |
|                           | Apoio do Governo estadual         |
|                           | Esquecimento da região            |
|                           | Falta de representatividade       |
|                           | Falta Informação sobre carvão     |
|                           | MME                               |
|                           | Pauta controversa                 |
| Projeto de comunicação    |                                   |
| Gestão das externalidades | Gestão das externalidades         |
| Governança                | Governança                        |
|                           | Conflito interno                  |
|                           | Controles Operacionais            |
|                           | Direitos do trabalhador           |
|                           | Orgulho em pertencer              |
|                           | Padrões de desempenho             |
|                           | Padrões de segurança              |
|                           | Processos responsáveis            |
|                           | Resultados da SSM (Operação)      |
|                           | Segurança                         |
| Valores respeitados       |                                   |
| Impacto ambiental         | Impacto ambiental                 |
|                           | Impacto de vibração               |
| Impacto econômico         | Impacto econômico                 |
| Impacto social            | Impacto social                    |
|                           | Ação corretiva / responsável      |
|                           | Conflito com comunidade           |
|                           | Controle de emissões              |
|                           | Dependência econômica             |

| Variável Superior              | Variável                        |
|--------------------------------|---------------------------------|
|                                | Desenvolver fornecedor local    |
|                                | Emissão de particulado          |
|                                | Falha de processo               |
|                                | Impacto social (-)              |
|                                | Interesse da comunidade         |
|                                | Jovens (ens médio)              |
|                                | Melhoria do sistema             |
|                                | Necessidades sociais            |
|                                | Oportunidade em outras empresas |
|                                | Pauta das ONGs                  |
|                                | Percepção de pó                 |
|                                | Pessoas locais empregadas       |
|                                | Satisfação comunidade           |
| Incentivo a mineração          | Incentivo a mineração           |
| Investimento financeiro        | Investimento financeiro         |
|                                | Investimento em educação        |
|                                | Investimento meio ambiente      |
|                                | Investimento pessoas            |
|                                | Investimento qualidade          |
|                                | Investimento segurança          |
|                                | Investimento social             |
|                                | Investimento tecnologia         |
|                                | Aceitação                       |
| Identificação psicológica      |                                 |
| Licença Social de Operar "SLO" | Licença Social de Operar "SLO"  |
| Licenciamento ambiental        | Licenciamento ambiental         |
|                                | Acidente mineração              |
|                                | Conhecimento sobre mineração    |
|                                | Fepam                           |
|                                | Foco no processo                |
| Limite da solução              | Limite da solução               |
| Materialidade                  | Materialidade                   |
| Matriz de energia              | Matriz de energia               |
| Mineração de carvão - passado  | Mineração de carvão - passado   |
| Novas demandas                 | Novas demandas                  |
| Novos entrantes                | Novos entrantes                 |
| Operação da Empresa            | Operação da Empresa             |
|                                | Agressividade do impacto        |
|                                | Alteração de relevo             |
|                                | Baixa velocidade de avanço      |
|                                | Compensações                    |
|                                | Cortina vegetal                 |
|                                | Disponibilidade de carvão       |
|                                | Distancia centros desenvolvidos |
| Fechamento da mina             |                                 |

| Variável Superior             | Variável                       |
|-------------------------------|--------------------------------|
|                               | Gerenciamento de resíduos      |
|                               | Lavra a céu aberto             |
|                               | Novas técnicas                 |
|                               | Novos fornecedores             |
|                               | Operação de Beneficiamento (t) |
|                               | Operação de desmonte           |
|                               | Operação de lavra e transporte |
|                               | Qualidade                      |
|                               | Recuperação de área            |
|                               | Recursos minerais de carvão    |
|                               | Rigidez locacional             |
| Pagamento CFEM / INSS         | Pagamento CFEM / INSS          |
| Pauta urgente                 | Pauta urgente                  |
| Reabilitação do meio ambiente | Reabilitação do meio ambiente  |
| Rejeição                      | Rejeição                       |
| Relacionamento com sociedade  | Relacionamento com sociedade   |
| Restrição ao carvão           | Restrição ao carvão            |
| Resultado (lucro)             | Resultado (lucro)              |
|                               | Custo                          |
|                               | Custo da solução               |
|                               | Custo de controle              |
|                               | Custo de Mão de obra           |
|                               | Custo de mineração             |
|                               | Custo de serviços              |
|                               | Custo de suprimentos           |
|                               | Custo do controle              |
| Custo Financeiro              |                                |
| Risco                         | Risco                          |
|                               | SDG - 01                       |
|                               | SDG - 02                       |
|                               | SDG - 03                       |
|                               | SDG - 04                       |
|                               | SDG - 05                       |
|                               | SDG - 06                       |
|                               | SDG - 08                       |
|                               | SDG - 09                       |
|                               | SDG - 10                       |
|                               | SDG - 11                       |
|                               | SDG - 13                       |
|                               | SDG - 15                       |
|                               | SDG - 16                       |
| Segurança ao cliente          | Segurança ao cliente           |
|                               | Contrato solido                |
|                               | Dependência do cliente         |
|                               | Garantia contratual            |

| Variável Superior           | Variável                    |
|-----------------------------|-----------------------------|
|                             | Monopólio do fornecimento   |
|                             | Satisfação clientes         |
|                             | Segurança do fornecimento   |
| Sinergia do meio ambiente   | Sinergia do meio ambiente   |
|                             | Abelhas                     |
|                             | Agricultura                 |
|                             | Animais Silvestres          |
|                             | Candiota                    |
|                             | Oliveiras                   |
|                             | Pássaros                    |
|                             | Peixes no lado              |
|                             | Qualidade do ar             |
|                             | Recurso hídrico             |
|                             | Sementes                    |
|                             | Soja dos lindeiros          |
|                             | Uva                         |
| Subsídios governo           | Subsídios governo           |
| Sustentabilidade            | Sustentabilidade            |
| Sustentabilidade da demanda | Sustentabilidade da demanda |
|                             | Diversas fontes de energia  |
|                             | Falta de energia            |
|                             | Garantia de energia         |
|                             | Gaseificação                |
|                             | Impactos cumulativos        |
|                             | Importância PIB             |
|                             | Lacuna de necessidade       |
|                             | Lei transição energética    |
|                             | Leilão de energia           |
|                             | Leis ambientais             |
|                             | Pressão Internacional       |
|                             | Restrições                  |
|                             | Restrições legais           |
| Urgência da solução         |                             |
| Termelétrica                | Termelétrica                |
| Transição energética        | Transição energética        |
|                             | Assertividade da solução    |
|                             | Acidente ambiental          |
|                             | Agentes financeiros         |
|                             | Assertividade da solução    |
|                             | Necessidade de investimento |
| Usos diversos               | Usos diversos               |
| Valor da empresa            | Valor da empresa            |
|                             | ANM                         |
|                             | Código de mineração         |
|                             | Conhecimento para sociedade |



| Variável Superior | Variável                              |
|-------------------|---------------------------------------|
|                   | Falta de conhecimento CO2             |
|                   | Fiscalização                          |
|                   | Imagem da empresa                     |
|                   | Negociação comercial                  |
|                   | Poder de negociação                   |
|                   | Qualidade das relações institucionais |
|                   | Qualidade de comunicação - mercado    |
|                   | Superficialidade                      |
|                   | Transparência de informação           |

Fonte: Autor

APÊNDICE IX – RELAÇÃO ENTRE VARIÁVEIS, COMPORTAMENTO E DE->PARA

| Mapa Resumido | Estruturas causais           |                                    |         | Comportamento da variável |                 | De -> Para |
|---------------|------------------------------|------------------------------------|---------|---------------------------|-----------------|------------|
|               | Variável causa               | Variável efeito                    | Relação | Variável causa            | Variável efeito |            |
|               | Abelhas                      | Sustentabilidade                   | +       | Presença                  | Maior           |            |
|               | Ação corretiva / responsável | Melhoria do sistema                | +       | Mais                      | Maior           |            |
|               | Ação corretiva / responsável | Satisfação clientes                | +       | Mais                      | Variação        |            |
|               | Ação corretiva / responsável | Satisfação da comunidade           | -       | Mais                      | Variação        |            |
|               | Aceitação                    | Identificação psicológica          | +       | Maior                     | Maior           |            |
|               | Acidente ambiental           | Custo Financeiro                   | +       | Acontecimento             | Aumenta         |            |
|               | Acidente mineração           | Análise técnica                    | +       | Acontecimento             | Rigidez         |            |
|               | Agentes financeiros          | BNDES                              | +       | Investimento              | Aporte          |            |
|               | Agentes financeiros          | Restrição financeira internacional | +       | Interesse                 | Aumenta         |            |
|               | Agressividade do impacto     | Impacto ambiental                  | +       | Maior                     | Maior           |            |
|               | Agricultura                  | Sustentabilidade                   | +       | Presença                  | Consolidação    |            |
|               | Alteração de relevo          | Impacto ambiental                  | +       | Presença                  | Maior           |            |
|               | Análise do plano de lavra    | Área não tem carvão                | +       | Precisão                  | Define          |            |
|               | Análise do plano de lavra    | Área tem carvão                    | +       | Precisão                  | Define          |            |
|               | Análise financeira           | Proj sustentáveis                  | +       | Rigidez                   | Viabilidade     |            |
|               | Análise financeira           | Recomendações de crédito           | +       | Rigidez                   | Possibilidade   |            |
|               | Análise técnica              | Foco no processo                   | +       | Rigidez                   | Aumenta         |            |
|               | Análise técnica              | Licenciamento ambiental            | +       | Rigidez                   | Limitações      |            |
|               | Animais Silvestres           | Sinergia do meio ambiente          | +       | Presença                  | Aumenta         |            |
|               | ANM                          | Fiscalização                       | +       | Acompanhamento            | Realização      |            |
|               | ANM                          | SDG - 16                           | -       | Acompanhamento            | Contribuição    |            |
|               | ANM                          | Transparência de informação        | +       | Acompanhamento            | Garante         |            |
|               | Apoio de deputados           | Frente parlamentar                 | +       | Conquista                 | Mobilização     |            |

| Mapa Resumido | Estruturas causais                   |                              |         | Comportamento da variável |                 | De -> Para |
|---------------|--------------------------------------|------------------------------|---------|---------------------------|-----------------|------------|
|               | Variável causa                       | Variável efeito              | Relação | Variável causa            | Variável efeito |            |
|               | Apoio de deputados                   | Leilão de energia            | +       | Conquista                 | Publicação      |            |
|               | Apoio do Governo estadual            | Frete parlamentar            | +       | Conquista                 | Mobilização     |            |
|               | Aprovação                            | Aceitação                    | +       | Maior                     | Maior           |            |
|               | Aptidão ao emprego                   | Desempregados                | -       | Presença                  | Varição         |            |
|               | Aptidão ao emprego                   | Emprego                      | +       | Presença                  | Possibilidade   |            |
|               | Aptidão ao emprego                   | SDG - 10                     | +       | Presença                  | Contribuição    |            |
|               | Aquecimento Global                   | Acidente ambiental           | +       | Aumenta                   | Acontecimento   |            |
|               | Aquecimento Global                   | Pressão Internacional        | +       | Aumenta                   | Maior           |            |
|               | Aquecimento Global                   | SDG - 13                     | -       | Aumenta                   | Contribuição    |            |
|               | Aquecimento Global                   | Urgência da solução          | +       | Aumenta                   | Aumenta         |            |
|               | Área não tem carvão                  | Superficiais                 | -       | Maior                     | Desvaloriza     |            |
|               | Área não tem carvão                  | Uso secundário               | +       | Maior                     | Possibilidade   |            |
|               | Área tem carvão                      | Superficiais                 | +       | Maior                     | Valoriza        |            |
|               | Assertividade da solução             | Necessidade de investimento  | -       | Maior                     | Menor           |            |
| X             | Atendimento da demanda               | Desempregados                | -       | Aumenta                   | Redução         |            |
| X             | Atendimento da demanda               | Impacto social               | +       | Aumenta                   | Redução         |            |
|               | Atendimento de demanda declarada     | Ação corretiva / responsável | +       | Maior                     | Mais            |            |
|               | Atendimento de demanda declarada     | Satisfação da comunidade     | +       | Maior                     | Varição         |            |
|               | Atendimento de demanda declarada     | SDG - 15                     | +       | Maior                     | Contribuição    |            |
|               | Atendimento demanda assistencialista | Satisfação da comunidade     | +       | Maior                     | Varição         |            |
|               | Atendimento demanda assistencialista | SDG - 15                     | +       | Maior                     | Contribuição    |            |
|               | Atendimento demanda não declarada    | Investimento em educação     | +       | Maior                     | Maior           |            |

| Mapa Resumido | Estruturas causais                |                                |         | Comportamento da variável |                 | De -> Para |
|---------------|-----------------------------------|--------------------------------|---------|---------------------------|-----------------|------------|
|               | Variável causa                    | Variável efeito                | Relação | Variável causa            | Variável efeito |            |
|               | Atendimento demanda não declarada | Satisfação da comunidade       | +       | Maior                     | Variação        |            |
|               | Atendimento demanda não declarada | SDG - 15                       | +       | Maior                     | Contribuição    |            |
|               | Atendimento demanda não declarada | Treinamento                    | +       | Maior                     | Aumenta         |            |
|               | Avaliação dos stakeholders        | Expectativa do stakeholder     | +       | Melhor                    | Influencia      |            |
| X             | Avaliação dos stakeholders        | Governança                     | +       | Melhor                    | Contribuição    |            |
|               | Avaliação dos stakeholders        | Investimento financeiro        | +       | Melhor                    | Aumenta         |            |
|               | Baixa qualificação MDO            | Aptidão ao emprego             | -       | Presença                  | Presença        |            |
|               | Baixa qualificação MDO            | Desempregados                  | +       | Presença                  | Variação        |            |
|               | Baixa velocidade de avanço        | Agressividade do impacto       | -       | Ocorrência                | Reduz           |            |
|               | Bloqueio da mineração             | Satisfação clientes            | -       | Ocorrência                | Variação        |            |
|               | BNDES                             | Desenvolvimento sustentável    | +       | Priorização               | Aumenta         |            |
|               | BNDES                             | Linhas de credito              | +       | Crescimento               | Aumento         |            |
| X             | BNDES                             | Restrição ao carvão            | +       | Pressão                   | Aumenta         |            |
|               | Candiota                          | Abelhas                        | +       | Consolidação              | Presença        |            |
|               | Candiota                          | Agricultura                    | +       | Consolidação              | Viabilidade     |            |
|               | Candiota                          | Oliveiras                      | +       | Consolidação              | Cultivo         |            |
|               | Candiota                          | Pássaros                       | +       | Consolidação              | Existência      |            |
|               | Candiota                          | Sementes                       | +       | Consolidação              | Viabilidade     |            |
|               | Candiota                          | Uva                            | +       | Consolidação              | Viabilidade     |            |
|               | Capacidade (t)                    | Operação de beneficiamento (t) | -       | Aumenta                   | Aumenta         |            |
|               | Captura e armaz CO2               | Consumo do carvão              | +       | Viabilidade               | Aumenta         |            |
|               | Captura e armaz CO2               | Emissão CO2                    | -       | Viabiliza                 | Aumenta         |            |
|               | Captura e armaz CO2               | SDG - 13                       | +       | Consolidação              | Contribuição    |            |

| Mapa Resumido | Estruturas causais            |                                   |         | Comportamento da variável |                 | De -> Para                               |
|---------------|-------------------------------|-----------------------------------|---------|---------------------------|-----------------|--|
|               | Variável causa                | Variável efeito                   | Relação | Variável causa            | Variável efeito |  |
|               | Captura e armaz CO2           | Termelétrica                      | +       | Viabilidade               | Existência      |  |
|               | Carreira de longo prazo       | Perspectiva de vida com qualidade | +       | Viabilidade               | Aumenta         |  |
|               | CFEM                          | Fiscalização                      | +       | Liquidação                | Acontecimento   |  |
|               | Código de mineração           | ANM                               | +       | Existência                | Consolida       |  |
|               | Código de mineração           | CFEM                              | +       | Existência                | Liquidação      |  |
|               | Código de mineração           | Fiscalização                      | +       | Consolidação              | Acontecimento   |  |
|               | Código de mineração           | Valor da Empresa                  | +       | Existência                | Aumenta         |  |
|               | Combustível custo competitivo | Industrias                        | +       | Viabilidade               | Aumenta         |  |
|               | Compensações                  | Alteração de relevo               | -       | Existência                | Viabilidade     |  |
|               | Compensações                  | Cortina vegetal                   | +       | Existência                | Crescimento     |  |
|               | Condição climática            | Capacidade (t)                    | -       | Existência                | Variação        |  |
|               | Conflito com a sociedade      | Imagem da empresa                 | -       | Maior                     | Piora           | Imagem da mineração -> Imagem da empresa |
|               | Conflito com comunidade       | Bloqueio da mineração             | +       | Existência                | Viabilidade     |  |
|               | Conflito com comunidade       | Satisfação clientes               | -       | Existência                | Variação        |  |
|               | Conflito com comunidade       | Satisfação da comunidade          | -       | Existência                | Redução         |  |
|               | Conflito com comunidade       | SDG - 16                          | -       | Existência                | Contribuição    |  |
|               | Conflito interno              | Custo de controle                 | -       | Maior                     | Aumenta         |  |
|               | Conflito interno              | Eficiência                        | +       | Reduz                     | Aumenta         |  |
|               | Conhecimento para sociedade   | Poder de negociação               | +       | Existência                | Aumenta         |  |
|               | Conhecimento para sociedade   | SDG - 16                          | +       | Existência                | Contribuição    |  |
|               | Conhecimento sobre mineração  | Fepam                             | -       | Existência                | Consolidação    |  |
|               | Conhecimento sobre mineração  | Leis ambientais                   | -       | Existência                | Evolução        |  |

| Mapa Resumido | Estruturas causais         |                             |         | Comportamento da variável |                 | De -> Para |
|---------------|----------------------------|-----------------------------|---------|---------------------------|-----------------|------------|
|               | Variável causa             | Variável efeito             | Relação | Variável causa            | Variável efeito |            |
|               | Consumo de energia térmica | Termelétrica                | +       | Viabilidade               | Existência      |            |
|               | Consumo do carvão          | Emissão CO2                 | +       | Aumenta                   | Aumenta         |            |
|               | Consumo do carvão          | Impactos cumulativos        | +       | Aumento                   | Aumento         |            |
|               | Consumo do carvão          | Importância PIB             | -       | Aumento                   | Consolidação    |            |
|               | Contrato solido            | Garantia contratual         | +       | Existência                | Existência      |            |
|               | contrato solido            | linhas de financiamento     | +       | Existência                | Possibilidade   |            |
|               | Controle de emissões       | Emissão de particulado      | -       | Aumenta                   | Aumenta         |            |
|               | Controle de emissões       | Percepção de pó             | -       | Aumento                   | Existência      |            |
|               | Controle de emissões       | SDG - 15                    | +       | Existência                | Contribuição    |            |
|               | Controles Operacionais     | Eficiência                  | +       | Aumenta                   | Aumenta         |            |
|               | Controles operacionais     | Externalidades              | -       | Existência                | Melhora         |            |
|               | Controles Operacionais     | Resultados SSM              | +       | Existência                | Aumenta         |            |
|               | Cortina vegetal            | Impacto ambiental           | -       | Existência                | Aumento         |            |
|               | Cortina vegetal            | Percepção de pó             | -       | Crescimento               | Existência      |            |
|               | Cortina vegetal            | SDG - 15                    | +       | Existência                | Contribuição    |            |
|               | Crescimento do país        | Consumo de energia térmica  | +       | Possibilidade             | Aumento         |            |
|               | Crescimento do país        | Consumo do carvão           | +       | Possibilidade             | Aumenta         |            |
|               | Crescimento do país        | Novos entrantes             | +       | Aumento                   | Viabilidade     |            |
|               | Crescimento do país        | SDG - 08                    | +       | Consolidação              | Contribuição    |            |
|               | Crescimento do país        | Sustentabilidade da demanda | +       | Maior                     | Consolidação    |            |
|               | Custo da solução           | Assertividade da solução    | +       | Aumento                   | Prioriza        |            |
|               | Custo da solução           | Transição energética        | +       | Aumento                   | Pressão         |            |
|               | Custo de Mão de obra       | Custo total                 | +       | Aumenta                   | Aumenta         |            |
|               | Custo de mineração         | Custo total                 | +       | Aumenta                   | Aumenta         |            |
|               | Custo de serviços          | Custo total                 | +       | Aumenta                   | Aumenta         |            |
|               | Custo de suprimentos       | Custo total                 | +       | Aumenta                   | Aumenta         |            |

| Mapa Resumido | Estruturas causais           |                                   |         | Comportamento da variável |                 | De -> Para  |
|---------------|------------------------------|-----------------------------------|---------|---------------------------|-----------------|---|
|               | Variável causa               | Variável efeito                   | Relação | Variável causa            | Variável efeito |   |
|               | Custo do controle            | Custo total                       | +       | Aumenta                   | Aumenta         |   |
|               | Custo Financeiro             | Agentes Financeiros               | -       | Aumento                   | Interesse       |   |
|               | Custo total                  | Resultado (lucro)                 | -       | Aumenta                   | Reduzindo       | Custo da empresa -> Custo total;<br>Desempenho financeiro -><br>Resultado (lucro) |
|               | Demanda (t)                  | Operação de beneficiamento (t)    | +       | Variação                  | Variação        |   |
|               | Dependência do cliente       | Segurança do cliente              | -       | Existência                | Consolidação    |   |
|               | Dependência econômica        | SDG - 08                          | -       | Existência                | Contribuição    |   |
|               | Desconto                     | Operação de beneficiamento (t)    | -       | Acontecimento             | Menor           |   |
| X             | Desempregados                | Atendimento de demanda            | +       | Variação                  | Aumenta         |   |
|               | Desempregados                | Atendimento demanda não declarada | +       | Variação                  | Viabilidade     |   |
|               | Desempregados                | SDG - 08                          | -       | Existência                | Contribuição    |   |
|               | Desempregados                | SDG - 10                          | -       | Existência                | Contribuição    |   |
|               | Desenvolver fornecedor local | Dependência econômica             | +       | Viabilidade               | Aumento         |   |
|               | Desenvolver fornecedor local | Emprego                           | +       | Aumento                   | Possibilidade   |   |
|               | Desenvolver fornecedor local | Pessoas locais empregadas         | +       | Viabilidade               | Variação        |   |
|               | Desenvolver fornecedor local | SDG - 08                          | +       | Viabilidade               | Contribuição    |   |
|               | Desenvolvimento da sociedade | Impacto econômico                 | +       | Consolidação              | Aumento         |   |
|               | Desenvolvimento da sociedade | SDG - 01                          | +       | Consolidação              | Contribuição    |   |
|               | Desenvolvimento da sociedade | SDG - 10                          | +       | Consolidação              | Contribuição    |   |
|               | Desenvolvimento da sociedade | Sustentabilidade                  | +       | Consolidação              | Consolidação    |   |

| Mapa Resumido | Estruturas causais              |                                   |         | Comportamento da variável |                 | De -> Para |
|---------------|---------------------------------|-----------------------------------|---------|---------------------------|-----------------|------------|
|               | Variável causa                  | Variável efeito                   | Relação | Variável causa            | Variável efeito |            |
|               | Desenvolvimento social          | Licença Social de Operar "SLO"    | +       | Consolidação              | Consolida       |            |
|               | Desenvolvimento sustentável     | Proj sustentáveis                 | +       | Existência                | Existência      |            |
|               | Direito do trabalhador          | Licença Social de Operar "SLO"    | +       | Garantia                  | Consolida       |            |
|               | Disponibilidade de carvão       | Sustentabilidade da demanda       | +       | Aumenta                   | Consolidação    |            |
|               | Distancia centros desenvolvidos | Baixa qualificação MDO            | -       | Aumento                   | Existência      |            |
|               | Distancia centros desenvolvidos | Desenvolvimento da sociedade      | -       | Maior                     | Consolidação    |            |
|               | Distancia centros desenvolvidos | Emprego                           | -       | Existência                | Viabilidade     |            |
|               | Distancia centros desenvolvidos | industrias                        | -       | Aumento                   | Possibilidade   |            |
|               | Distancia centros desenvolvidos | Investimento em educação          | -       | Aumento                   | Viabilidade     |            |
|               | Distancia centros desenvolvidos | Perspectiva de vida com qualidade | -       | Aumenta                   | Aumenta         |            |
|               | Distancia centros desenvolvidos | Saúde pública                     | -       | Aumento                   | Consolidação    |            |
|               | Distancia centros desenvolvidos | SDG - 08                          | -       | Aumenta                   | Contribuição    |            |
|               | Diversas fontes de energia      | Matriz de energia                 | +       | Presença                  | Consolidação    |            |
|               | Diversas fontes de energia      | Sustentabilidade da demanda       | -       | Presença                  | Consolidação    |            |
|               | Eficiência                      | Resultados SSM                    | +       | Aumento                   | Aumento         |            |
|               | Emissão CO2                     | Aquecimento Global                | +       | Aumenta                   | Aumenta         |            |
|               | Emissão CO2                     | SDG - 13                          | -       | Existência                | Contribuição    |            |
|               | Emissão de particulado          | Percepção de pó                   | +       | Presença                  | Existência      |            |
|               | Emissão de particulado          | Qualidade do ar                   | -       | Existência                | Variação        |            |
|               | Emissão de particulado          | SDG - 03                          | -       | Presença                  | Contribuição    |            |



| Mapa Resumido | Estruturas causais         |                                       |         | Comportamento da variável |                 | De -> Para   |
|---------------|----------------------------|---------------------------------------|---------|---------------------------|-----------------|--|
|               | Variável causa             | Variável efeito                       | Relação | Variável causa            | Variável efeito |  |
|               | Emissão de particulado     | SDG - 15                              | -       | Existência                | Contribuição    |  |
|               | Empoderamento Social       | Novas demandas                        | +       | Aumento                   | Aumento         |  |
|               | Emprego                    | Desenvolvimento da sociedade          | +       | Presença                  | Consolidação    |  |
|               | Emprego                    | Imigração                             | +       | Existência                | Acontecimento   |  |
|               | Emprego                    | Profissionais                         | +       | Aumento                   | Aumenta         |  |
|               | Emprego                    | Renda                                 | +       | Existência                | Existência      |  |
|               | Emprego                    | SDG - 01                              | +       | Existência                | Contribuição    |  |
|               | Emprego                    | SDG - 08                              | +       | Existência                | Contribuição    |  |
|               | Emprego                    | SDG - 10                              | +       | Consolidação              | Contribuição    |  |
|               | ESG                        | Proj sustentáveis                     | +       | Existência                | Viabilidade     |  |
|               | ESG                        | Recomendações de crédito              | +       | Existência                | Viabilidade     |  |
|               | Esquecimento da região     | Apoio de deputados                    | -       | Existência                | Reflete         |  |
|               | Esquecimento da região     | Apoio do Governo estadual             | -       | Existência                | Reflete         |  |
|               | Expectativa do stakeholder | Avaliação dos stakeholders            | +       | Variação                  | Influencia      |  |
|               | Expectativa do Stakeholder | Governança                            | +       | Maior                     | Contribuição    | Estratégia mineração -> Governança                         |
|               | Expectativa do Stakeholder | Qualidade das relações institucionais | +       | Variação                  | Alteração       |  |
|               | Externalidades             | Emissão de particulado                | +       | Controle                  | Aumenta         |  |
|               | Externalidades             | Materialidade                         | +       | Variação                  | Acompanha       |  |
|               | Externalidades             | SDG - 15                              | +       | Controle                  | Contribuição    |  |
|               | Externalidades             | Sustentabilidade                      | -       | Maior                     | Consolidação    | Aspectos econômicos/sociais/ambientais -> Sustentabilidade |
|               | Falha de processo          | Ação corretiva / responsável          | +       | Existência                | Prioriza        |  |
|               | Falha de processo          | Controle de emissões                  | -       | Existência                | Variação        |  |
|               | Falha de processo          | Satisfação clientes                   | -       | Existência                | Variação        |  |
|               | Falha de processo          | Satisfação da comunidade              | -       | Existência                | Variação        |  |

| Mapa Resumido | Estruturas causais            |                                |         | Comportamento da variável |                 | De -> Para  |
|---------------|-------------------------------|--------------------------------|---------|---------------------------|-----------------|---|
|               | Variável causa                | Variável efeito                | Relação | Variável causa            | Variável efeito |   |
|               | Falhas                        | Código de mineração            | -       | aumenta                   | Consolidação    |   |
|               | Falhas                        | Fiscalização                   | -       | Existência                | Acontecimento   |   |
|               | Falta de conhecimento CO2     | Imagem da empresa              | +       | Existência                | Piora           |   |
|               | Falta de energia              | Lacuna de necessidade          | -       | Existência                | Aumenta         |   |
|               | Falta de representatividade   | Esquecimento da região         | +       | Existência                | Existência      |   |
|               | Falta Informação sobre carvão | Pauta controversa              | +       | Aumento                   | Aumenta         |   |
|               | Famílias                      | Desenvolvimento da sociedade   | +       | Formação                  | Consolidação    |   |
|               | Faturamento (R\$)             | Pagamento CFEM / INSS          | +       | Existência                | Liquidação      |   |
|               | Faturamento (R\$)             | Resultado (lucro)              | +       | Aumento                   | Aumento         |   |
|               | Fechamento da mina            | Recuperação de área            | +       | Aumenta                   | Existência      | Reabilitação do meio ambiente -><br>Recuperação de área |
|               | Fepam                         | Análise técnica                | +       | Presença                  | Prioriza        |   |
|               | Fepam                         | SDG - 16                       | -       | Existência                | Contribuição    |   |
|               | Foco no processo              | Licenciamento ambiental        | +       | Aumento                   | Pressão         |   |
|               | Formação de Mão de obra       | Mão de obra qualificada        | +       | Existência                | Viabilidade     |   |
|               | Frente parlamentar            | MME                            | +       | Consolidação              | Pressão         |   |
|               | Frente parlamentar            | Sustentabilidade da demanda    | +       | Mobilização               | Consolidação    |   |
|               | Garantia contratual           | Segurança do fornecimento      | +       | Existência                | Consolidação    |   |
|               | Garantia de energia           | Consumo de energia térmica     | +       | Necessidade               | Aumento         |   |
|               | Gaseificação                  | Consumo do carvão              | +       | Viabilidade               | Aumenta         |   |
|               | Gerenciamento de resíduos     | Fechamento da mina             | +       | Aumenta                   | Aumenta         |   |
|               | Gestão das externalidades     | Externalidades                 | +       | Melhora                   | Melhora         |   |
|               | Gestão das externalidades     | Licença Social de Operar "SLO" | +       | Aumenta                   | Consolida       |   |
|               | Gestão das externalidades     | Risco                          | -       | Consolidação              | Reduz           | ESG -> Gestão das externalidades                        |
|               | Governança                    | Carreira de longo prazo        | +       | Existência                | Possibilidade   |   |
|               | Governança                    | Conflito interno               | -       | Maior                     | Reduz           |   |

| Mapa Resumido | Estruturas causais  |                               |         | Comportamento da variável |                 | De -> Para                                       |
|---------------|---------------------|-------------------------------|---------|---------------------------|-----------------|--|
|               | Variável causa      | Variável efeito               | Relação | Variável causa            | Variável efeito |  |
|               | Governança          | Contrato solido               | +       | Existência                | Ocorrência      |  |
|               | Governança          | Controles operacionais        | +       | Maior                     | Aumenta         | Mineração de carvão -> Controles operacionais    |
|               | Governança          | Direitos do trabalhador       | +       | Maior                     | Promove         |  |
|               | Governança          | Eficiência                    | +       | Existência                | Aumenta         |  |
| X             | Governança          | Emprego                       | +       | Maior                     | Promove         |  |
|               | Governança          | Gestão das externalidades     | +       | Consolidação              | Melhor          | Gestão dos impactos -> Gestão das externalidades |
|               | Governança          | Igualdade de gênero           | +       | Existência                | Garante         |  |
|               | Governança          | Imagem da empresa             | +       | Maior                     | Melhora         | Imagem -> Imagem da empresa                      |
|               | Governança          | Orgulho em pertencer          | +       | Existência                | Existência      |  |
|               | Governança          | Padrões de desempenho         | +       | Existência                | Evolução        |  |
|               | Governança          | Padrões de segurança          | +       | Existência                | Evolução        |  |
|               | Governança          | Processos responsáveis        | +       | Existência                | Aumenta         |  |
| X             | Governança          | Reabilitação do meio ambiente | +       | Existência                | Aumenta         |  |
|               | Governança          | Valor da empresa              | +       | Cumprimento               | Consolidação    |  |
|               | Governança          | Valores respeitados           | +       | Existência                | Viabilidade     |  |
|               | Igualdade de gênero | Formação de Mão de obra       | +       | Presença                  | Consolidação    |  |
|               | Igualdade de gênero | SDG - 05                      | +       | Garantia                  | Contribuição    |  |
|               | Imagem da empresa   | Interesse da comunidade       | +       | Consolidação              | Consolidação    |  |
|               | Imagem da empresa   | Valor da empresa              | +       | Consolidação              | Aumenta         |  |
|               | Imigração           | Desenvolvimento da sociedade  | +       | Presença                  | Consolidação    |  |
|               | Imigração           | SDG - 01                      | +       | Existência                | Contribuição    |  |
|               | Impacto ambientais  | Imagem da empresa             | -       | Maior                     | Piora           | Imagem da mineração -> Imagem da empresa         |
| X             | Impacto ambiental   | Impacto Social                | -       | Maior                     | Reduz           |  |
|               | Impacto ambiental   | Licenciamento ambiental       | +       | Aumento                   | Aumento         |  |

| Mapa Resumido | Estruturas causais    |                               |         | Comportamento da variável |                 | De -> Para  |
|---------------|-----------------------|-------------------------------|---------|---------------------------|-----------------|---|
|               | Variável causa        | Variável efeito               | Relação | Variável causa            | Variável efeito |   |
|               | Impacto ambiental     | Relacionamento com comunidade | -       | Maior                     | Variação        | Relacionamento com comunidade -> Relacionamento com sociedade |
|               | Impacto ambiental     | Satisfação da comunidade      | -       | Existência                | Variação        |   |
|               | Impacto ambiental     | SDG - 15                      | -       | Existência                | Contribuição    |   |
|               | Impacto ambiental     | Sustentabilidade              | +       | Maior                     | Consolidação    | Aspectos ambientais -> Impacto Ambiental                      |
|               | Impacto de vibração   | Impacto ambiental             | +       | Existência                | Aumento         |   |
|               | Impacto de vibração   | Satisfação da comunidade      | -       | Existência                | Variação        |   |
|               | Impacto econômico     | Candiota                      | +       | Aumenta                   | Consolidação    |   |
|               | Impacto econômico     | Sustentabilidade              | +       | Maior                     | Consolidação    | Aspectos econômicos -> Impacto economico                      |
|               | Impacto social (-)    | Relacionamento com comunidade | -       | Maior                     | Variação        | Relacionamento com sociedade -> Relacionamento com comunidade |
|               | Impacto social (-)    | SDG - 15                      | -       | Existência                | Contribuição    |   |
|               | Impacto social (-)    | Sustentabilidade              | -       | Maior                     | Consolidação    | Aspectos sociais -> Impacto social                            |
|               | Impactos cumulativos  | Sustentabilidade da demanda   | -       | Aumenta                   | Consolidação    |   |
|               | Impactos cumulativos  | Sustentabilidade da demanda   | +       | Aumenta                   | Consolidação    |   |
|               | Importância PIB       | Crescimento do país           | +       | Variação                  | Garantia        |   |
|               | Importância PIB       | Viabilidade de projetos       | +       | Maior                     | maior           |   |
|               | Importância PIB       | Incentivo a mineração         | -       | Existência                | Consolidação    |   |
|               | Incentivo a mineração | Leilão de energia             | +       | Existência                | Viabilidade     |   |
|               | Incentivo a mineração | Sustentabilidade da demanda   | +       | Consolidação              | Consolidação    |   |
|               | Indústrias            | Emprego                       | +       | Viabilidade               | Possibilidade   |   |
|               | Infraestrutura        | Desenvolvimento da sociedade  | +       | Consolidação              | Consolidação    |   |
|               | Infraestrutura        | SDG - 09                      | +       | Consolidação              | Contribuição    |   |

| Mapa Resumido | Estruturas causais         |                                |         | Comportamento da variável |                 | De -> Para |
|---------------|----------------------------|--------------------------------|---------|---------------------------|-----------------|------------|
|               | Variável causa             | Variável efeito                | Relação | Variável causa            | Variável efeito |            |
|               | Infraestrutura             | SDG - 11                       | +       | Consolidação              | Contribuição    |            |
|               | Interesse da comunidade    | SDG - 15                       | +       | Existência                | Contribuição    |            |
|               | Interesse da comunidade    | Valor da empresa               | +       | Existência                | Consolidação    |            |
|               | Investimento em educação   | Aptidão ao emprego             | +       | Viabilidade               | Presença        |            |
|               | Investimento em educação   | Satisfação da comunidade       | +       | Viabilidade               | Variação        |            |
|               | Investimento em educação   | SDG - 04                       | +       | Viabilidade               | Contribuição    |            |
|               | Investimento financeiro    | Custo total                    | +       | Aumenta                   | Aumenta         |            |
|               | Investimento financeiro    | Investimento meio ambiente     | +       | Viabilidade               | Viabilidade     |            |
|               | Investimento financeiro    | Investimento Pessoas           | +       | Viabilidade               | Viabilidade     |            |
|               | Investimento financeiro    | Investimento qualidade         | +       | Viabilidade               | Viabilidade     |            |
|               | Investimento financeiro    | Investimento segurança         | +       | Viabilidade               | Viabilidade     |            |
|               | Investimento financeiro    | Investimento social            | +       | Viabilidade               | Viabilidade     |            |
|               | Investimento financeiro    | Investimento tecnologia        | +       | Viabilidade               | Viabilidade     |            |
| X             | Investimento financeiro    | Licença Social de Operar "SLO" | +       | Viabilidade               | Consolidação    |            |
|               | Investimento financeiro    | Resultado (lucro)              | -       | Viabilidade               | Reduz           |            |
|               | Investimento financeiro    | SDG - 08                       | +       | Viabilidade               | Contribuição    |            |
| X             | Investimento financeiro    | Sustentabilidade da demanda    | +       | Viabilidade               | Consolidação    |            |
|               | Investimento meio ambiente | Impacto ambiental              | -       | Existência                | redução         |            |
|               | Investimento meio ambiente | SDG - 15                       | +       | Viabilidade               | Contribuição    |            |
|               | Investimento meio ambiente | Valor da Empresa               | +       | Viabilidade               | Aumenta         |            |
|               | Investimento pessoas       | Carreira de longo prazo        | +       | Viabilidade               | Possibilidade   |            |
|               | Investimento pessoas       | Eficiência                     | +       | Acontecimento             | Aumenta         |            |
|               | Investimento pessoas       | Valor da Empresa               | +       | Viabilidade               | Aumenta         |            |
|               | Investimento qualidade     | Operação de beneficiamento (t) | +       | Viabilidade               | Aumenta         |            |
|               | Investimento qualidade     | Qualidade                      | +       | Viabilidade               | Garantia        |            |
|               | Investimento qualidade     | Valor da Empresa               | +       | Viabilidade               | Aumenta         |            |

| Mapa Resumido | Estruturas causais       |                                      |         | Comportamento da variável |                 | De -> Para                      |
|---------------|--------------------------|--------------------------------------|---------|---------------------------|-----------------|---------------------------------|
|               | Variável causa           | Variável efeito                      | Relação | Variável causa            | Variável efeito |                                 |
|               | Investimento segurança   | Segurança                            | +       | Viabilidade               | Melhora         |                                 |
|               | Investimento segurança   | Valor da Empresa                     | +       | Viabilidade               | Aumenta         |                                 |
|               | Investimento social      | Atendimento demanda assistencialista | -       | Existência                | Viabilidade     |                                 |
|               | Investimento social      | Atendimento demanda não declarada    | +       | Viabilidade               | Viabilidade     |                                 |
|               | Investimento social      | Desenvolver fornecedor local         | +       | Viabilidade               | Possibilidade   |                                 |
|               | Investimento social      | Desenvolvimento da sociedade         | +       | Viabilidade               | Consolidação    |                                 |
|               | Investimento social      | Imagem da empresa                    | +       | Viabilidade               | Melhora         |                                 |
|               | Investimento social      | Impacto social (-)                   | -       | Viabilidade               | reduzindo       |                                 |
|               | Investimento social      | Licença Social de Operar "SLO"       | +       | Viabilidade               | Consolida       |                                 |
| X             | Investimento social      | Novas demandas                       | +       | Aumenta                   | Aumenta         |                                 |
|               | Investimento social      | Satisfação da comunidade             | +       | Viabilidade               | Aumentando      |                                 |
|               | Investimento social      | SDG - 15                             | +       | Viabilidade               | Contribuição    |                                 |
|               | Investimento tecnologia  | Novas técnicas                       | +       | Viabilidade               | Viabilidade     |                                 |
|               | Investimento tecnologia  | Novos fornecedores                   | +       | Viabilidade               | Presença        |                                 |
|               | Investimento tecnologia  | Segurança                            | +       | Viabilidade               | Melhora         |                                 |
|               | Investimento tecnologia  | Valor da Empresa                     | +       | Viabilidade               | Aumenta         |                                 |
|               | Jovens (ens médio)       | Aptidão ao emprego                   | -       | Existência                | Presença        |                                 |
|               | Jovens (ens médio)       | Treinamento                          | +       | Existência                | Aumenta         |                                 |
|               | Lacuna de necessidade    | Necessidades sociais                 | +       | Existência                | Aumento         |                                 |
|               | Lavra a céu aberto       | Alteração de relevo                  | +       | Existência                | Existência      |                                 |
|               | Lavra a céu aberto       | Baixa velocidade de avanço           | +       | Existência                | Resulta         |                                 |
|               | Lavra a céu aberto       | Impacto ambiental                    | +       | Existência                | Consolidação    | Mineração -> Lavra a céu aberto |
|               | Lei transição energética | Consumo do carvão                    | -       | Existência                | Variação        |                                 |
|               | Lei transição energética | Restrições                           | +       | Consolidação              | Aumenta         |                                 |
|               | Lei transição energética | Transição energética                 | +       | Existência                | Viabilidade     |                                 |

| Mapa Resumido | Estruturas causais             |                               |         | Comportamento da variável |                 | De -> Para                             |
|---------------|--------------------------------|-------------------------------|---------|---------------------------|-----------------|--|
|               | Variável causa                 | Variável efeito               | Relação | Variável causa            | Variável efeito |  |
|               | Leilão de energia              | Sustentabilidade da demanda   | +       | Publicação                | Consolidação    |  |
|               | Leis ambientais                | Custo de mineração            | -       | Evolução                  | Aumenta         |  |
|               | Leis ambientais                | Fepam                         | +       | Existência                | Consolidação    |  |
|               | Licença Social de operar "SLO" | Aprovação                     | +       | Consolidação              | Viabilidade     |  |
|               | Licença Social de operar "SLO" | Rejeição                      | +       | Consolidação              | Possibilidade   |  |
|               | Licença Social de operar "SLO" | Relacionamento com Sociedade  | +       | Consolidação              | Consolidação    |  |
|               | Licença Social de operar "SLO" | Valor da Empresa              | +       | Consolida                 | Consolidação    | Mineração -> Valor da Empresa          |
|               | Licenciamento ambiental        | Impacto ambiental             | -       | Consolidação              | Reduzem         |  |
|               | Limite da solução              | Controle de emissões          | -       | Existência                | Redução         |  |
|               | Limite da solução              | Empoderamento Social          | +       | Maior                     | Consolidação    |  |
|               | Limite da solução              | Melhoria do sistema           | -       | Existência                | Aumenta         |  |
|               | Limite da solução              | Satisfação da comunidade      | -       | Existência                | Redução         |  |
|               | Linhas de credito              | Análise financeira            | +       | Viabilidade               | Necessidade     |  |
|               | Linhas de credito              | ESG                           | +       | Viabilidade               | Consolidação    |  |
|               | Mão de obra qualificada        | Emprego                       | -       | Existência                | Viabilidade     |  |
|               | Materialidade                  | Avaliação dos stakeholders    | +       | Consolidação              | Influencia      |  |
|               | Materialidade                  | Valor da Empresa              | +       | Consolidação              | Consolidação    | Valor da industria -> Valor da Empresa |
|               | Matriz de energia              | Consumo de energia térmica    | +       | Consolidação              | Aumento         |  |
|               | Matriz de energia              | Sustentabilidade              | +       | Construção                | Consolidação    |  |
|               | Melhoria do sistema            | Falha de processo             | -       | Aumenta                   | Acontecimento   |  |
|               | Melhoria do sistema            | Satisfação clientes           | +       | Viabilidade               | Varição         |  |
|               | Mineração de carvão - passado  | Imagem da empresa             | -       | Existência                | Piora           |  |
|               | Mineração de carvão - passado  | Relacionamento com comunidade | -       | Existência                | Restrição       |  |

| Mapa Resumido | Estruturas causais            |                                |         | Comportamento da variável |                 | De -> Para                               |
|---------------|-------------------------------|--------------------------------|---------|---------------------------|-----------------|--|
|               | Variável causa                | Variável efeito                | Relação | Variável causa            | Variável efeito |  |
|               | Mineração de carvão - passado | Satisfação da comunidade       | -       | Existência                | Variação        |  |
|               | Mineração de carvão - passado | Sustentabilidade da demanda    | -       | Resquício                 | Reflete         |  |
|               | MME                           | Incentivo a mineração          | +       | Pressão                   | Consolidação    |  |
|               | MME                           | Leilão de energia              | +       | Pressão                   | Viabilidade     |  |
|               | Monopólio do fornecimento     | Dependência do cliente         | +       | Existência                | Aumento         |  |
|               | Monopólio do fornecimento     | SDG - 08                       | -       | Existência                | Contribuição    |  |
|               | Monopólio do fornecimento     | Segurança do fornecimento      | -       | Existência                | Consolidação    |  |
|               | Necessidades sociais          | Consumo de energia térmica     | +       | Aumento                   | Aumento         |  |
|               | Necessidades sociais          | Viabilidade de projetos        | +       | Maior                     | maior           |  |
|               | Negociação comercial          | SDG - 16                       | +       | Existência                | Contribuição    |  |
|               | Negociação comercial          | Superficiência                 | +       | Transparência             | Tranquilidade   |  |
|               | Negociação comercial          | Valores Respeitados            | +       | Transparência             | Existência      |  |
|               | Novas demandas                | Limite da solução              | +       | Crescimento               | Evidenciam      | Consumo de recursos -> Limite da solução |
|               | Novas técnicas                | Novos fornecedores             | +       | Existência                | Presença        |  |
|               | Novas técnicas                | Operação de beneficiamento (t) | +       | Presença                  | Aumenta         |  |
|               | Novas técnicas                | Melhoria do sistema            | +       | Existência                | Aumenta         |  |
|               | Novos entrantes               | Emprego                        | -       | Existência                | Viabilidade     |  |
|               | Novos entrantes               | Importância PIB                | +       | Existência                | Consolidação    |  |
|               | Novos entrantes               | SDG - 08                       | +       | Existência                | Contribuição    |  |
|               | Novos entrantes               | Sustentabilidade da demanda    | -       | Presença                  | Consolidação    |  |
|               | Novos fornecedores            | Melhoria do sistema            | +       | Existência                | Aumenta         |  |
|               | Novos fornecedores            | Operação de beneficiamento (t) | +       | Presença                  | Aumenta         |  |



| Mapa Resumido | Estruturas causais             |                                |         | Comportamento da variável |                 | De -> Para   |
|---------------|--------------------------------|--------------------------------|---------|---------------------------|-----------------|--|
|               | Variável causa                 | Variável efeito                | Relação | Variável causa            | Variável efeito |  |
|               | Oliveiras                      | Sustentabilidade               | +       | Presença                  | Consolidação    |  |
| X             | Operação da empresa            | Emprego                        | +       | Ocorrência                | Viabilidade     |  |
| X             | Operação da empresa            | Externalidades                 | +       | Maior                     | Aumenta         |  |
| X             | Operação da empresa            | Faturamento (R\$)              | +       | Variação                  | Variação        |  |
| X             | Operação da empresa            | Reabilitação do meio ambiente  | +       | Maior                     | Maior           |  |
|               | Operação de Beneficiamento (t) | Emprego                        | +       | Existência                | Possibilidade   |  |
|               | Operação de Beneficiamento (t) | Externalidades                 | +       | Maior                     | Aumenta         | Beneficiamento -> Operação de Beneficiamento (t)                                       |
|               | Operação de Beneficiamento (t) | Faturamento (R\$)              | +       | Variação                  | Variação        |  |
|               | Operação de Beneficiamento (t) | Gerenciamento de resíduos      | +       | Variação                  | Aumenta         |  |
|               | Operação de Beneficiamento (t) | Operação de lavra e transporte | +       | Variação                  | Variação        |  |
|               | Operação de desmonte           | Custo de mineração             | +       | Acontecimento             | Aumenta         |  |
|               | Operação de desmonte           | Emprego                        | +       | Ocorrência                | Viabilidade     |  |
|               | Operação de desmonte           | Externalidades                 | +       | Aumenta                   | Potencializa    |  |
|               | Operação de lavra e transporte | Alteração de relevo            | +       | Existência                | Existência      |  |
|               | Operação de lavra e transporte | Baixa velocidade de avanço     | +       | Existência                | Resulta         |  |
|               | Operação de lavra e transporte | Combustível custo competitivo  | +       | Maior                     | Geração         | Mineração -> Operação de lavra e transporte ; Energia -> Combustível custo competitivo |
|               | Operação de lavra e transporte | Custo de mineração             | +       | Acontecimento             | Aumenta         |  |

| Mapa Resumido | Estruturas causais              |                                 |         | Comportamento da variável |                 | De -> Para  |
|---------------|---------------------------------|---------------------------------|---------|---------------------------|-----------------|---|
|               | Variável causa                  | Variável efeito                 | Relação | Variável causa            | Variável efeito |   |
|               | Operação de lavra e transporte  | Disponibilidade de carvão       | +       | Existência                | Garantia        |   |
|               | Operação de lavra e transporte  | Distancia centros desenvolvidos | +       | Existência                | Aumenta         |   |
|               | Operação de lavra e transporte  | Emprego                         | +       | Ocorrência                | Viabilidade     |   |
|               | Operação de lavra e transporte  | Fechamento da mina              | +       | Aumenta                   | Aumenta         | Extração -> Operação de Lavra e transporte  |
|               | Operação de lavra e transporte  | Lavra a céu aberto              | +       | Existência                | Existência      |   |
|               | Operação de lavra e transporte  | Operação de desmonte            | +       | Variação                  | Variação        |   |
|               | Operação de lavra e transporte  | Externalidades                  | +       | Aumenta                   | Potencializa    | Mineração -> Operação de lavra e transporte ; Impactos Ambientais -> externalidades |
|               | Oportunidade em outras empresas | Emprego                         | +       | Possibilidade             | Viabilidade     |   |
|               | Orgulho em pertencer            | Eficiência                      | +       | Presença                  | Aumenta         |   |
|               | Origens da família              | Valores Respeitados             | +       | Distância                 | Esperança       |   |
|               | Padrões de segurança            | Segurança                       | +       | Existência                | Melhora         |   |
|               | Pagamento CFEM / INSS           | Custo total                     | +       | Liquidação                | Aumenta         |   |
|               | Pagamento CFEM / INSS           | Desenvolvimento da sociedade    | +       | Liquidação                | Consolidação    |   |
|               | Pagamento CFEM / INSS           | Infraestrutura                  | +       | Liquidação                | Melhora         |   |
|               | Pagamento CFEM / INSS           | Saúde pública                   | +       | Liquidação                | Melhora         |   |
|               | Paradas (h)                     | Capacidade (t)                  | -       | Existência                | Variação        |   |
|               | Pássaros                        | Sustentabilidade                | +       | Presença                  | Consolidação    |   |
|               | Pauta controversa               | Apoio de deputados              | -       | Existência                | Reflete         |   |
|               | Pauta controversa               | Apoio do Governo estadual       | -       | Existência                | Reflete         |   |

| Mapa Resumido | Estruturas causais                |                                    |         | Comportamento da variável |                 | De -> Para |
|---------------|-----------------------------------|------------------------------------|---------|---------------------------|-----------------|------------|
|               | Variável causa                    | Variável efeito                    | Relação | Variável causa            | Variável efeito |            |
|               | Pauta urgente                     | Frente parlamentar                 | +       | Maior                     | Mobilização     |            |
| X             | Pauta urgente                     | Transição energética               | +       | Aumenta                   | Acontecimento   |            |
|               | Peixes no lado                    | Sinergia do meio ambiente          | +       | Existência                | Consolidação    |            |
|               | Percepção de pó                   | Impacto ambiental                  | +       | Existência                | Aumento         |            |
|               | Percepção de pó                   | Satisfação da comunidade           | -       | Existência                | Diminui         |            |
|               | Perspectiva de vida com qualidade | SDG - 03                           | +       | Aumenta                   | Contribuição    |            |
|               | Pessoas locais empregadas         | Emprego                            | +       | Existência                | Viabilidade     |            |
|               | Pessoas locais empregadas         | Satisfação da comunidade           | +       | Existência                | Aumento         |            |
|               | Poder de negociação               | Superficial                        | +       | Existência                | Tranquilidade   |            |
|               | Preço de venda                    | Demanda (t)                        | -       | Aumenta                   | Redução         |            |
|               | Preço de venda                    | Faturamento (R\$)                  | +       | Varição                   | Varição         |            |
|               | Pressão Internacional             | Lei transição energética           | +       | Existência                | Consolidação    |            |
|               | Pressão Internacional             | Restrição financeira internacional | +       | Presença                  | Aumenta         |            |
|               | Processos responsáveis            | Controles operacionais             | +       | Consolidação              | Aumenta         |            |
|               | Processos responsáveis            | Eficiência                         | +       | Existência                | Aumenta         |            |
|               | Processos responsáveis            | Externalidades                     | -       | Existência                | Melhora         |            |
|               | Processos responsáveis            | Fechamento da mina                 | +       | Existência                | Aumenta         |            |
|               | Processos responsáveis            | Recuperação de área                | +       | Aumenta                   | Aumenta         |            |
|               | Processos responsáveis            | Sinergia do meio ambiente          | +       | Existência                | Consolidação    |            |
|               | Profissionais                     | famílias                           | +       | Existência                | Consolidação    |            |
|               | Profissionais                     | Perspectiva de vida com qualidade  | +       | Existência                | Aumenta         |            |
|               | Proj sustentáveis                 | Transição energética               | +       | Viabilidade               | Consolida       |            |
|               | Projeto de comunicação            | Conhecimento sobre mineração       | +       | Existência                | Garantia        |            |

| Mapa Resumido | Estruturas causais                    |                                       |         | Comportamento da variável |                 | De -> Para |
|---------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---------|---------------------------|-----------------|------------|
|               | Variável causa                        | Variável efeito                       | Relação | Variável causa            | Variável efeito |            |
|               | Projeto de comunicação                | Esquecimento da região                | -       | Existência                | Presença        |            |
|               | Projeto de comunicação                | Falta Informação sobre carvão         | -       | Existência                | Redução         |            |
|               | Projetos de carvão                    | Consumo do carvão                     | +       | Existência                | Variação        |            |
|               | Projetos de carvão                    | Imagem do BNDES                       | -       | Presença                  | Consolidação    |            |
|               | Qualidade                             | Consumo do carvão                     | +       | Existência                | Variação        |            |
|               | Qualidade                             | Demanda (t)                           | +       | Aumento                   | Disponibilidade |            |
|               | Qualidade                             | Desconto                              | -       | Existência                | Redução         |            |
|               | Qualidade                             | Segurança de fornecimento             | +       | Garantia                  | Consolidação    |            |
|               | Qualidade das relações institucionais | Qualidade de comunicação - mercado    | +       | Consolidação              | Aumento         |            |
|               | Qualidade das relações institucionais | Satisfação da comunidade              | +       | Melhora                   | Aumento         |            |
|               | Qualidade de comunicação - mercado    | Imagem da empresa                     | +       | Melhora                   | Consolidação    |            |
|               | Qualidade de comunicação - mercado    | Qualidade das relações institucionais | +       | Existência                | Consolidação    |            |
|               | Qualidade de comunicação - mercado    | Satisfação da comunidade              | +       | Existência                | Aumento         |            |
|               | Qualidade de comunicação - mercado    | Valor da empresa                      | +       | Existência                | Consolidação    |            |
|               | Qualidade do ar                       | Abelhas                               | +       | Melhoria                  | Presença        |            |
|               | Qualidade do ar                       | Sustentabilidade                      | +       | Aumenta                   | Consolidação    |            |
|               | Reabilitação do meio ambiente         | Acidente mineração                    | -       | Existência                | Redução         |            |
|               | Reabilitação do meio ambiente         | Agricultura                           | +       | Consolidação              | Viabilidade     |            |
|               | Reabilitação do meio ambiente         | Impacto ambiental                     | -       | Existência                | Aumento         |            |

| Mapa Resumido | Estruturas causais            |                                |         | Comportamento da variável |                 | De -> Para   |
|---------------|-------------------------------|--------------------------------|---------|---------------------------|-----------------|--|
|               | Variável causa                | Variável efeito                | Relação | Variável causa            | Variável efeito |  |
|               | Reabilitação do meio ambiente | Segurança ao cliente           | +       | Consolidação              | Consolidação    |  |
| X             | Reabilitação do meio ambiente | Sustentabilidade               |         | Maior                     | Consolidação    |  |
|               | Recomendações de crédito      | Projetos de carvão             | -       | Existência                | Viabilidade     |  |
|               | Recomendações de crédito      | Restrição do carvão            | +       | Presença                  | Aumenta         |  |
|               | Recuperação de área           | Compensações                   | +       | Aumento                   | Consolidação    |  |
|               | Recuperação de área           | Externalidades                 | +       | Maior                     | Aumenta         | Externalidades -> Reabilitação do meio ambiente        |
|               | Recurso hídrico               | Candiota                       | +       | Garantia                  | Consolidação    |  |
|               | Recurso hídrico               | SDG - 06                       | +       | Existência                | Contribuição    |  |
|               | Recursos limitados            | Assertividade da solução       | +       | Existência                | Prioriza        |  |
|               | Recursos limitados            | Transição energética           | -       | Existência                | Viabilidade     |  |
|               | Recursos minerais de carvão   | Indústrias                     | +       | Existência                | Possibilidade   |  |
|               | Recursos minerais de carvão   | Operação de lavra e transporte | +       | Variação                  | Variação        |  |
|               | Recursos minerais de carvão   | Sustentabilidade da demanda    | +       | Existência                | Consolidação    |  |
|               | Relacionamento com sociedade  | Licença Social de Operar "SLO" | +       | Aumenta                   | Consolida       | Melhoria na comunidade -> Relacionamento com sociedade |
|               | Renda                         | Desenvolvimento da sociedade   | +       | Maior                     | Consolidação    |  |
|               | Renda                         | famílias                       | +       | Existência                | Consolidação    |  |
|               | Renda                         | Profissionais                  | +       | Aumento                   | Aumenta         |  |
|               | Renda                         | SDG - 02                       | +       | Aumenta                   | Contribuição    |  |
|               | Renda                         | SDG - 10                       | +       | Aumenta                   | Contribuição    |  |
|               | Restrição ao carvão           | Consumo do carvão              | -       | Existência                | Variação        |  |
|               | Restrição do carvão           | Imagem do BNDES                | +       | Aumenta                   | Melhora         |  |
| X             | Restrição do carvão           | Sustentabilidade da demanda    | -       | Aumenta                   | Reduzindo       |  |

| Mapa Resumido | Estruturas causais                 |                                |         | Comportamento da variável |                 | De -> Para   |
|---------------|------------------------------------|--------------------------------|---------|---------------------------|-----------------|--|
|               | Variável causa                     | Variável efeito                | Relação | Variável causa            | Variável efeito |  |
|               | Restrição financeira internacional | Consumo do carvão              | -       | Existência                | Variação        |  |
|               | Restrições                         | Sustentabilidade da demanda    | -       | Existência                | Consolidação    |  |
|               | Restrições legais                  | Sustentabilidade da demanda    | -       | Publicação                | Consolidação    | Políticas restritivas de consumo -> Restrições legais ; Mineração de carvão -> Sustentabilidade da demanda |
|               | Resultados (lucro)                 | Avaliação dos stakeholders     | +       | Variação                  | Influencia      |  |
|               | Resultados (lucro)                 | Investimento financeiro        | +       | Aumento                   | Disponibilidade |  |
|               | Resultados (lucro)                 | Valor da Empresa               | +       | Variação                  | Variação        |  |
|               | Resultados da SSM (Operação)       | Avaliação dos stakeholders     | +       | Variação                  | Influencia      |  |
|               | Resultados da SSM (Operação)       | Recuperação de área            | +       | Aumenta                   | Aumenta         |  |
|               | Resultados SSM                     | Segurança do fornecimento      | +       | Aumento                   | Consolidação    |  |
|               | Rigidez locacional                 | Candiota                       | +       | Presença                  | Consolidação    |  |
|               | Rigidez locacional                 | Recursos minerais de carvão    | +       | Presença                  | Viabiliza       | Mineração de recursos -> Recursos minerais de carvão   |
|               | Risco                              | Avaliação dos stakeholders     | -       | Existência                | Influencia      |  |
|               | Satisfação comunidade              | Bloqueio da mineração          | -       | Variação                  | Acontecimento   |  |
|               | Satisfação comunidade              | Imagem da empresa              | +       | Variação                  | Melhora         |  |
|               | Satisfação comunidade              | Licença Social de Operar "SLO" | +       | Melhora                   | Contribuição    | ODS / SDG -> Licença Social de Operar "SLO"  |
|               | Satisfação comunidade              | Novas demandas                 | -       | Variação                  | Presença        |  |
|               | Satisfação comunidade              | Sustentabilidade da demanda    | +       | Variação                  | Consolidação    |  |
|               | Satisfação comunidade              | Valor da empresa               | +       | Variação                  | Consolidação    |  |
|               | Saúde publica                      | Desenvolvimento da sociedade   | +       | Consolidação              | Consolidação    |  |
|               | Saúde publica                      | SDG - 03                       | +       | Consolidação              | Contribuição    |  |

| Mapa Resumido | Estruturas causais          |                              |         | Comportamento da variável |                 | De -> Para   |
|---------------|-----------------------------|------------------------------|---------|---------------------------|-----------------|--|
|               | Variável causa              | Variável efeito              | Relação | Variável causa            | Variável efeito |  |
|               | Sustentabilidade da demanda | Valor da Empresa             | +       | Garantia                  | Aumenta         |  |
|               | Segurança                   | SDG - 03                     | +       | Consolidação              | Contribuição    |  |
|               | Segurança                   | Valor da Empresa             | +       | Existência                | Consolidação    |  |
|               | Segurança do cliente        | Satisfação clientes          | +       | Viabilidade               | Variação        |  |
| X             | Segurança do cliente        | Sustentabilidade da demanda  | +       | Aumenta                   | Potencializa    |  |
|               | Segurança do fornecimento   | Segurança do cliente         | +       | Aumento                   | Consolidação    |  |
|               | Sementes                    | Sustentabilidade             | +       | Aumenta                   | Consolidação    |  |
|               | Sinergia do meio ambiente   | Impacto ambiental            | -       | Existência                | Aumento         |  |
|               | Sinergia do meio ambiente   | SDG - 15                     | +       | Existência                | Contribuição    |  |
|               | Sinergia do meio ambiente   | Sustentabilidade             | +       | Aumenta                   | Consolidação    |  |
|               | Soja dos lindeiros          | Sinergia do meio ambiente    | +       | Existência                | Consolidação    |  |
|               | Subsídios governo           | Imagem da empresa            | -       | Existência                | Piora           |  |
|               | Sucesso na negociação       | Área liberada para mineração | +       | Maior                     | Possibilidade   |  |
|               | Sucesso na negociação       | Origens da família           | -       | Maior                     | Distância       |  |
|               | Superficialário             | Sucesso na negociação        | +       | Interesse                 | Maior           |  |
|               | Superficialário             | Valor da Empresa             | -       | Existência                | Consolidação    |  |
|               | Sustentabilidade            | SDG - 02                     | +       | Consolidação              | Contribuição    |  |
|               | Sustentabilidade            | SDG - 06                     | +       | Consolidação              | Contribuição    |  |
|               | Sustentabilidade            | SDG - 08                     | +       | Consolidação              | Contribuição    |  |
|               | Sustentabilidade            | Sustentabilidade da demanda  | +       | Maior                     | Consolidação    | Resultado de longo prazo -><br>Sustentabilidade da demanda |
| X             | Sustentabilidade da demanda | Avaliação do Stakeholder     | +       | Consolidação              | Melhora         |  |
|               | Sustentabilidade da demanda | Consumo do carvão            | +       | Consolidação              | Aumenta         |  |
|               | Sustentabilidade da demanda | Demanda (t)                  | +       | Existência                | Garante         |  |
|               | Sustentabilidade da demanda | Expectativa do Stakeholder   | +       | Consolidação              | Melhora         |  |
| X             | Sustentabilidade da demanda | Operação da empresa          | +       | Consolidação              | Aumenta         |  |

| Mapa Resumido | Estruturas causais          |                                |         | Comportamento da variável |                 | De -> Para |
|---------------|-----------------------------|--------------------------------|---------|---------------------------|-----------------|------------|
|               | Variável causa              | Variável efeito                | Relação | Variável causa            | Variável efeito |            |
|               | Sustentabilidade da demanda | Pauta urgente                  | +       | Consolidação              | Aumenta         |            |
|               | Termelétrica                | Consumo do carvão              | +       | Existência                | Aumenta         |            |
|               | Termelétrica                | Garantia de energia            | +       | Existência                | Existência      |            |
| X             | Transição energética        | BNDES                          | +       | Acontecimento             | Preciona        |            |
|               | Transição energética        | Emissão CO2                    | -       | Acontecimento             | Viabiliza       |            |
| X             | Transição energética        | Restrição ao carvão            | -       | Acontecimento             | Aumenta         |            |
|               | Transparência de informação | Conhecimento para sociedade    | +       | Existência                | Garantia        |            |
|               | Treinamento                 | Aptidão ao emprego             | +       | Existência                | Aumenta         |            |
|               | Treinamento                 | Formação de mão de obra        | +       | Acontecimento             | Consolidação    |            |
|               | Urgência da solução         | Custo da solução               | +       | Aumenta                   | Aumenta         |            |
|               | Uso secundário              | Sucesso na negociação          | +       | Possibilidade             | Maior           |            |
|               | Usos diversos               | Consumo do carvão              | +       | Viabilidade               | Aumenta         |            |
|               | Uva                         | Sustentabilidade               | +       | Presença                  | Consolidação    |            |
|               | Valor da empresa            | Demanda (t)                    | +       | Consolidação              | Disponibilidade |            |
|               | Valor da empresa            | Negociação comercial           | +       | Consolidação              | Melhora         |            |
|               | Valor da empresa            | Sustentabilidade da demanda    | +       | Maior                     | Potencializa    |            |
|               | Valores respeitados         | Licença Social de Operar "SLO" | +       | Maior                     | Consolida       |            |
|               | Valores respeitados         | Relacionamento com Sociedade   | +       | Garantia                  | Consolidação    |            |
|               | Valores Respeitados         | Sucesso na negociação          | +       | Esperança                 | Maior           |            |
|               | Valores respeitados         | Superficiários                 | +       | Existência                | Tranquilidade   |            |

Fonte: Autor


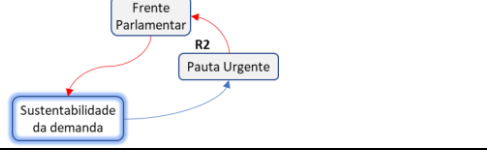
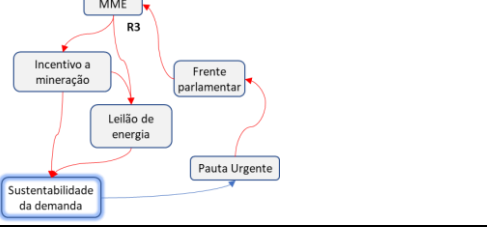
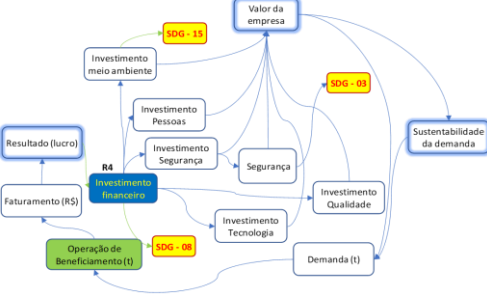


## APÊNDICE XI – LISTA DE CONECTORES



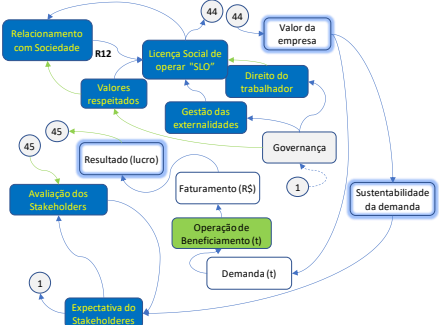
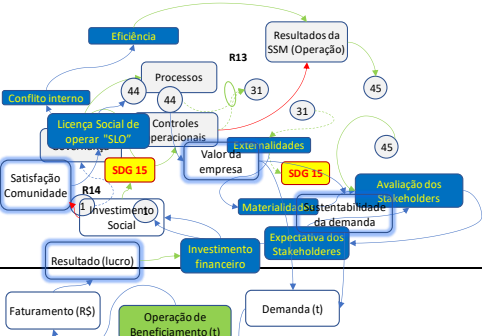
| Nr | Conecta de...                         | Conecta em...                 | + / - |
|----|---------------------------------------|-------------------------------|-------|
| 1  | Expectativa do Stakeholder            | Governança                    | +     |
| 2  | Operação de Beneficiamento (t)        | Emprego                       | +     |
|    | Operação de desmonte                  |                               |       |
|    | Operação de lavra e transporte        |                               |       |
|    | Oportunidade em outras empresas       |                               |       |
| 3  | Processos responsáveis                | Recuperação de área           | +     |
|    | Resultados da SSM (Operação)          |                               |       |
| 4  | Qualidade das relações institucionais | Satisfação da comunidade      | +     |
|    | Qualidade de comunicação - mercado    |                               |       |
| 5  | Mineração de carvão - passado         | Imagem da empresa             | -     |
|    | Impacto ambiental                     |                               |       |
|    | Conflito com a sociedade              |                               |       |
| 6  | Impacto de vibração                   | Impacto ambiental             | +     |
| 7  | Novos entrantes                       | Emprego                       | -     |
| 8  | Sinergia do meio ambiente             | Impacto ambiental             | -     |
|    | Reabilitação do meio ambiente         |                               |       |
| 9  | Padrões de segurança                  | Segurança                     | +     |
| 10 | Custo do controle                     | Custo Total                   | +     |
| 11 | Externalidades                        | Emissão de particulado        | +     |
| 12 | Materialidade                         | Valor da Empresa              | +     |
| 13 | Risco                                 | Avaliação dos Stakeholders    | -     |
| 14 | Impacto social (-)                    | Relacionamento com comunidade | -     |
|    | Mineração de carvão - passado         |                               |       |
|    | Impacto ambiental                     |                               |       |
| 15 | Satisfação da comunidade              | Imagem da empresa             | +     |
|    | Investimento social                   |                               |       |
| 16 | Desenvolvimento social                | Licença Social para operar    | +     |
| 17 | Qualidade                             | Segurança de fornecimento     | +     |
| 18 | Reabilitação do meio ambiente         | Segurança ao cliente          | +     |
| 19 | Distância de centros desenvolvidos    | Saúde pública                 | -     |
|    |                                       | Investimento em educação      |       |
|    |                                       | Baixa qualificação MDO        |       |
|    |                                       | Desenvolvimento da sociedade  |       |
| 20 | Governança                            | Carreira de longo prazo       | +     |
|    |                                       | Igualdade de gênero           |       |
| 21 | Treinamento                           | Formação de mão de obra       | +     |
| 22 | Operação de Beneficiamento (t)        | Gerenciamento de resíduos     | +     |
| 23 | Pessoas locais empregadas             | Emprego                       | +     |
|    | Desenvolver fornecedor local          |                               |       |
|    | Aptidão ao emprego                    |                               |       |
| 24 | Mineração de carvão - passado         | Sustentabilidade da demanda   | -     |
| 25 | Processos responsáveis                | Fechamento da mina            | +     |
|    |                                       | Recuperação de área           | +     |

| Nr | Conecta de...                  | Conecta em...                | + / - |
|----|--------------------------------|------------------------------|-------|
| 26 | Reabilitação do meio ambiente  | Acidente mineração           |       |
| 27 | Investimento Pessoas           | Carreira de longo prazo      | +     |
| 28 | Investimento Pessoas           | Eficiência                   | +     |
|    | Orgulho em pertencer           |                              |       |
| 29 | Valores respeitados            | Superficiários               | +     |
| 30 | Avaliação dos stakeholders     | Investimento financeiro      | +     |
| 31 | Processos responsáveis         | Externalidades               | -     |
|    | Controles operacionais         |                              |       |
| 32 | Operação de lavra e transporte | Disponibilidade de carvão    | +     |
| 33 | Novas técnicas                 | Melhoria do sistema          | +     |
|    | Novos fornecedores             |                              |       |
| 34 | Satisfação da comunidade       | Sustentabilidade da demanda  | +     |
| 35 | Matriz de energia              | Sustentabilidade             | +     |
|    | Sinergia do meio ambiente      |                              |       |
| 36 | Recursos minerais de carvão    | Sustentabilidade da demanda  | +     |
| 37 | Importância PIB                | Incentivo a mineração        | -     |
| 38 | Restrição ao carvão            | Consumo do carvão            | -     |
| 39 | Projeto de comunicação         | Conhecimento sobre mineração | +     |
| 40 | Investimento Social            | Desenvolvimento da sociedade | +     |
| 41 | Impacto de vibração            | Satisfação da comunidade     | -     |
| 42 | Operação de Beneficiamento (t) | Externalidades               | +     |
| 43 | Gestão de externalidade        | Externalidades               | +     |
| 44 | Licença Social para Operar     | Valor da Empresa             | +     |
| 45 | Resultados da SSM (Operação)   | Avaliação dos stakeholders   | +     |
|    | Resultado (Lucro)              |                              | +     |
| 46 | Sustentabilidade               | Sustentabilidade da demanda  | +     |
| 47 | Impacto ambiental              | Sustentabilidade             | -     |
| 48 | Origens da família             | Valores respeitados          | +     |

APÊNDICE XII – ENLACES GERAIS

| Nr | Local | Imagem   |  |
|----|-------|--|--|
| R1 | V94   |  <p>Diagram R1 shows a flow from 'Avaliação dos Stakeholders' to 'Expectativa dos Stakeholders' via a relationship labeled R1.</p>  | <p>Melhor <b>“Avaliação dos stakeholders”</b> leva a uma variação na <b>“Expectativa dos Stakeholders”</b>, melhorando a <b>“Avaliação dos stakeholders”</b>.</p>  |
| R2 | AR53  |  <p>Diagram R2 shows 'Sustentabilidade da demanda' leading to 'Pauta Urgente' (R2) and 'Frente Parlamentar'.</p>  | <p>A consolidação da <b>“Sustentabilidade da demanda”</b> aumenta a <b>“Pauta Urgente”</b>, na busca de mobilização <b>“Frente Parlamentar”</b>, que busca consolidar a <b>“Sustentabilidade da demanda”</b>.</p>  |
| R3 | AO46  |  <p>Diagram R3 shows 'Sustentabilidade da demanda' leading to 'Pauta Urgente' and 'Frente Parlamentar'. 'Frente Parlamentar' leads to 'MME', 'Incentivo a mineração', and 'Leilão de energia' (R3).</p>   | <p>A consolidação <b>“Sustentabilidade da demanda”</b> aumenta <b>“Pauta Urgente”</b>, na busca de maior mobilização <b>“Frente Parlamentar”</b>, com o objetivo de pressionar o <b>“MME”</b>, na busca de consolidação de <b>“Incentivo a mineração”</b> ou viabilidade de <b>“Leilão de energia”</b> com o objetivo de consolidar a <b>“Sustentabilidade da demanda”</b>.</p>                                      |
| R4 | AA58  |  <p>Diagram R4 is a complex flowchart. 'Valor da empresa' is at the top, influenced by 'Sustentabilidade da demanda' and 'Demanda (t)'. 'Resultado (lucro)' and 'Faturamento (R\$)' are linked to 'Operação de Beneficiamento (t)'. 'Investimento financeiro' leads to 'Investimento meio ambiente' (SDG-13), 'Investimento Pessoas', 'Investimento Segurança', 'Investimento Qualidade', and 'Investimento Tecnologia'. 'Operação de Beneficiamento (t)' is linked to 'Demanda (t)' (SDG-08) and 'Valor da empresa' (SDG-03).</p> | <p>Varição <b>“Resultado (lucro)”</b> viabiliza <b>“Investimento financeiro ( meio ambiente / Pessoas/ Segurança/ Tecnologia / Qualidade)”</b>, o que aumenta o <b>“Valor da empresa”</b>, potencializando <b>“Sustentabilidade da demanda”</b> e a disponibilidade de <b>“Demanda”</b>. Variando a demanda varia <b>“Operação de beneficiamento (t)”</b> e o <b>“Faturamento”</b>, aumentando o <b>“Lucro”</b>.</p> |

| Nr | Local | Imagem |  |
|----|-------|--------|--|
| R5 | AG60  |        | <p>A variação do “Resultado (lucro)”, disponibiliza “Investimento financeiro”, viabilizando “Investimento Qualidade”, o que garante a “Qualidade” e aumenta a variação de “Consumo de carvão”, refletindo em “Impactos cumulativos - positivo”, consolidando a “Sustentabilidade da demanda” disponibiliza a “Demanda”, gerando “Faturamento (R\$)”, o que aumenta “Resultado (Lucro)”, disponibilizando novo “Investimento financeiro”.</p> |
| R6 | G25   |        | <p>A “Emissão de particulado” leva a “Percepção de pó” que diminui a “Satisfação da comunidade”, ao mesmo tempo em que aumenta o “Impacto ambiental” levando a “Novas demandas”, e evidenciando o “Limite da solução”, levando a uma redução no “Controle de emissões”, aumentando a “Emissão de particulado”.</p>   |
| R7 | M23   |        | <p>O “Limite da solução” levará a consolidação do “Empoderamento social”, aumentando “Novas demandas”, evidenciam o “Limite da solução”.</p>   |
| R8 | M28   |        | <p>A existência do “Limite da solução” irá reduzir a “Satisfação da comunidade”, levando a presença de “Novas demandas”, que evidenciarão o “Limite da solução”.</p>   |
| R9 | Q40   |        | <p>A “Satisfação da comunidade” irá consolidar o “Valor da empresa”, que potencializa a “Sustentabilidade da demanda”, ao mesmo tempo que disponibiliza “Demandada”, variando a “Operação de beneficiamento (t)”, aumentando o “Faturamento (R\$)” e o “Resultado (lucro)”, aumentando a disponibilidade de “Investimento, Social”, aumentando a “Satisfação da comunidade”.</p>   |

| Nr  | Local | Imagem   |   |
|-----|-------|--|---|
| R10 | U8    |   | <p>A medida que o “Relacionamento com a sociedade” aumenta, a “Licença Social de Operar – SLO” consolida, aumentando o “Relacionamento com a sociedade”.</p>  |
| R11 | Y19   |   | <p>A medida que a “Governança” se consolida, melhora a “Gestão das externalidades”, reduzindo os “Risco”, influenciando a “Avaliação dos Stakeholders”, variando a “Expectativa dos Stakeholders”, contribuindo para a “Governança”.</p>  |
| R12 | U11   |   | <p>Ao mesmo tempo que a consolidação da “Governança” promove os “Direitos dos trabalhadores”, sua existência viabiliza o “Respeito aos valores da sociedade”, os quais consolidarão a “Licença social de operar - SLO”, consolidando o “Valor da empresa” e potencializando a “Sustentabilidade da demanda” e disponibilizando a “Demanda”, que refletirá em mais “Operação de beneficiamento (t)”, que fará a variação do “Faturamento”, aumentando o “Resultado (lucro)”, influenciando a “Avaliação” e a “Expectativa dos Stakeholders”, contribuindo a melhor “Governança”.</p> |
| R14 | AE13  |  | <p>Uma maior “Governança”, reduz os “Conflitos internos”, aumentando a “Eficiência”; ela também aumenta os “Controles operacionais”, ambos aumentam os “Resultados da SSM”, influenciando na “Avaliação” e “Expectativa dos Stakeholders”. De outro lado, a consolidação da “Governança”, aumenta os “Processos responsáveis” e “Controles operacionais”, reduzindo as “Externalidades” e melhorando a “Materialidade”, que uma vez consolidada, influencia a “Avaliação” e “Expectativa dos stakeholders”, contribuindo para “Governança”.</p>                                     |
| R14 | O39   |  |   |

| Nr  | Local | Imagem |   |
|-----|-------|--------|---|
|     |       |        | <p>A melhora da “<b>Satisfação da comunidade</b>”, contribui para a “<b>Licença Social de operar – SLO</b>”, ao consolidar o “<b>Valor da empresa</b>”, irá potencializar a “<b>Sustentabilidade da demanda</b>” e disponibilizar “<b>Demanda</b>” para a “<b>Operação de beneficiamento (t)</b>”, variando o “<b>Faturamento</b>” e aumentando o “<b>Resultado (lucro)</b>”, disponibilizando “<b>Investimento financeiro</b>”, viabilizando “<b>Investimento social</b>”, aumentando a “<b>Satisfação da comunidade</b>”.</p>   |
| R15 | T48   |        | <p>A medida que o “<b>Relacionamento com a sociedade</b>” aumenta, consolida a “<b>Licença social de operar – SLO</b>” e o “<b>Valor da empresa</b>”, potencializando a “<b>Sustentabilidade da demanda</b>” e disponibilizando a “<b>Demanda</b>” para “<b>Operação de beneficiamento (t)</b>”, aumentando “<b>Faturamento (R\$)</b>” e o “<b>Resultado (lucro)</b>”, disponibilizando mais “<b>Investimento financeiro</b>”, um deles o “<b>Social</b>”, que reduzirá o “<b>Impacto social negativo</b>”, que deixará de reduzir o “<b>Relacionamento com a sociedade</b>”.</p> |
| R16 | V37   |        | <p>A melhora da “<b>Satisfação da comunidade</b>”, contribui para a “<b>Licença social de operar – SLO</b>”, aumentando o “<b>Interessa da comunidade</b>”, potencializando a “<b>Sustentabilidade da demanda</b>” e melhora a “<b>Expectativa dos stakeholders</b>”, que leva a uma alteração na “<b>Qualidade das relações institucionais</b>”, aumentando a “<b>Qualidade de comunicação com o mercado</b>”, aumentando a “<b>Satisfação da comunidade</b>”.</p>   |
| R17 | AC42  |        | <p>A medida que o “<b>Valor da empresa</b>” se consolida, disponibiliza “<b>Demanda</b>” para a “<b>Operação de beneficiamento (t)</b>”, demandando mais “<b>Operação de lavra e transporte</b>”, juntamente com a “<b>Operação de desmonte</b>”, potencializando as “<b>Externalidades</b>”, que refletirá na “<b>Materialidade</b>”, consolidando o “<b>Valor da empresa</b>”.</p>  |
| R18 | Z70   |        | <p>A existência de “<b>Faturamento</b>” levará ao “<b>Pagamento de CFEM/ISS</b>”, que melhora a “<b>Saúde</b>” e “<b>Infraestrutura pública</b>”, os quais consolidam o</p>   |

| Nr  | Local | Imagem |   |
|-----|-------|--------|---|
|     |       |        | <p>“<b>Desenvolvimento da sociedade</b>”, o qual no tempo, consolida a “<b>Licença social de operar – SLO</b>” e o “<b>Valor da empresa</b>”, refletindo na “<b>Sustentabilidade da demanda</b>” e “<b>Demanda</b>”, gerando mais “<b>Operação de beneficiamento</b>” e mais “<b>Faturamento</b>”.</p>  |
| R19 | A93   |        | <p>O primeiro pilar vem da “<b>Sustentabilidade</b>” vem consolidação da “<b>Sustentabilidade da demanda</b>”, disponibilizando “<b>Demanda</b>” para “<b>Operação de beneficiamento (t)</b>”, gerando “<b>Faturamento</b>” e “<b>Pagamento de CFEM/ISS</b>”, que será investido em “<b>Infraestrutura</b>” e “<b>Saúde</b>”, ao mesmo tempo que gera “<b>Resultado (lucro)</b>”, disponibilizando “<b>Investimento financeiro</b>”, “<b>Social</b>”, que devem gerar “<b>Desenvolvimento da sociedade</b>”, contribuindo para a “<b>Sustentabilidade</b>”. O segundo, que a “<b>Demanda</b>” gera “<b>Operação de beneficiamento (t)</b>”, “<b>Operação de lavra e transporte</b>”, necessitando de “<b>Lavra a céu aberto</b>”, aumentando o “<b>Impacto ambiental</b>”, reduzindo a “<b>Sustentabilidade</b>”.</p>   |
| R20 | L102  |        | <p>Com a existência de “<b>Emprego</b>”, gera a “<b>Imigração</b>” de pessoas de outras localidades, consolidando o “<b>Desenvolvimento da sociedade</b>”. De outro lado, a existência de “<b>Empregos</b>”, gera “<b>Renda</b>”, aumenta o nr de “<b>Profissionais</b>”, consolidando “<b>Famílias</b>”, consolidando o “<b>Desenvolvimento social</b>”, isso tudo aumenta o “<b>Impacto econômico</b>”, consolidando a “<b>Sustentabilidade</b>” e potencializando a “<b>Sustentabilidade da demanda</b>” e disponibilizando “<b>Demanda</b>” para “<b>Operação de beneficiamento (t)</b>”, gerando “<b>Operação de lavra e transporte</b>”, “<b>desmonte</b>”, as quais geram “<b>Empregos</b>”. A “<b>Sustentabilidade da demanda</b>” contribui para a “<b>Expectativa dos stakeholders</b>”, contribuindo para a “<b>Governança</b>”, garantindo a “<b>Igualdade de gênero</b>”, consolidando a formação de “<b>MDO qualificada</b>” e viabilizando mais “<b>Empregos</b>”.</p> |
| R21 | Y37   |        |   |

| Nr  | Local | Imagem |   |
|-----|-------|--------|---|
|     |       |        | <p>A consolidação das “Relações institucionais” consolida a “Qualidade de comunicação com mercado”, que irá contribuir para a “Qualidade das relações institucionais”.</p>  |
| R22 | Y54   |        | <p>A variação do “Resultado (lucro)” leva a uma variação do “Valor da empresa”, que irá potencializar a “Sustentabilidade da demanda” e disponibilizar a “Demanda” para “Operação de beneficiamento (t)” e “Faturamento (R\$)”, refletindo em “Resultado (lucro)”.</p>  |
| R23 | BB38  |        | <p>A existência de “Restrições ao carvão” leva uma redução no “Consumo de carvão”, responsável pela “Emissão de CO2”, que aumenta o “Aquecimento global”, levando a “Acidente ambiental”, os quais aumentam o “Custo financeiro”, aumentando a pressão sobre os “Agentes financeiros”, os quais realizam aportes no “BNDES”, detentor de “Linhas de crédito”, que aplica com rigidez a “Análise financeira” e de “ESG”, a qual possibilita “Recomendações de crédito”, levando a uma “Restrição ao carvão”.</p> |
| R24 | AP68  |        | <p>A consolidação da “Sustentabilidade da demanda” leva ao “Consumo de carvão”, mas que não tem “Importância ao PIB”, mas “Novos entrantes” sim, o que reduz a “Sustentabilidade da demanda”.</p>   |
| R25 | AL48  |        | <p>Uma baixa “Importância ao PIB” não contribui para o “Incentivo a mineração”, responsável pela consolidação da “Sustentabilidade da demanda”, que leva a uma variação do “Consumo de carvão”, que não leva “Importância ao PIB”.</p>  |
| R26 | S51   |        | <p>A consolidação da “Imagem da empresa” leva a consolidação do “Interesse da comunidade” e do “Valor de empresa”, que potencializa a “Sustentabilidade da demanda” e disponibiliza “Demanda” para a “Operação de beneficiamento (t)” e “Faturamento (R\$)”, viabilizando “Resultado (R\$)” para “Investimento financeiro” em “Meio ambiente”, reduzindo o “Impacto no meio ambiente” e consolidando a “Imagem da empresa”.</p>   |

Fonte: Autor



