UNIVERSIDADE DO SUL DE SANTA CATARINA

ALEX GONÇALVES

CONSTRUÇÃO DE MODELO PARA APOIAR A GESTÃO DE RISCOS DE ACIDENTES DE TRABALHO EM UMA INDÚSTRIA DE CONSTRUÇÃO DE PRÉ-FABRICADOS EM CONCRETO

Florianópolis, SC

2021

ALEX GONÇALVES

CONSTRUÇÃO DE MODELO PARA APOIAR A GESTÃO DE RISCOS DE ACIDENTES DE TRABALHO EM UMA INDÚSTRIA DE CONSTRUÇÃO DE PRÉ-FABRICADOS EM CONCRETO

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado em Administração da Universidade do Sul de Santa Catarina para à obtenção do título de Mestre em Administração.

Orientador: Leonardo Ensslin, Ph.D.

Florianópolis, SC

2021

ALEX GONÇALVES

CONSTRUÇÃO DE MODELO PARA APOIAR A GESTÃO DE RISCOS DE ACIDENTES DE TRABALHO EM UMA INDÚSTRIA DE CONSTRUÇÃO DE PRÉ-FABRICADOS EM CONCRETO

Esta Dissertação foi julgada adequada à obtenção do título de Mestre em Administração e aprovada em sua forma final pelo Curso de Mestrado em Administração da Universidade do Sul de Santa Catarina.

Florianópolis, 31 de agosto de 2021.

Professor orientador Leonardo Ensslin, PhD.
Universidade do Sul de Santa Catarina - UNISUL

Professor Ademar Dutra, Dr.
Universidade do Sul de Santa Catarina - UNISUL

Professora Sandra Rolim Ensslin, Dra.
Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC

Professor André Andrade Longaray, Dr.
Universidade Federal do Rio Grande

Professor João Manoel Dias, Dr.
Universidade do Mindelo

Professor Leonardo Corrêa Chaves, Dr.
Universidade do Contestado

G62 Gonçalves, Alex, 1982-
Construção de modelo para apoiar a gestão de riscos de acidentes de trabalho em uma indústria de construção de pré-fabricados em concreto / Alex Gonçalves. – 2021.
372 f. : il. color. ; 30 cm.

Dissertação (Mestrado) – Universidade do Sul de Santa Catarina, Pós-graduação em Administração.
Orientação: Prof. Dr. Leonardo Ensslin

1. Liderança. 2. Gerenciamento de riscos. 3. Acidentes de trabalho. 4. Indústria de construção civil. 5. MCDA-C. I. Ensslin, Leonardo. II. Universidade do Sul de Santa Catarina. III. Título.

CDD (21. ed.) 658.4013

Ficha catalográfica elaborada por Carolini da Rocha CRB 14/1215

AGRADECIMENTO

Viver já é uma vitória digna de toda gratidão. Agradeço a Deus por mais uma vez me fortalecer para chegar ao fim desse desafio.

Agradeço aos meus pais, Valdir e Zélia Gonçalves, por serem a razão de tudo isso, por serem responsáveis pelo homem que me tornei. São eles, as pessoas que mais me incentivaram na busca de conhecimentos, não poupando esforços, propiciando a mim e a meus irmãos, a melhor educação. Agradeço aos meus irmãos Alan Gonçalves e Bruno Neil Gonçalves, meus melhores amigos.

Agradeço ao meu filho Caio Gonçalves, companheiro de vida, que me aliviou a alma ao transbordar alegria durante esse período de estudo. Agradeço a minha esposa, Thatiane Dums Gonçalves, pelo incentivo e compreensão em todos os momentos.

Agradeço a todos os meus professores e mestres do curso de Mestrado em Administraçao do PPGA - Programa de Pós-graduação em Administração da UNISUL. E, aos membros da banca, Professor Ademar Dutra, Professora Sandra Rolim Ensslin, Professor André Andrade Longaray, Professor João Monoel Dias e Professor Leonardo Corrêa Chaves, pela leitura e contribuições que lapidaram a dissertação.

Agradeço especialmente ao meu orientador, Professor Leonardo Ensslin por ser um exemplo, pelo meu despertar acadêmico, pelo conhecimento compartilhado, pelos incentivos, pelos conselhos e orientações que nortearam fundamentalmente a realização deste trabalho.

Agradeço aos meus colegas de Mestrado, juntos compartilhamos experiências e dividimos anseios, parceiros nesta jornada.

Por fim, agradeço a todos que, de alguma maneira, contribuíram para a conclusão do Mestrado.

‘O que sabemos é uma gota, o que ignoramos é um oceano. ‘

Isaac Newton

RESUMO

A construção civil é um dos setores industriais com crescimento contínuo no mundo e particularmente no Brasil nos últimos 50 anos. Lamentavelmente é também um dos segmentos produtivos com maior incidência de acidentes, o que ofusca seus méritos como impulsionador da economia e geração de emprego. Os danos ocorridos à saúde dos trabalhadores por meio de acidentes de trabalho decorrem da presença de fatores de risco no ambiente laboral. Gerenciar estes fatores de riscos é o propósito deste estudo para uma indústria da construção civil. O objetivo da pesquisa é construir um modelo para apoiar a gestão de riscos de acidentes de trabalho em uma indústria de construção de pré-fabricados em concreto. Trata-se de estudo de caso com abordagem construtivista, de caráter exploratório e descritivo, tendo como instrumentos de intervenção o *Knowledge Development Process-Constructivist* (*ProKnow-C)* para revisar o fragmento da literatura representativo e a Multicriteria Methodology for Decision Aiding - Constructivist (MCDA-C) para construção do modelo. Como principal resultado desta pesquisa, tem-se a a construção de um modelo para apoiar a gestão de riscos de acidentes. Dentre os principais achados: (i) a identificação dos seis objetivos estratégicos a partir das preocupações e valores do decisor: Política de Segurança do Trabalho; Ambiente de Trabalho; Máquinas e Equipamentos; Condições dos Materiais; Processos Rotinas e Métodos; e Competências, os quais foram operacionalizados via 58 critérios; (ii) a visibilidade do monitoramento via o perfil do *status quo* do comportamento da situação atual em relação do que o decisor julga essencial no contexto; (iii) o destaque nas escalas dos critérios: o perfil de desempenho da situação atual e a meta, evidenciando as vulnerabilidades e as potencialidades; (iv) as propostas de ações de aperfeiçoamento para as vulnerabilidades e assim, apoiar a gestão de riscos de acidentes de trabalho na organização. Além disso, esta pesquisa também contribui em termos teóricos, visto que, trata-se de um estudo com vertente construtivista, evidenciando as características no processo de construção do modelo de apoio a decisão na gestão de riscos de acidentes de trabalho na indústria da construção, onde reconhece o contexto decisório único e os valores, motivações e preocupações do decisor ao oposto dos modelos encontrados na literatura que, na sua grande maioria, modelos realistas, buscam a solução dos problemas a partir de conhecimentos já adquiridos, prevalecendo assim, uma característica reativa na gestão de riscos.

Palavras-chave: Avaliação de Desempenho; Gestão de Riscos; Acidentes de Trabalho; Indústria; Construção Civil; MCDA-C.

ABSTRACT

Civil construction is one of the industrial sectors with continuous growth in the world, particularly in Brazil in the last 50 years. Unfortunately, it is also one of the productive segments with the highest incidence of accidents, which overshadows its merits as a driver of economic growth and job creation. The damage to workers' health caused by accidents at work results from the presence of work environment risk factors. The purpose of this study was to manage these risk factors for the civil construction industry. The objective of this research was to build a model to support the risk management of accidents in the workplace in the prefabricated concrete construction industry. It was a case study with a constructivist approach, and with an exploratory and descriptive character, having as intervention tools the Knowledge Development Process-Constructivist (ProKnow-C) to review the representative literature fragment and the Multicriteria Methodology for Decision Aiding - Constructivist (MCDA-C) to build the model. The main findings were: (i) the identification of the six strategic objectives based on the concerns and values of the decision maker: occupational safety policy, work environment, machines and equipment, condition of materials, procedures and methods, and skills, which were operationalized via 58 criteria; (ii) the visibility of monitoring via the status quo profile of the behavior of the current situation in relation to what the decision maker deems essential in the context; (iii) examining the scales of criteria such as the performance profile of the current situation and the goal, highlighting the vulnerabilities and potentials; (iii) proposing improvement actions for the vulnerabilities, thus supporting risk management in the organization. In addition, this research also makes a theoretical contribution with a constructivist research approach, the study highlights the characteristics in the construction process of the decision support model in the management of occupational accident risks in the construction industry, where it recognizes the unique decision-making context and the values, motivations, and concerns of the decision maker in contrast with the models found in existing literature, majority of which are realistic models that seek solutions to problems based on knowledge already acquired, thus prevailing a reactive characteristic in risk management.

Keywords: Performance evaluation; Risk management; Work accidents; Industry; Civil construction; MCDA-C.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Cebola da Pesquisa 29
Figura 2 - Etapas do *ProKnow-C* 34
Figura 3 - Definição dos eixos de pesquisa 36
Figura 4 - Quantidade de artigos retornados por eixo de pesquisa 40
Figura 5 - Procedimento *ProKnow-C* para seleção do portfólio bruto 40
Figura 6 - Filtro quanto a redundância e alinhamento do título 42
Figura 7 - Filtro quanto ao reconhecimento científico 43
Figura 8 - Filtro quanto ao alinhamento do artigo integral 44
Figura 9 - Filtro quanto ao teste de representatividade 45
Figura 10 - Escalas para Mensurar Grau de Atendimento de cada Lente do *ProKnow-C* 52
Figura 11 - Esquema gráfico do processo de análise sistêmica proposto pelo *ProKnow-C* 53
Figura 12 - Fases da Metodologia Multicritério de Apoio à Decisão Construtivista (MCDA-C) 55
Figura 13 - Grau de relevância dos autores do portfólio bibliográfico 85
Figura 14 - Rede de colaboração entre os autores do PB 87
Figura 15 - Rede de colaboração entre os países de origem das pesquisas 88
Figura 16 - Periódicos de destaque no portfólio bibliográfico 89
Figura 17 - Fator de impacto dos periódicos do PB 90
Figura 18 - Grau de relevância dos periódicos 91
Figura 19 - Co-ocorrências das palavras-chave 92
Figura 20 - Demandas das etapas em cada tipo de problema 112
Figura 21 - Escala ordinal de mensuração da Lente 1 - Harmonia da abordagem com seu uso 114
Figura 22 - Lente 1 - Abordagem 118
Figura 23 - Lente 01 - Aplicação / tipos de problema 122
Figura 24 - Lente 1 – Harmonia entre abordagem e uso 124
Figura 25 - Escala ordinal de mensuração da lente 1 – Harmonia da abordagem com seu uso e distribuição de frequência dos artigos para o PB 125
Figura 26 - Processo de Análise Sistêmica ajustado ao ProKnow-C – Lente 1 126
Figura 27 - Escala ordinal de mensuração da Lente 2 - Singularidade 131
Figura 28 - Identificação dos Atores 134
Figura 29 - Identificação do Contexto 138

Figura 30 - Identificação dos Atores e do Contexto 140
Figura 31 - Escala ordinal de mensuração da Lente 2 – Singularidade e distribuição de frequência dos artigos para o PB 140
Figura 32 - Processo de Análise Sistêmica ajustado ao *ProKnow-C* – Lente 2 141
Figura 33 - Identificação dos atores no contexto de Ajuda à Decisão 144
Figura 34 - Escala ordinal de mensuração da Lente 3 - Identificar Critérios (objetivos) 147
Figura 35 - Reconhece a necessidade de expandir o conhecimento do decisor 149
Figura 36 - Determinação dos critérios integralmente a partir do decisor 152
Figura 37 - Determinação das escalas dos critérios a partir do decisor 154
Figura 38 - Escala ordinal de mensuração da Lente 3 – Identificar critérios (objetivos) e distribuição de frequência dos artigos para o PB 154
Figura 39 - Processo de Análise Sistêmica ajustado ao *ProKnow-C* – Lente 3 155
Figura 40 - Escala ordinal de mensuração da Lente 4 – Mensuração 161
Figura 41 - Identificação se realiza Mensuração 166
Figura 42 - Verificação se as escalas atendem as propriedades qualitativas 168
Figura 43 - Verificação se as escalas atendem as propriedades de cardinalidade 169
Figura 44 - Escala ordinal de mensuração da Lente 4 – Mensuração e distribuição de frequência dos artigos para o PB 171
Figura 45 - Processo de Análise Sistêmica ajustado ao ProKnow-C – Lente 4 172
Figura 46 - Escala para mensurar o grau de atendimento dos requisitos científicos para agregar critérios pelo Método de Agregação a Um Critério Único de Síntese 177
Figura 47 - Identificação se realiza Integração 180
Figura 48 - Evidenciação da Propriedade Realiza ou Reconhece a Isolabilidade 182
Figura 49 - Evidenciação da propriedade utiliza níveis de referência 183
Figura 50 - Escala ordinal de mensuração da Lente 5 – Integração 184
Figura 51 - Processo de análise sistêmica ajustado ao *ProKnow-C* – Lente 5 184
Figura 52 - Escala para mensurar o grau de atendimento dos requisitos científicos para a gestão pelo método de agregação a um critério único de síntese 190
Figura 53 - Identificação se monitora 194
Figura 54 - Evidenciação da propriedade gera ações de aperfeiçoamento 196
Figura 55 - Evidenciação das propriedades monitora e aperfeiçoa 198
Figura 56 - Escala ordinal de mensuração da Lente 6 – Gestão e distribuição de frequência dos artigos para o PB 199
Figura 57 - Processo de Análise Sistêmica ajustado ao ProKnow-C – Lente 6 200

Figura 58 - Mapa da literatura do PB..... 202
Figura 59 - Agrupamento dos fatores delimitadores da escolha da metodologia / abordagem mais apropriada em contextos sociais. 208
Figura 60 - Stakeholders envolvidos no processo 209
Figura 61 - Definição do Problema e percepção do decisor..... 213
Figura 62 - Árvore de Valor 219
Figura 63 - Construção do Conceito Cabeça para a Área de Preocupação 1 - Política de Segurança do Trabalho..... 220
Figura 64 - Árvore de valor com os conceitos cabeça de cada área de preocupação 222
Figura 65 - Estrutura hierárquica de valor para o ambiente decisional estudado..... 225
Figura 66 - esquema da articulação quando das entrevista no MC 227
Figura 67 - Fontes dos dados para construção dos MC 227
Figura 68 - Disposição dos conceitos para iniciar a construção do MC do PFV 2 – Ambiente de Trabalho 228
Figura 69 - Mapa cognitivo resultante para o PVF 2- Ambiente de Trabalho 229
Figura 70 - Clusters do mapa cognitivo do PVF 2 - Ambiente de Trabalho..... 231
Figura 71 - Clusters e sub-clusters do mapa cognitivo do PVF 2 - Ambiente de Trabalho... 232
Figura 72 - Estrutura Hierárquica de Valor para o PVF 2 - Ambiente de Trabalho..... 233
Figura 73 - Construção dos descritores do PVF – Ambiente de Trabalho..... 234
Figura 74 - Processo de Construção do descritor do PVE – Organização 235
Figura 75 - Estrutura Hierárquica de Valor para o PVF 02 – Ambiente de Trabalho com descritor..... 236
Figura 76 - Níveis de referência e faixas de desempenho de descritores 237
Figura 77 - Níveis de referencia dos descritores do PVF 2 - Ambiente de Trabalho 238
Figura 78 - EHV operacionalizada ordinalmente para o PVF 2 – Ambiente de Trabalho 239
Figura 79 - Seleção do descritor para ilustrar o teste de aderência aos fundamentos da teoria da mensuração 241
Figura 80 - Descritor selecionado a partir do PVE ‘Execução’ para ilustrar o teste de aderência aos fundamentos da teoria da mensuração 242
Figura 81 - Contextualização dos PVE que ilustrarão o teste de independência preferencial mútua..... 247
Figura 82 - Teste de independência preferencial do PVE ‘Execução’ e PVE ‘Controle’..... 248
Figura 83 - Análise simultânea dos níveis de referência..... 248

Figura 84 - Teste 1 de Independência Preferencial Ordinal do PVE ‘Execução’‘Controle’ em função do PVE ‘Controle’ - Alternativas A e B 250
Figura 85 - Teste 2 de Independência Preferencial Ordinal do PVE ‘Execução’ em função do PVE ‘Controle’ - Alternativas C e D 251
Figura 86 - Teste 1 de independência preferencial ordinal do PVE ‘Controle’ em função do PVE ‘Execução’ - Alternativas A e C 252
Figura 87 - Teste 2 de independência preferencial ordinal do PVE ‘Controle’ em função do PVE ‘Execução’ - Alternativas B e D 252
Figura 88 - Teste 1 de independência preferencial cardinal do PVE ‘Controle’ em função do PVE ‘Execução’ - Alternativas A e B 255
Figura 89 - Teste 2 de independência preferencial cardinal do PVE ‘Controle’ em função do PVE ‘Execução’ - Alternativas C e D 255
Figura 90 - Teste 1 de independência preferencial cardinal do PVE ‘Execução’ em função do PVE ‘Controle’ - Alternativas A e C 256
Figura 91 - Teste 2 de independência preferencial cardinal do PVE ‘Execução’ em função do PVE ‘Controle’ - Alternativas B e D 257
Figura 92 - Interpretação dos valores Δj, j=1,n 259
Figura 93 - Ação ‘a’ para o nível de desempenho ‘Bom’ no indicador j39 260
Figura 94 - Ação ‘b’ para o nível de desempenho ‘Neutro’ nos indicadores 261
Figura 95 - Representação do contexto de transformação de um descritor em um critério ... 264
Figura 96 - Origens dos dados da Diferença de Atratividade no Método MACBETH 265
Figura 97 - Estrutura Hierárquica de Valor do PVF Política de Segurança do Trabalho, com destaque para os PVEs que serão demonstradas as construções das funções de valor 266
Figura 98 - Construção da função de valor para o PVE ‘Disseminação’ 267
Figura 99 - Construção da função de valor para o PVE ‘Nivelamento’ 268
Figura 100 - Construção da função de valor para o PVE ‘SESMT’ 268
Figura 101 - Construção da Função de Valor para o PVE ‘Ação’ 269
Figura 102 - Funções de valor dos descritores integrantes do PVE ‘Cultura’ 269
Figura 103 - Expressão da função de valor 270
Figura 104 - Processo de reescalonamento do descritor do PVE ‘Ação’ 272
Figura 105 - Processo de reescalonamento do descritor do PVE ‘Ação’ no MACBETH 273
Figura 106 - EHV do PVF ‘Política de Segurança do Trabalho’ utilizado para determinação das taxas de compensação 275
Figura 107 - Identificação do PVE ‘Estratégia’ 276

Figura 108 - Identificação das alternativas associadas ao processo de determinação das taxas para os PVE ‘Estratégia’ 277
Figura 109 - Matriz semântica para a determinação da função de valor associada às alternativas do PVE ‘Estratégia’ 278
Figura 110 - Taxas de compensação a partir da função de valor das alternativas para o PVE ‘Estratégia’ 279
Figura 111 - Taxas de compensação a partir da função de ponderação para o PVE ‘Estratégia’ 279
Figura 112 - EHV do PVE ‘Cultura’ utilizado para determinação das taxas de compensação 280
Figura 113 - Identificação das alternativas associadas ao processo de determinação das taxas para o PVE ‘Cultura’ 281
Figura 114 - Taxas de compensação a partir da função de ponderação para o PVE ‘Estratégia’ 282
Figura 115 - EHV do PVE ‘Análise’ utilizado para determinação das taxas de compensação 283
Figura 116 - Identificação das alternativas associadas ao processo de determinação das taxas para o PVE ‘Análise’ 284
Figura 117 - Taxas de compensação a partir da função de ponderação para o PVE ‘Análise’ 285
Figura 118 - EHV do PVF ‘Política de Segurança do Trabalho’ utilizado para determinação das taxas de compensação 286
Figura 119 - Identificação das alternativas associadas ao processo de determinação das taxas para o PVF ‘Política de Segurança do Trabalho’ 287
Figura 120 - Taxas de compensação a partir da função de ponderação para o PVF ‘Política de Segurança do Trabalho’. 288
Figura 121 - EHV do PVF ‘Política de Segurança do Trabalho’ finalizada com as taxas de compensação 289
Figura 122 - EHV do PVF ‘Política de Segurança do Trabalho’ com visualização do *Status Quo* 292
Figura 123 - Identificação do PVE ‘Cultura’ na EHV operacionalizada para análise de sensibilidade das taxas de compensação 294
Figura 124 - Análise de sensibilidade das taxas de compensação dos PVEs integrantes do PVE ‘Cultura’ 295

Figura 125 - Análise de sensibilidade de VCultura(SQ) para variações das taxas w1 299
Figura 126 - Análise de sensibilidade de VCultura(SQ) para variações das taxas w2 301
Figura 127 - Análise de sensibilidade de VCultura(SQ) para variações das taxas w3 303
Figura 128 - EHV operacionaliza do PVF 'Política de Segurança do Trabalho' com o *status quo* e metas 305
Figura 129 - Plano de Ação para elevar a performance do critério investigação e tratamento dos quase acidentes 307
Figura 130 - Plano de Ação para elevar a performance do critério capacitação dos funcionários com a Política de Segurança do Trabalho da organização. 308
Figura 131 - Plano de Ação para elevar a performance do critério de ocorrências de reuniões de segurança do trabalho com a liderança estratégica da organização 309
Figura 132 - Cotejamento dos aspectos identificados na literatura com os desenvolvidos no modelo construído 310
Figura 133 - Construção do conceito cabeça para a área de preocupação 2- Ambiente de Trabalho 336
Figura 134 - Construção do Conceito Cabeça para a Área de preocupação 3- Máquinas e Equipamentos 336
Figura 135 - Construção do Conceito Cabeça para a Área de preocupação 4- Condições de Materiais para o Trabalho 337
Figura 136 - Construção do Conceito Cabeça para a Área de preocupação 5- Processos, Rotinas e Métodos 338
Figura 137 - Construção do Conceito Cabeça para a Área de preocupação 6- Competências 338
Figura 138 - Mapa cognitivo resultante para o PVF 1 – Política de Segurança do Trabalho 340
Figura 139 - Mapa cognitivo resultante para o PVF 3 – Máquinas e Equipamentos 340
Figura 140 - Mapa cognitivo resultante para o PVF 4 – Condições de Materiais para o Trabalho 341
Figura 141 - Mapa cognitivo resultante para o PVF 5 – Processos, Rotinas e Métodos 341
Figura 142 - Mapa cognitivo resultante para o PVF 6 – Competências 342
Figura 143 - Clusters do mapa cognitivo do PVF 1 – Política de Segurança do Trabalho 343
Figura 144 - Clusters do mapa cognitivo do PVF 3 – Máquinas e Equipamentos 343
Figura 145 - Clusters do mapa cognitivo do PVF 4 – Condições de Materiais para o Trabalho 344
Figura 146 - Clusters do mapa cognitivo do PVF 5 – Processos, Rotinas e Métodos 344

Figura 147 - Clusters do mapa cognitivo do PVF 6 – Competências 345
Figura 148 - Clusters e sub-clusters do mapa cognitivo do PVF 1 – Política de Segurança do Trabalho 346
Figura 149 - Clusters e sub-clusters do mapa cognitivo do PVF 3 – Máquinas e Equipamentos 346
Figura 150 - Clusters e sub-clusters do mapa cognitivo do PVF 4 – Condições de Materiais para o Trabalho 347
Figura 151 - Clusters e sub-clusters do mapa cognitivo do PVF 5 – Processos, Rotinas e Métodos 347
Figura 152 - Clusters e sub-clusters do mapa cognitivo do PVF 6 – Competências 348
Figura 153 - Estrutura hierárquica de valor para o PVF 1, PVF 3, PVF 4, PVF5 e PVF 6 ... 349
Figura 154 - Processo de Construção do descritor do PVE – Projeto 350
Figura 155 - Processo de Construção do descritor do PVE – Acesso 350
Figura 156 - Processo de Construção do descritor do PVE – Ergonomia 351
Figura 157 - Processo de Construção do descritor do PVE – Cultura 352
Figura 158 - Processo de Construção do descritor do PVE – Análise 352
Figura 159 - Processo de Construção do descritor do PVE – Indicadores 353
Figura 160 - Processo de Construção do descritor do PVE – Incentivos 353
Figura 161 - Processo de Construção do descritor do PVE – Sistema de Proteção 354
Figura 162 - Processo de Construção do descritor do PVE – Sistema de Bloqueio 354
Figura 163 - Processo de Construção do descritor do PVE – Funcionalidade 355
Figura 164 - Processo de Construção do descritor do PVE – EPI Equipamento de Proteção Individual 356
Figura 165 - Processo de Construção do descritor do PVE – Acessórios 356
Figura 166 - Processo de Construção do descritor do PVE – PCMSO 357
Figura 167 - Figura 61 - Processo de Construção do descritor do PVE – PPRA 357
Figura 168 - Processo de Construção do descritor do PVE – CIPA 358
Figura 169 - Processo de Construção do descritor do PVE – Vistoria 358
Figura 170 - Processo de Construção do descritor do PVE – Padronização 359
Figura 171 - Processo de Construção do descritor do PVE – Atendimento 359
Figura 172 - Processo de Construção do descritor do PVE – Capacitação Operacional 360
Figura 173 - Processo de Construção do descritor do PVE – Capacitação do SESMT 360
Figura 174 - Processo de Construção do descritor do PVE – Capacitação das Normas Regulamentadoras 361

Figura 175 - Níveis de referencia dos descritores do PVF 1 – Política de Segurança do Trabalho 362
Figura 176 - Níveis de referência dos descritores do PVF 3 – Máquinas e Equipamentos ... 362
Figura 177 - Níveis de referência dos descritores do PVF 4 – Condições de Materiais para o Trabalho 363
Figura 178 - Níveis de referência dos descritores do PVF 5 – Processos, Rotinas e Métodos 363
Figura 179 - Níveis de referência dos descritores do PVF 6 – Competências 364
Figura 180 - Matriz Semântica de Juízo de Valor para os PVEs 365
Figura 181 - EHV com as escalas ordinais e cardinais para o PVE 2 – Ambiente de Trabalho 369
Figura 182 - EHV com as escalas ordinais e cardinais para o PVE 3 – Máquinas e Equipamentos 369
Figura 183 - EHV com as escalas ordinais e cardinais para o PVE 4 – Condições de Materiais para o Trabalho 370
Figura 184 - EHV com as escalas ordinais e cardinais para o PVE 5 – Processos, Rotinas e Métodos 370
Figura 185 - EHV com as escalas ordinais e cardinais para o PVE 6 – Competências 371
Figura 186 – Modelo completo 372

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Definição das palavras-chave por eixo de pesquisa 38
Quadro 2 - Portfólio bibliográfico (PB) 46
Quadro 3 - O que cada lente busca verificar no processo de modelagem 50
Quadro 4 - O que cada lente busca assegurar no processo de modelagem 50
Quadro 5 - Fundamentos científicos das lentes do ProKnow-C 51
Quadro 6 - Temas explorados nos artigos do portfólio bibliográfico - PB 61
Quadro 7 - Definições de Avaliação de Desempenho na pesquisa de Franco-Santos *et al.* (2007) 72
Quadro 8 - Definições de Avaliação de Desempenho na pesquisa de Giffhorn (2011) 75
Quadro 9 - Diferenças entre as abordagens realistas e construtivistas 79
Quadro 10 - Mapeamento dos artigos do PB a ser realizado a análise sistêmica 94
Quadro 11 - Harmonia da abordagem com seu uso 113
Quadro 12 - Abordagens adotadas nos artigos do PB 115
Quadro 13 - Aplicação / tipo de problema nos artigos do PB 119
Quadro 14 - Harmonia entre abordagem e uso no PB 123
Quadro 15 - Caracterizando problema, nas três tradições 128
Quadro 16 - Identificação dos atores no PB 132
Quadro 17 - Identificação do contexto no PB 134
Quadro 18 - Resumo dos resultados da Lente 2 – Singularidade 138
Quadro 19 - Reconhece a necessidade de expandir o conhecimento do decisor 148
Quadro 20 - Determinação dos critérios integralmente a partir do decisor 150
Quadro 21 - Determinação das escalas a partir do decisor 152
Quadro 22 - Operações permitidas para cada escala 160
Quadro 23 - Identificação se realiza Mensuração 162
Quadro 24 - Verificação se as escalas atendem as propriedades Qualitativas 166
Quadro 25 - Verificação se as escalas atendem as propriedades de cardinalidade 168
Quadro 26 - Síntese dos resultados das identificações dos requisitos da Lente 4 – Mensuração 170
Quadro 27 - Evidenciação da propriedade Integra 178
Quadro 28 - Evidenciação da Propriedade Realiza ou Reconhece a Isolabilidade 180
Quadro 29 - Evidenciação da propriedade utiliza níveis de referência 182
Quadro 30 - Evidenciação da propriedade Monitora 191

Quadro 31 - Evidenciação da propriedade gera ações de aperfeiçoamento 194
Quadro 32 - Evidenciação das propriedades monitora e aperfeiçoa 197
Quadro 33 - Síntese de resultados relevantes e gaps de pesquisa 204
Quadro 34 - Composição das abordagens e seus usos/ aplicações tendo em vista identificar sua harmonia 211
Quadro 35 - Roteiro de questões para apoiar as entrevistas a partir das quais emergirão os elementos primários de avaliação - EPAs 214
Quadro 36 - Relação dos 12 primeiros EPAs identificados 215
Quadro 37 - Conceitos construídos a partir dos 12 primeiros EPAs 217
Quadro 38 - Elementos Primários de Avaliação - EPAs 328
Quadro 39 - Construção dos conceitos 330

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Resultado da busca por base de dados..... 39
Tabela 2 - Artigos de destaque do portfólio bibliográfico 83
Tabela 3 - Matriz de Roberts para determinação das Taxas de Compensação para o PVE 'Estratégia' 277
Tabela 4 - Matriz de Roberts para determinação das Taxas de Compensação para o PVE 'Cultura' 281
Tabela 5 - Matriz de Roberts para determinação das Taxas de Compensação para o PVE 'Análise' 284
Tabela 6 - Matriz de Roberts para determinação das Taxas de Compensação para PVF 'Política de Segurança do Trabalho' 287
Tabela 7 - Determinação da contribuição do aperfeiçoamento em passar do status quo (SQ) para a meta e sua hierarquização 306

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO **23**
1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO DO TEMA E PROBLEMATIZAÇÃO 23
1.2 OBJETIVOS DA PESQUISA 25
1.2.1 Objetivo geral 26
1.2.2 Objetivos específicos 26
1.3 JUSTIFICATIVA 26
1.4 CONTRIBUIÇÕES DA DISSERTAÇÃO 27
1.5 DELIMITAÇÕES DA PESQUISA 28
2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS **29**
2.1 DELINEAMENTO METODOLÓGICO 29
2.1.1 Concepção filosófica 29
2.1.2 Lógica da pesquisa 30
2.1.3 Escolhas metodológicas 31
2.1.4 Estratégia 32
2.1.4 Horizonte temporal 32
2.1.5 Coleta e anáilse de dados 33
2.2 INSTRUMENTO DE INTERVENÇÃO PARA SELEÇÃO DE PORTFÓLIO BIBLIOGRÁFICO, ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA E ANÁLISE SISTÊMICA DA LITERATURA – *PROKNOW-C* 33
2.2.1 Seleção do portfólio bibliográfico 35
2.2.2 Análise bibliométrica 47
2.2.3 Análise sistêmica 48
2.2.4 Mapa da literatura 53
2.2.5 Pergunta de pesquisa 54
2.3 INTRUMENTO DE INTERVENÇÃO PARA CONSTRUÇÃO DO MODELO MULTICRITÉRIO CONSTRUTIVISTA (MCDA-C) 54
3 REFERENCIAL TEÓRICO **59**
3.1 GESTÃO DE RISCOS DE ACIDENTES DE TRABALHO 59
3.2 AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO 70
3.2.1 Abordagens de avaliação de desempenho 77
3.2.2 Avaliação de desempenho construtivista 79
4 RESULTADOS **82**

4.1 FRAGMENTO DA LITERATURA DO TEMA GESTÃO DE RISCOS DE ACIDENTES DE TRABALHO NA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO 82
4.1.1 Análise bibliométrica 82
4.1.1.1 Artigos de destaque 83
4.1.1.2 Autores de destaque 85
4.1.1.3 Rede de colaboração entre os autores do portfólio bibliográfico 87
4.1.1.4 Rede de colaboração entre os países de origem das pesquisas 88
4.1.1.5 Periódicos de destaque 89
4.1.1.6 Grau de relevância dos periódicos no PB 91
4.1.1.7 Palavras-chave de destaque 92
4.1.2 Análise sistêmica 93
4.1.2.1 Mapeamento do PB selecionado 94
4.1.2.2 A Análise Sistêmica em Contextos Sociais 106
4.1.2.3 Análise sistêmica no *ProKnow-C* 108
4.1.2.3.1 Lente 1 - Harmonia da abordagem com seu uso (aplicação) 109
4.1.2.3.2 Lente 2 - Singularidade 127
4.1.2.3.3 Lente 3 – Identificar critérios (objetivos) 143
4.1.2.3.4 Lente 4 - Mensuração 157
4.1.2.3.5 Lente 5 - Integração 173
4.1.2.3.6 Lente 6 - Gestão 185
4.2 CONSTRUÇÃO DO MODELO PARA APOIAR GESTÃO DE RISCOS DE ACIDENTES DE TRABALHO EM UMA INDÚSTRIA DE CONSTRUÇÃO DE PRÉ-FABRICADOS EM CONCRETO 205
4.2.1 Fase de estruturação 206
4.2.1.1 Contextualização 206
4.2.1.1.1 Descrição do ambiente decisional 206
4.2.1.1.2 Definição da metodologia/abordagem mais apropriada para a modelagem 207
4.2.1.1.3 Identificação dos atores 209
4.2.1.1.4 Identificação do problema 210
4.2.1.1.5 Considerações finais quanto a contextualização 211
4.2.1.2 Família de Ponto de Vista 212
4.2.1.2.1 Determinação dos Elementos Primários de Avaliação - EPAs 213
4.2.1.2.2 Construção dos conceitos orientados para ação 216
4.2.1.2.3 Agrupamento dos conceitos por área de preocupação 218

4.2.1.2.4 Construção do conceito cabeça de cada área de preocupação 219
4.2.1.2.5 Teste de atendimento as propriedades da FPVF 222
4.2.1.3 Construção dos descritores 226
4.2.1.3.1 Mapas cognitivos 226
4.2.1.3.2 Clusters e sub-clusters 230
4.2.1.3.3 Árvore de valor com PVEs 232
4.2.1.3.4 Descritores 234
4.2.1.3.5 Níveis de referência 236
4.2.1.3.6 Perfil de desempenho do SQ 238
4.2.1.3.7 Teste de aderência dos descritores aos fundamentos da teoria da mensuração 239
4.2.1.3.8 Considerações finais quanto aos descritores e estruturação 244
4.2.2 Fase de avaliação 244
4.2.2.1 Análise de independência 245
4.2.2.1.1 Teste de independência preferencial ordinal (IPO) 249
4.2.2.1.2 Teste de independência preferencial cardinal (IPC) 253
4.2.2.2 Construção de Funções de Valor 262
4.2.2.3 Construção de taxas de compensação 273
4.2.2.3.1 Determinação das Taxas de Compensação para o PVE 'Estratégia' 275
4.2.2.3.2 Determinação das Taxas de Compensação para o PVE 'Cultura' 280
4.2.2.3.3 Determinação das Taxas de Compensação para o PVE 'Análise' 282
4.2.2.3.4 Determinação das Taxas de Compensação para o PVE 'Política de Segurança do Trabalho' 285
4.2.2.4 Avaliação Global para o Perfil de Impacto do *Status Quo* 291
4.2.2.5 Análise de Sensibilidade 293
4.2.2.5.1 Análise de sensibilidade da taxa de compensação w_2 300
4.2.2.5.2 Análise de sensibilidade da taxa de compensação w_3 302
4.2.3 Fase de recomendações 304
4.3 COTEJAMENTO DOS ASPECTOS IDENTIFICADOS NA LITERATURA COM OS DESENVOLVIDOS NO MODELO CONSTRUÍDO 309
5 CONCLUSÃO **314**
REFERÊNCIAS **319**
APÊNDICE A – Elementos Primários de Avaliação - EPAs **328**
APÊNDICE B – Construção dos conceitos a partir dos EPAs **330**
APÊNDICE C – Construção dos Conceitos Cabeça **336**

APÊNDICE D – Construção dos mapas cognitivos 340
APÊNDICE E – Mapas Cognitivos com Clusters 343
APÊNDICE F – Mapas cognitivos com clusters e sub-clusters 346
APÊNDICE G – Estrutura Hierárquica de Valor dos PVFs 349
APÊNDICE H – Processo de Construção do Descritor do PV2 – Ambiente de Trabalho 350
APÊNDICE I – Processo de Construção do Descritor do PV1 – Política de Segurança do Trabalho 352
APÊNDICE J – Processo de Construção do Descritor do PV3 – Máquinas e Equipamentos 354
APÊNDICE K – Processo de Construção do Descritor do PV4 – Condições de Materiais para o Trabalho 356
APÊNDICE L – Processo de Construção do Descritor do PV5 – Processos, Rotinas e Métodos 357
APÊNDICE M – Processo de Construção do Descritor do PV6 – Competências 360
APÊNDICE N – Níveis de Referência dos Descritores dos PVFs 362
APÊNDICE O – Processo de construção das funções de valor para os descritores 365
APÊNDICE P – Estrutura Hierárquica de Valor com as escalas ordinais e cardinais . 369
APÊNDICE Q – Ilustração do modelo completo 372

SIGLAS E ABREVIAÇÕES

EHV	Estrutura Hierárquica de Valor
EPAs	Elementos Primários de Avaliação
LabMCDA	Laboratório de Metodologias Multicritério de Apoio à Decisão, do Departamento de Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC
MCDA	*Multicriteria Decision Aid*
MCDA-C	Metodologia Multicritério de Apoio à Decisão - Construtivista
PB	Portfólio Bibliográfico
ProKnow-C	*Knowledge Development Process - Construtivist*
PVE	Ponto de Vista Elementar
PVF	Ponto de Vista Fundamental

1 INTRODUÇÃO

O propósito da introdução de uma pesquisa é revelar o problema que norteia todo o caminho a ser percorrido no estudo, além de situar a pesquisa dentro do contexto da literatura acadêmica e alcançar um público específico (CRESWELL, 2010). Esta seção introdutória apresenta o tema da investigação do projeto de pesquisa intitulada: Construção de modelo para apoiar a gestão de riscos de acidentes de trabalho em uma indústria de construção de pré-fabricados em concreto. A introdução deste projeto está estruturada em cinco seções: 1.1 Contextualização do tema e problematização; 1.2 Objetivos da pesquisa; 1.3 Justificativa; 1.4 Contribuições da Dissertação e 1.5 Delimitações da Pesquisa.

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO DO TEMA E PROBLEMATIZAÇÃO

A construção civil é uma das atividades econômicas de destaque para o desenvolvimento da humanidade, pois está associada desde a promoção do bem estar das pessoas por meio de moradias, ao crescimento do setor industrial mediante as novas edificações até ao progresso das cidades por meio da infraestrutura urbana.

O setor possui uma diversidade de produtos e áreas de atuação desde: estradas, pontes, viadutos, túneis, metrôs, torres de telecomunicações, casas, edifícios, dentre outros, e mais recentemente as indústrias de pré-fabricados. Todos eles carregam o estigma de ser uma atividade com potencial de acidentes fatais ou incapacitantes que por utilizarem, em sua maioria, mão de obra com baixa formação, provocam consequências sociais e econômicas penosas e elevadas. Mesmo em países desenvolvidos, o setor da construção civil lidera em relação aos demais setores produtivos no que se refere ao número de acidentes de trabalho (FUNG; TAM, 2013; SOUSA; ALMEIDA; DIAS, 2015; LI *et al*., 2015).

As oportunidades econômicas, sociais, de imagem geradas pelos negócios da área, fizeram com que o número de empresas do setor crescesse na mesma proporção, fazendo com que para manter-se no mercado, estas buscassem diferenciais competitivos nos mais variados temas, e um deles foi na inovação e nesta, a sustentabilidade para a preservação e valorização da vida dos que nela trabalham.

Neste contexto, se encontra a indústria da construção de pré-fabricados em concreto, a qual busca aliar produtos de excelência com referenciais de qualidade laboral equiparado aos melhores internacionais. Os métodos utilizados no desenvolvimento da construção de pré-fabricados em concreto, mesmo sendo em grande parte, processos repetitivos, por razões

históricas, incorporaram os avanços tecnológicos em seus equipamentos, mas os processos e *layout* não acompanharam as evoluções da engenharia quanto a segurança e saúde dos trabalhadores.

Pesquisas recentes da Organização Internacional do Trabalho – OIT, informam que em torno de 2,78 milhões de trabalhadores perdem a vida a cada ano devido a acidentes de trabalho ou doenças ocupacionais e 374 milhões de trabalhadores são vítimas de acidentes de trabalho não fatais (HÄMÄLÄINEN; TAKALA; BOON KIAT, 2017). As estimativas em nível global, afirmam que os dias de trabalho perdidos representam quase 4% do PIB mundial (TAKALA *et al*., 2014).

No Brasil, conforme estatísticas do Observatório de Segurança e Saúde do Trabalho, no ano de 2018 registrou-se 2022 óbitos em consequência de 623,8 mil acidentes de trabalho. Segundo o Anuário Estatístico de Acidentes de Trabalho, em 2017 a taxa de mortalidade no trabalho no Brasil foi de 5,21 mortes para cada 100 mil vínculos, entretanto, na construção civil a taxa é de 11,76 casos para cada grupo de 100 mil. Esses números caracterizam a construção civil como o setor econômico primeiro em acidentes de trabalho com incapacidade permanente e o segundo em óbitos.

Além da perda econômica, existe ainda um custo intangível que não é retratado nestes números, representado pelos efeitos psíquicos decorrentes de acidentes e que atrofiam seu potencial produtivo ademais do imensurável sofrimento humano causado pelos acidentes trabalho. Esta realidade é dramática, visto que, em grande parte, este sofrimento poderia ser evitado.

Ressalta-se que os danos ocorridos à saúde dos trabalhadores por meio de acidentes de trabalho decorrem da presença de fatores de risco no ambiente laboral. Os riscos põem em perigo a força de trabalho, os equipamentos, o ambiente de trabalho e o próprio empreendimento (FUNG *et al*., 2010). Diante disso, as organizações frequentemente adotam abordagens de sistema de gestão de segurança para gerenciar os riscos de acidentes de trabalho em uma tentativa de eliminar ou pelo menos controlar estes eventos indesejáveis (HINZE; HALLOWELL; BAUD, 2013).

Com a intenção de mitigar as condições de perigo e reduzir os acidentes de trabalho, a partir de 1980 foram concebidos os primeiros modelos de sistemas de gestão de riscos na indústria da construção civil (YIU *et al*., 2019). Esses modelos descrevem, com sucesso, a causalidade de acidentes com fatores abrangentes e permitem o apoio aos métodos de investigação. Contudo, atualmente predominam os métodos de gestão de riscos sem a apropriada fundamentação em procedimentos científicos, além de utilizar um número limitado

de fatores mensuráveis em suas análises (CHOE; LEITE, 2020). Isso se reflete em diversas pesquisas internacionais que têm sido conduzidas na última década (FUNG; LO; TUNG, 2012; FUNG; TAM, 2013; LEVESON, 2015; LI *et al*., 2015; PODGÓRSKI, 2015; SOUSA; ALMEIDA; DIAS, 2015; GUO *et al*., 2017; ILBAHAR *et al.*, 2018).

Este ambiente evolutivo marcado pela busca de novas formas, procedimentos, tecnologias e visão da gestão de risco, ao tempo que alerta para a necessidade de novas abordagens, expande e torna mais exigente os níveis de segurança. O ambiente onde se situa o contexto que demanda a gestão de risco que já era complicado, tornou-se complexo, com múltiplos atores, com objetivos e assimetria de poder distintos e maiores exigências por parte dos trabalhadores e principalmente por parte da sociedade e órgãos de fiscalização.

Lidar com estes contextos segundo Rittel e Webber (1973), Roy (1993) e Landry (1995) demanda o uso de abordagens *soft* que centrem seus esforços na construção do conhecimento que permita esclarecer como as consequências dos riscos afetam os objetivos estratégicos dos gestores e da organização. A área de conhecimento que tem mostrado sucesso em lidar com estes contextos é a avaliação de desempenho multicritério em apoio à decisão (ENSSLIN, 2019).

As abordagens multicritério em apoio à decisão ao desenvolver modelos para expandir o conhecimento e identificar, organizar e medir a performance dos fatores considerados como essenciais em forma singular ao ambiente físico e aos atores envolvidos se alinha aos propósitos da gestão de riscos em uma forma que atende aos requisitos científicos e as demandas dos usuários. Esta visão beneficia a gestão de riscos ao evidenciar as propriedades do contexto que são potencialmente mais suscetíveis à ocorrência de acidentes e os níveis de risco associados a mesma. O conhecimento e a disseminação destes eventos em forma precoce permitem agir proativamente para minimizar seus efeitos e valorizar as políticas e profissionais da área de segurança.

Considerando o exposto, emerge como pergunta de pesquisa que norteia o presente trabalho: quais critérios ter em conta na construção de um modelo para apoiar o processo decisório da gestão de riscos de acidentes de trabalho em uma indústria de pré-fabricados em concreto?

1.2 OBJETIVOS DA PESQUISA

Os objetivos desta pesquisa estão divididos em geral e específicos. O objetivo geral apresenta o conceito principal, de maneira a tratar a pergunta abordada no problema da

pesquisa. Já os específicos determinam as ações que se relacionam ao objetivo geral, como norte para a sua consecução.

1.2.1 Objetivo geral

Para responder à pergunta de pesquisa, o objetivo geral é construir um modelo construtivista para apoiar a gestão de riscos de acidentes de trabalho em uma indústria de construção de pré-fabricados em concreto.

1.2.2 Objetivos específicos

Para alcançar o objetivo geral estabelecido, bem como estruturar seu atingimento, esta pesquisa propõe os seguintes objetivos específicos:

a. Perscrutar o tema em termos bibliométricos e sistêmicos, por meio de uma revisão de literatura das publicações internacionais, a fim de evidenciar os destaques das principais características dessa área de conhecimento, segundo as percepções e delimitações postas pelo pesquisador e que tenham em conta a avaliação do desempenho.
b. Identificar os objetivos estratégicos da gestão de riscos e estruturar um conjunto de critérios, constituídos por escalas ordinais e cardinais, que possibilitem evidenciar o perfil de desempenho da situação atual e a meta, destacando as vulnerabilidades e as potencialidades;
c. Propor ações de melhoria visando mitigar os riscos de acidentes de trabalho na organização.
d. Cotejar os aspectos identificados na literatura com os desenvolvidos no modelo construído com as demandas da gestão de riscos de acidentes de trabalho.

1.3 JUSTIFICATIVA

Esta pesquisa justifica-se quanto à importância, originalidade e viabilidade (CASTRO, 2006). A importância é caracterizada pela relevância do tema, pois está relacionado diretamente com uma questão que afeta a sociedade como um todo, a saúde do trabalhador, além do mais,

a gestão de riscos de acidentes de trabalho é essencial para a conservação dos diferenciais competitivos que garantem a sustentabilidade da organização.

No âmbito teórico, por meio de um processo estruturado e sistematizado, o conjunto de artigos científicos selecionados que representam o fragmento do tema gestão de riscos de acidentes de trabalho, quando analisado segundo a perspectiva da avaliação de desempenho, em todas as áreas de conhecimentos existem oportunidades para contribuir quando observado os processos sob a ótica do apoio à gestão.

Sob o aspecto empírico, este estudo permitirá aos decisores da organização expandir seu conhecimento sobre o tema e o contexto decisório único considerando seus valores, motivações e preocupações. Esse conhecimento associado ao perfil do *status quo* identificado, possibilita a visibilidade ao processo de monitoramento e identificação de oportunidades e assim, apoiar o processo decisório da gestão de riscos de acidentes de trabalho. Deste modo, de posse do plano de ação proposto, estabelecendo metas e identificando critérios com maior nível de contribuição, o decisor dispõe de uma ferramenta que lhe permite de forma fundamentada, realizar o planejamento e acompanhamento das ações de aperfeiçoamento.

Quanto à originalidade, embora existam pesquisas científicas que propõe diferentes métodos de gestão de riscos científicas (CHOE; LEITE, 2020; FUNG *et al*., 2013; FUNG; LO; TUNG, 2012; FUNG *et al*., 2010; GUO *et al*., 2017; ILBAHAR *et al.,* 2018; LEVESON, 2015; LI *et al*., 2018; PODGÓRSKI, 2015; SOUSA; ALMEIDA; DIAS, 2015), valem-se de uma abordagem realista, os quais buscam a solução dos problemas a partir de conhecimentos já adquiridos. Não foram encontradas nas literaturas pesquisadas, estudos que empregam o modelo multicritério construtivista para o apoio à gestão de riscos de acidentes de trabalho, assim, a realização deste estudo poderá contribuir com a comunidade científica por abordar o assunto sob uma nova perspectiva.

Entende-se como viável, visto que, o pesquisador tem acesso aos decisores da organização, foco do estudo, além do desejo da organização em desenvolver um modelo que apoie a gestão de riscos de acidentes de trabalho, ademais pela disponibilidade do pesquisador dedicado à coleta, leitura e análise dos dados, bem como interesse no processo de interação e estímulo de conhecimento junto ao decisor.

1.4 CONTRIBUIÇÕES DA DISSERTAÇÃO

Esta pesquisa contribui teóricamente para os estudos que tem como objetivo o apoio a decisão na gestão de riscos de acidentes de trabalho na indústria da construção. Por se tratar de

uma pesquisa com vertente construtivista, evidenciam-se as características no processo de construção do modelo, onde reconhece o contexto decisório único e os valores, motivações e preocupações do decisor ao oposto dos modelos encontrados na literatura que, na sua grande maioria, modelos realistas, buscam a solução dos problemas a partir de conhecimentos já adquiridos.

Além disso, esta pesquisa contribuí em termos empíricos para a organização, dado que, com a operacionalização da metodologia MCDA-C, o modelo construído irá apoiar a indústria da construção ao aprimorar genuínamente as práticas de segurança do trabalho e por via de consequência, a mitigação de acidentes de trabalho. Isso, oportuniza possibilidades de avanços da gestão por meio de ações de aperfeiçoamento e assim, alavancando os seus resultados e por consequência, a competividade.

1.5 DELIMITAÇÕES DA PESQUISA

Esta pesquisa se delimita à construção de um modelo de avaliação de desempenho multicritério construtivista para apoiar a gestão de riscos de acidentes de trabalho em uma indústria de construção de pré-fabricados em concreto ‘específica’. Além disto, para o avanço do estudo, algumas delimitações foram necessárias à sua incorporação.

Primeiramente, referente à seleção do fragmento da literatura para a construção do conhecimento do pesquisador. A pesquisa explorou artigos internacionais indexados nas bases de dados: (i) *Scopus*; (ii) *Web of Science*; (iii) *Science Direct*; e (iv) *Engineering Research Database.* As bases de dados foram selecionadas visto a possibilidade de acesso pelo Portal de Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), do alinhamento com a proposta da pesquisa e da sua importância frente à área de conhecimento.

A busca das publicações internacionais e suas análises foram sustentadas por meio da operacionalização do instrumento de intervenção *Knowledge Development Process-Constructivist* (*ProKnow-C*). Por ser um processo construtivista, reconhece que o assunto de cada pesquisa é singular e estabelecido pelo entendimento que o pesquisador lhe atribui.

Destaca-se que, o modelo foi construído a partir da percepção, valores e preferências do decisor para um ambiente decisional específico, assim sendo, o modelo não é apropriado para outros contextos sociais. Contudo, o processo de construção do modelo valendo-se dos protocolos da MCDA-C é universal, estando apto para todo e qualquer profissional o seu uso, independentemente do contexto envolvido.

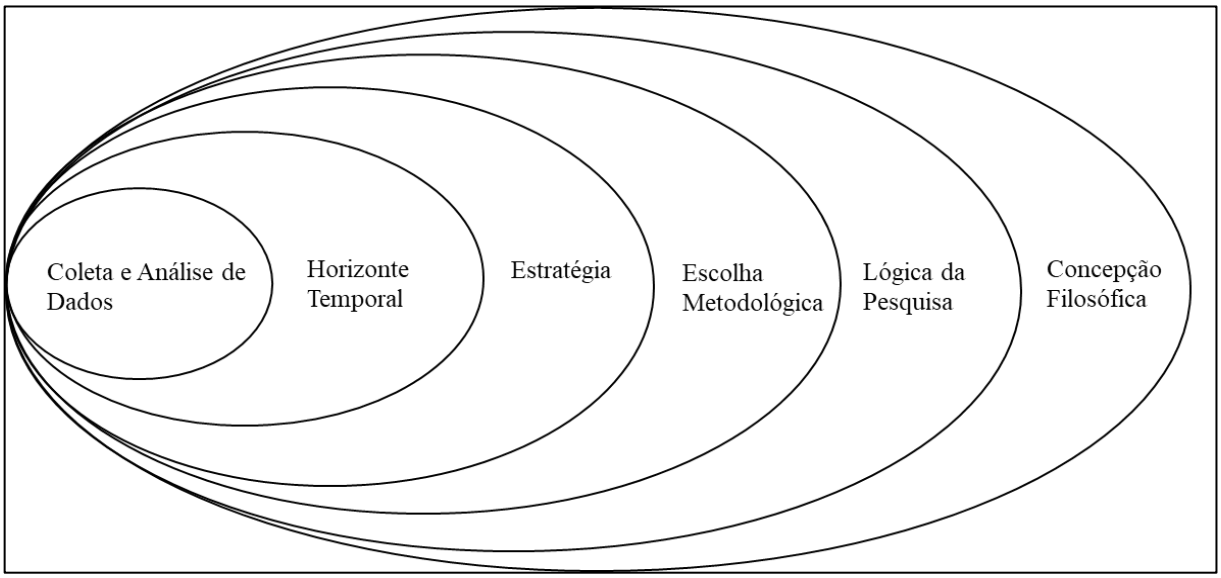
2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Segundo Matias Pereira (2016), a metodologia é o emprego de um conjunto de métodos, procedimentos e técnicas que cada ciência em particular põe em ação para alcançar os seus objetivos. A metodologia desta pesquisa está organizada em três seções: 2.1 Delineamento metodológico; 2.2 Instrumento para seleção e análise da literatura (*ProKnow-C*) e 2.3 Instrumento para construção do modelo (MCDA-C).

2.1 DELINEAMENTO METODOLÓGICO

De acordo a cebola de pesquisa proposta por Saunders, Lewis e Thornhill (2016), apresentada na Figura 1, o presente estudo delineia metodologicamente quanto à concepção filosófica, lógica de pesquisa, escolha metodológica, estratégia, horizonte temporal, coleta e análise de dados.

Figura 1 - Cebola da Pesquisa



Fonte: Extraído de Saunders, Lewis e Thornhill (2016).

2.1.1 Concepção filosófica

A concepção filosófica pode ser caracterizada como ‘uma orientação geral sobre o mundo e sobre a natureza da pesquisa defendidas por um pesquisador’ (CRESWELL, 2010, p. 28). Para Ensslin, Montibeller Neto e Noronha (2001) a concepção filosófica possui influência

direta sobre o pesquisador, embasando suas opções metodológicas. De modo geral, nas pesquisas com modelos formais, a definição do que é válido realizar, quais métodos têm condições de serem utilizados no modelo e de que modo as informações são analisadas surgem com base na definição da concepção filosófica ou paradigma científico (ENSSLIN; MONTIBELLER NETO; NORONHA, 2001).

De acordo com Creswell (2010, p.28), as concepções filosóficas 'são como uma orientação geral sobre o mundo e sobre a natureza da pesquisa defendidas por um pesquisador', e o mesmo autor aponta como elementos da estrutura da pesquisa as suposições filosóficas; as estratégias de investigação e os métodos de coleta de dados, análise e redação. A partir destes três elementos, o pesquisador pode identificar a técnica que pretende utilizar, ou seja, abordagem qualitativa, quantitativa ou de métodos mistos. Com relação às concepções filosóficas, Creswell (2010) apresenta quatro escolas de pensamento acerca do conhecimento: (i) pós-positivismo, (ii) construtivismo, (iii) reivindicatória/participatória e (iv) pragmatismo.

A concepção filosófica adotada nesta pesquisa é o construtivismo, o qual assume que o objeto (ambiente) e os atores se integram de modo uníssona para formar uma nova entidade singular a qual se deseja modelar para apoiar sua gestão e que o decisor deseja expandir seu conhecimento sobre como as propriedades do contexto afetam seus valores. (ROY, 1993; BANA E COSTA, 1993; ENSSLIN, *et al.*, 2020a). Segundo Ensslin, Montibeller Neto e Noronha (2001) na perspectiva construtivista, o objetivo da modelagem é a geração de conhecimento aos decisores a partir de seus valores, preferências e preocupações no contexto decisional.

2.1.2 Lógica da pesquisa

Ao abordar a lógica da pesquisa, Saunders, Lewis e Thornhill (2016), apresentam os raciocínios dedutivo, indutivo e abdutivo. O método dedutivo é o que parte do geral e a seguir, desce ao particular. Parte dos princípios reconhecidos como verdadeiros e indiscutíveis e possibilita chegar a conclusões de maneira puramente formal (GIL, 2008). De maneira inversa o método indutivo parte do particular e coloca a generalização como um produto posterior de coleta de dados particulares (GIL, 2008). Já, o método abdutivo, que começa com um fato surpreendente, que é a conclusão e não uma premissa (SAUNDERS; LEWIS; THORNHILL, 2016).

Nesta pesquisa são aplicadas a lógica indutiva, evidenciada no processo de definição das palavras-chave, que servirá como referência na busca do portfólio bibliográfico de acordo

as premissas do *ProKnow-C* e na construção de mapas cognitivos na fase de estruturação da construção do modelo MCDA-C. Além disto, é observado quando da execução das etapas de identificação dos Elementos Primários de Avaliação (EPAs) e construção de conceitos na fase de estruturação do modelo.

2.1.3 Escolhas metodológicas

A abordagem da pesquisa, dependendo de fatores como as estratégias utilizadas em todo o estudo, os métodos específicos usados na condução destas estratégias e nas suposições filosóficas básicas que os pesquisadores trazem para o estudo, pode ser classificada como qualitativa, quantitativa ou mista (CRESWELL, 2010).

Minayo (2012) afirma que a função da pesquisa qualitativa é a de buscar significados, motivos, aspirações, crenças, valores e atitudes. A autora defende que a pesquisa qualitativa constrói uma espécie de artefato heurístico de construção da realidade. É preciso compreender e interpretar dentro do contexto do fenômeno, o que exige uma reflexão crítica do observador e do observado.

Segundo Hair *et al.,* (2005) a pesquisa quantitativa nas ciências humanas, é uma ferramenta de apoio que auxilia na organização do fenômeno observado. Quando aplicados são uma combinação de ciências matemáticas, estatísticas e computacionais e fazem parte do processo de aprendizagem organizacional num cenário em que os problemas das organizações evoluem cada vez mais em quantidade, em complexidade e em competências

Nesse sentido, a presente pesquisa, considera-se como qualitativa e quantitativa (RICHARDSON, 2017), sendo qualitativa durante o processo de seleção do portfólio bibliográfico, bem como nas análises bibliométrica e sistêmica, visto que a triagem dos artigos e análises do portfólio emana das percepções, delimitações e análise críticas dos pesquisadores quando da interpretação dos dados coletados. Além disto, a característica qualitativa é observada na construção do modelo nas etapas de estruturação e recomendação. A abordagem quantitativa fica evidenciada na etapa da análise bibliométrica do PB, especialmente quando das análises norteadas pelas Leis de Lotka e Bradford (VANTI, 2002) e na fase de avaliação de acordo com a metodologia da MCDA-C, tendo em vista o uso de escalas cardinais que evidenciam e mensuram o *status quo* do perfil de desempenho, de forma local e global, da gestão de riscos de acidentes de trabalho.

2.1.4 Estratégia

Esta pesquisa se define como exploratória, pois enquadra a concepção de Cooper e Schindler (2016), onde sugere sua aplicação quando o pesquisador não tem uma ideia clara dos problemas que encontrará durante o estudo e por meio da exploração, desenvolvem conceitos mais adequados, estabelecem propriedades, desenvolvem definições operacionais e melhoram o projeto final da pesquisa. O caráter exploratório é acolhido, pois acende a geração de conhecimento do decisor aprofundando sua cognição a respeito do tema. Quanto à natureza do artigo, trata-se de um estudo de caso, visto que apura a gestão de riscos de acidentes de trabalho em 'empresa específica'.

De acordo a Yin (2015), este tipo de estudo se propõe a uma investigação empírica que investiga um fenômeno contemporâneo em profundidade e em seu contexto da vida real. O objetivo de um estudo de caso é reunir informações detalhadas e sistemáticas sobre um fenômeno, sendo sustentado por um referencial teórico, que orienta as questões e proposições do estudo, reúne uma gama de informações obtidas por meio de diversas técnicas de levantamento de dados e evidências (FREITAS; JABBOUR, 2011).

O objeto desse estudo de caso é uma indústria da construção civil especialista na produção de elementos pré-fabricados em concreto, sendo o foco desta pesquisa, a gestão de riscos de acidentes de trabalho.

2.1.4 Horizonte temporal

Quanto ao horizonte de tempo, transversal ou longitudinal, também é necessário estabelecê-lo a partir da questão de pesquisa (SAUNDERS; LEWIS; THORNHILL, 2016). Enquanto os estudos transversais analisam um fenômeno particular em um determinado momento, os longitudinais analisam o fenômeno em um período determinado, não 'instantâneo' (SAUNDERS; LEWIS; THORNHILL, 2016).

Considerando que o objetivo desta pesquisa é responder quais são os critérios que devem ser considerados quando da construção de um modelo de avaliação de desempenho para apoiar a gestão de riscos de acidentes de trabalho em uma indústria de construção de pré-fabricados em concreto para um gestor específico e ademais, propor ações de melhoria a partir do status quo, trata-se de uma pesquisa de corte transversal, que avalia a situação no momento presente e que os elementos são medidos uma única vez durante o processo de investigação.

2.1.5 Coleta e anáilse de dados

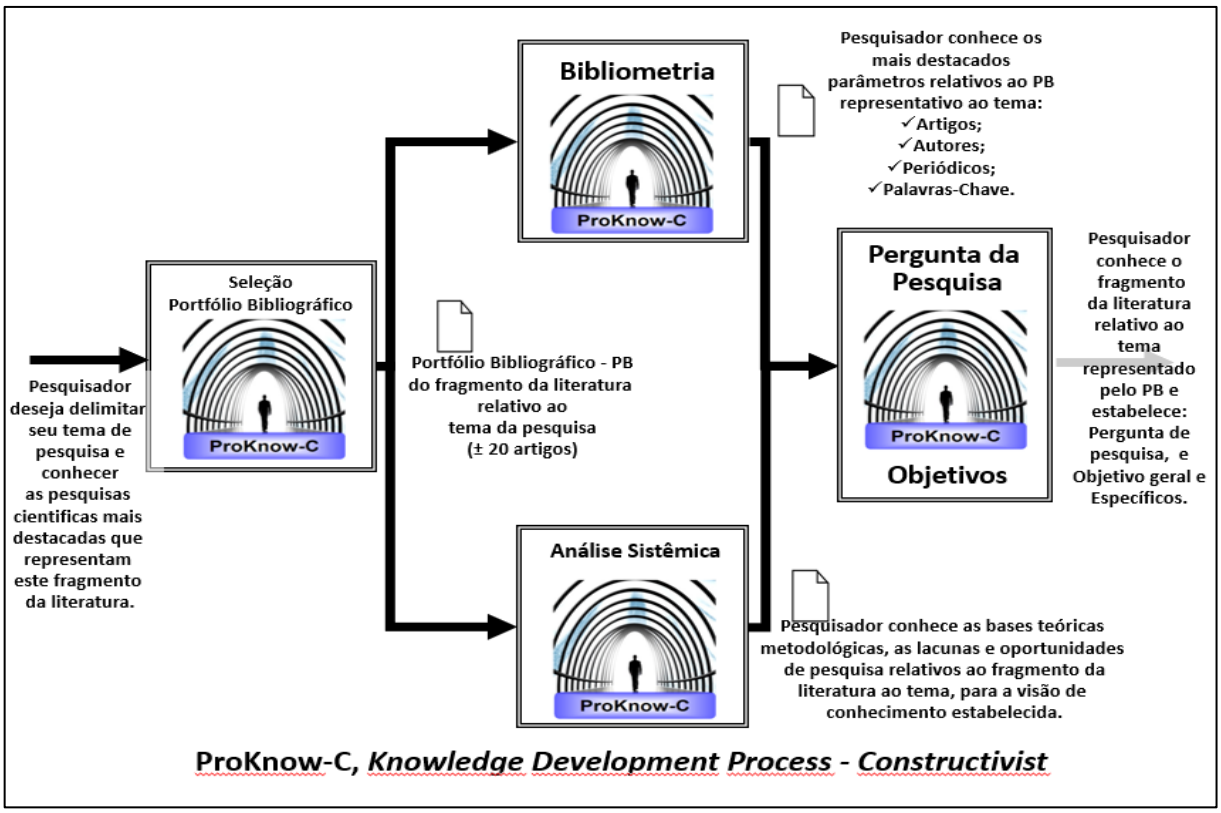
Para a coleta de dados, as fontes são de natureza primária e secundária (RICHARDSON, 2017). Os dados primários alcançados diretamente por intermédio de entrevistas semiestruturadas com o Engenheiro de Segurança do Trabalho (decisor) da organização, onde se buscou identificar as suas preocupações e preferências para a estruturação do modelo. Os dados secundários foram obtidos por meio de análises documentais relacionados ao tema utilizados pela ‘empresa específica’ e de Normas Regulamentadoras que sustentam as diretrizes das atividades laborais em âmbito nacional.

2.2 INSTRUMENTO DE INTERVENÇÃO PARA SELEÇÃO DE PORTFÓLIO BIBLIOGRÁFICO, ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA E ANÁLISE SISTÊMICA DA LITERATURA – *PROKNOW-C*

A realização de uma pesquisa pressupõe conhecer o que já foi publicado sobre o tema, e a partir deste saber propor a contribuição que a nova pesquisa se propõe realizar. A compreensão científica do fragmento da literatura do assunto é evidenciada por meio de um conjunto de artigos alinhados ao assunto e com reconhecimento científico denominado ‘Portfólio Bibliográfico – PB’. Dada a importância do PB, para efeito deste trabalho, busca-se do conjunto de artigos mais representativos para o fragmento do tema ‘Apoio a Gestão de Riscos de Acidentes de Trabalho em uma Indústria da Construção’, segundo a percepção e delimitações do pesquisador. Para tal, será utilizado como instrumento de pesquisa o processo *Knowledge Development Process – Constructivist (ProKnow-C*) (AFONSO *et al.*, 2011; ENSSLIN *et al.*, 2017; THIEL; ENSSLIN; ENSSLIN, 2017; ENSSLIN *et al.*, 2015b; ENSSLIN, *et al.*, 2018a).

Ressalta-se que o processo é operacionalizado em cinco etapas: (i) seleção de portfólio bibliográfico; (ii) bibliometria; (iii) análise sistêmica; (iv) mapa da literatura e (v) formulação de perguntas e objetivos de pesquisa (ENSSLIN; WELTER; PEDERSINI, 2021), conforme ilustrado na Figura 2.

Figura 2 - Etapas do *ProKnow-C*



Fonte: Ensslin *et al*. (2015a).

Em síntese, o *ProKnow-C* visa atender os seguintes propósitos: (i) auxiliar o pesquisador a entender e estabelecer as fronteiras do conhecimento para o seu tema; (ii) evidenciar as áreas de conhecimento que explicam seu tema, segundo a perspectiva adotada; (iii) conhecer as bases de pesquisa onde são publicados os artigos para o tema; (iv) consorciar suas palavras-chaves com as utilizadas na literatura para representar seu tema; (v) identificar o Portfólio Bibliográfico Bruto para suas delimitações; (vi) identificar seu Portfolio Bibliográfico para os filtros propostos pelo *ProKnow-C* (redundância, alinhamento quanto ao título; resumo e artigo integral); (vii) criar condições para que o pesquisador conheça e reflita sobre o que foi publicado sobre seu tema e o tratamento dispensado pela comunidade científica; (viii) evidenciar ao pesquisador, para a visão de mundo estabelecida, os gaps (lacunas de conhecimento em relação a fronteira de conhecimento para cada uma das dimensões (lentes) que explicam a visão adotada; (ix) evidenciar as alternativas de ação para futuras pesquisas; e, (x) gerar subsídios para o pesquisador justificar a relevância, ineditismo e originalidade de seus estudos (ENSSLIN; ENSSLIN, PINTO, 2013).

2.2.1 Seleção do portfólio bibliográfico

A etapa inicial de qualquer processo para identificar seu Portfólio Bibliográfico é o esclarecimento do assunto para o qual se deseja conhecer o que foi publicado. O *ProKnow-C* por ser um processo construtivista reconhece que o assunto de cada pesquisa é singular (único) e estabelecido pelo entendimento que o pesquisador lhe atribui. Igualmente reconhece que cada assunto é formado pela interseção de um conjunto de áreas de conhecimento de acordo com a compreensão do pesquisador e que este (o pesquisador) no início do processo não o tem plenamente delimitado, pelo qual necessita fazê-lo evoluir.

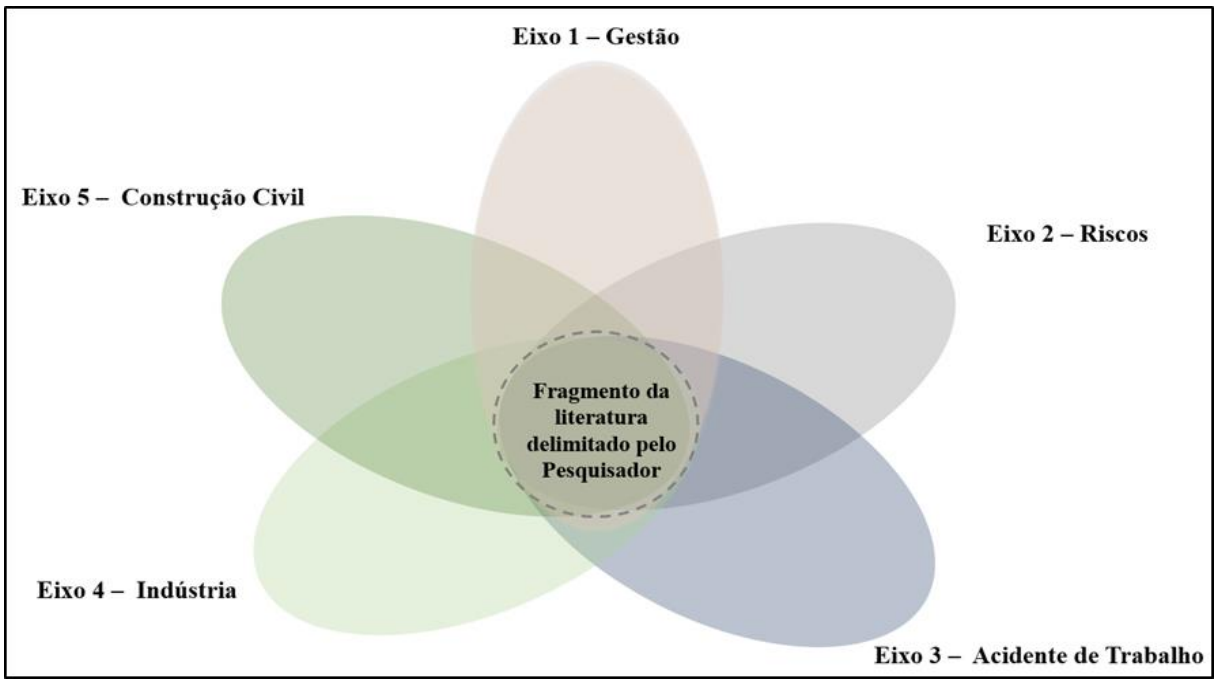
Conforme protocolo do *ProKnow-C*, as áreas de conhecimento recebem a denominação de eixos de pesquisa. O passo inicial consiste, pois, em explicitar as áreas de conhecimento e suas palavras-chave. A interseção do conjunto das palavras-chave de cada eixo (áreas de conhecimento) formará uma 'expressão Booleana' que representa o assunto da pesquisa e será utilizada para a busca das publicações nas bases. (ENSSLIN *et al.*, 2018a).

2.2.1.1 Identificação dos eixos de pesquisa

De acordo com Ensslin *et al*. (2017), a geração de conhecimento deve iniciar com a pesquisa do que já foi previamente publicado a respeito do tema estudado. Para tal, *o ProKnow-C* inicia o processo de seleção do portfólio bibliográfico bruto com a criação de um rótulo do assunto a ser pesquisado para direcionar seu processo de percepção sobre o tema que deseja abordar. Com base nesta compreensão, define-se áreas de conhecimento, na qual o produto da interseção será o tema explorado. Neste estudo o rótulo construído pelo pesquisador é a 'Gestão de Riscos de Acidentes de Trabalho em uma Indústria da Construção'.

Assim, buscou-se o fragmento de literatura científica acerca dos seguintes temas definidos como os eixos de pesquisa, sendo eles: (i) Gestão, (ii) Riscos, (iii) Acidentes de Trabalho, (iv) Indústria e (v) Construção Civil, demonstrado na Figura 3.

Figura 3 - Definição dos eixos de pesquisa



Fonte: Autor (2020).

2.2.1.2 Seleção de bases de dados

A etapa seguinte, trata-se da seleção das bases de dados onde os artigos científicos serão procurados. De maneira geral, o pesquisador têm a possibilidade de escolher as bases de dados que considerar mais conveniente, tendo em conta que alguns critérios devem ser atendidos, desde: (i) ter ferramentas que disponibilizem a possibilidade de pesquisar nos campos: título (*article, title*), resumo (*abstract)* e palavras-chave (*keywords*); (ii) disponibilizar ferramenta de busca com a possibilidade de uso de expressões booleanas; (iii) ter disponibilidade de estabelecer o horizonte temporal de busca; e, (iv) ter disponibilidade de selecionar o tipo de publicação (ENSSLIN *et al.*, 2018a).

Para o presente estudo, foram selecionadas quatro bases de dados: (i) *Scopus*, (ii) *Web of Science* (iii) *Science Direct* e (iv) *Engineering Research Database.* As bases de dados foram selecionadas com vistas à possibilidade de acesso através do Portal de Periódicos CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior), do alinhamento com a proposta da pesquisa e da sua importância frente à área de conhecimento. Segundo Cendon e Ribeiro (2008) o Portal de Periódicos CAPES é uma biblioteca digital de informação científica e tecnológica destinada a promover e a facilitar o acesso à literatura científica mundial pelas instituições de ensino e pesquisa brasileiras.

2.2.1.3 Identificação das palavras-chave e expressão booleana

Após a identificação dos eixos de pesquisa, definem-se as palavras-chave para cada um dos eixos. Ou seja, identificam quais palavras melhor representam o assunto a ser investigado naquele eixo, naquela área de conhecimento, para a perspectiva adotada pelo pesquisador. Com as palavras-chave definidas, realiza-se a combinação entre as palavras dos eixos existentes, formando a expressão booleana, utilizada na operacionalização das buscas nas bases de dados selecionadas.

Segundo Garcia, Gattaz e Gattaz (2019) a seleção de palavras-chave visa facilitar a recuperação eficiente do conteúdo de um texto para os leitores / pesquisadores. Além disso, por serem ferramentas fundamentais para a indexação nas bases de dados, elas atuam como porta de acesso ao texto. Ainda, recomenda-se aos pesquisadores que realizem uma pesquisa prévia em outros bons trabalhos que abordem tema semelhante. Essa técnica possibilita observar quais termos são considerados mais eficientes para representar tais estudos. Além disso, subsidia a inserção do artigo em uma dada linha de pesquisa.

Para encerrar esta etapa, as palavras-chave utilizadas devem ser testadas quanto a sua aderência em garantir que as mesmas representem cientificamente o tema abordado e que, com elas, retornem os artigos científicos que o pesquisador julga como essencial para compor o portfólio bibliográfico. Segundo Vilela (2012) o teste de aderência no método *ProKnow-C* sugere que sejam selecionados artigos do portfólio bruto obtido cujo título sugira a adequação do documento com o assunto de pesquisa. Depois disso, analisa-se as palavras-chave utilizadas pelos autores desses artigos a fim de verificar a aderência às utilizadas na busca do banco de dados. Caso não haja alinhamento das palavras ou existem outras mais adequadas, recomenda-se voltar à primeira etapa: seleção das palavras-chave e refazer o banco de artigos brutos. Caso seja verificado o alinhamento, o resultado do banco já é o resultado dessa subetapa: o Portfólio Bibliográfico Bruto.

No presente estudo, foram realizadas pelo menos cinco rodadas do teste de aderência das palavras-chave iniciais escolhidas pelo pesquisador. Na quinta rodada a partir da versão então selecionada do Portfólio Bibliográfico Bruto foram mais uma vez selecionados cinco artigos que segundo percepção do pesquisador estivessem alinhados ao propósito do estudo. Assim, com a verificação das palavras-chave presente nestes artigos, julgou-se a necessário a incorporação de novas quatro palavras-chave nos eixos de pesquisa sendo: (i) *safety* e *accident factors* no eixo de Riscos, (ii) *accident prevention* no eixo Acidente de Trabalho e (iii) *safety construction* no eixo Construção Civil. Com isso, uma nova busca de artigos científicos fora

realizada nas bases de dados selecionadas. Ao realizar a reverificação da aderência do novo conjunto de palavras-chaves ao tema, as mesmas foram validadas e definidas para o progresso da pesquisa, conforme retratadas no Quadro 1.

Quadro 1 - Definição das palavras-chave por eixo de pesquisa

	Área de Conhecimento	**Palavras-Chaves**
Eixo 01	Gestão	*Appraisal; assessment; evaluation; indicator; measurement; management; performance; analysis*
Eixo 02	Riscos	*Risk; occupational risk; health risks; safety; accident factors*
Eixo 03	Acidente de Trabalho	*Work accident; occupational accident; accidents at work; accident prevention*
Eixo 04	Indústria	*Industry; factory; plant; prefabricate*
Eixo 05	Construção Civil	*Civil construction; building construction; construction industry; building industry; construction sector; pre-molded; safety construction*

Fonte: Autor (2020).

Com a definição das palavras-chave utilizadas para a busca de artigos científicos, realizou-se a combinação utilizando os cincos eixos da pesquisa, que resultou no comando de busca (Expressão Booleana) a ser utilizados nas bases de dados, sendo: (‘*appraisal*’ OR ‘*assessment*’’ OR ‘*evaluation*’ OR ‘*indicator*’ OR ‘*measurement*’ OR ‘*management*’ OR ‘*performance*’ OR ‘*analysis*’) AND (‘*risk*’ OR ‘*occupational risk*’ OR ‘*health risks*’ OR ‘safety’ OR ‘*accident factors*’) AND (‘*work accident*’ OR ‘*occupational accident*’ OR ‘*accidents at work*’) AND (‘*Industry’ OR ‘factory’ OR ‘plant’ OR ‘prefabricate*’) AND (‘*civil construction*’ OR ‘*building construction*’ OR ‘*construction industry*’ OR ‘*building industry*’ OR ‘*construction sector*’ OR ‘*pre-molded*’).

2.2.1.4 Identificação do portfólio bruto

Uma vez concluída a: identificação das áreas de conhecimento; das bases de dados serem consultadas; e da identificação das palavras-chaves, inicia-se o processo para selecionar os artigos científicos para formar o Portfólio Bibliográfico Bruto conforme protocolo do

Proknow-C. Neste estudo, as pesquisas nas bases foram realizadas entre os dias 18 a 24 de março de 2020, utilizando-se as combinações das palavras-chave definidas por eixo de pesquisa, restringindo-se aos campos de títulos dos artigos (*article title*), palavras-chave (*keywords*) e resumos (*abstracts*). A esses critérios de restrição, estabeleceu-se um período temporal de 10 anos anteriores à pesquisa (2010 a 2020) de trabalhos em periódicos publicados em língua inglesa.

A partir das restrições descritas, na quinta rodada de buscas foram obtidos 2.419 artigos científico nas bases selecionadas. No teste de aderências das palavras chaves concluiu que seria necessária a inclusão novas palavras-chave, o que indicou a repetição do processo para formação do Portfólio Bibliográfico Bruto. Logo, o resultado da busca subsequente gerou 3.797 artigos de acordo a seguinte distribuição: 1.083 na *Scopus*, 84 na *Web of Science*, 2543 na *Science Direct* e 87 na *Engineering Research Database* conforme demonstrado na Tabela 1.

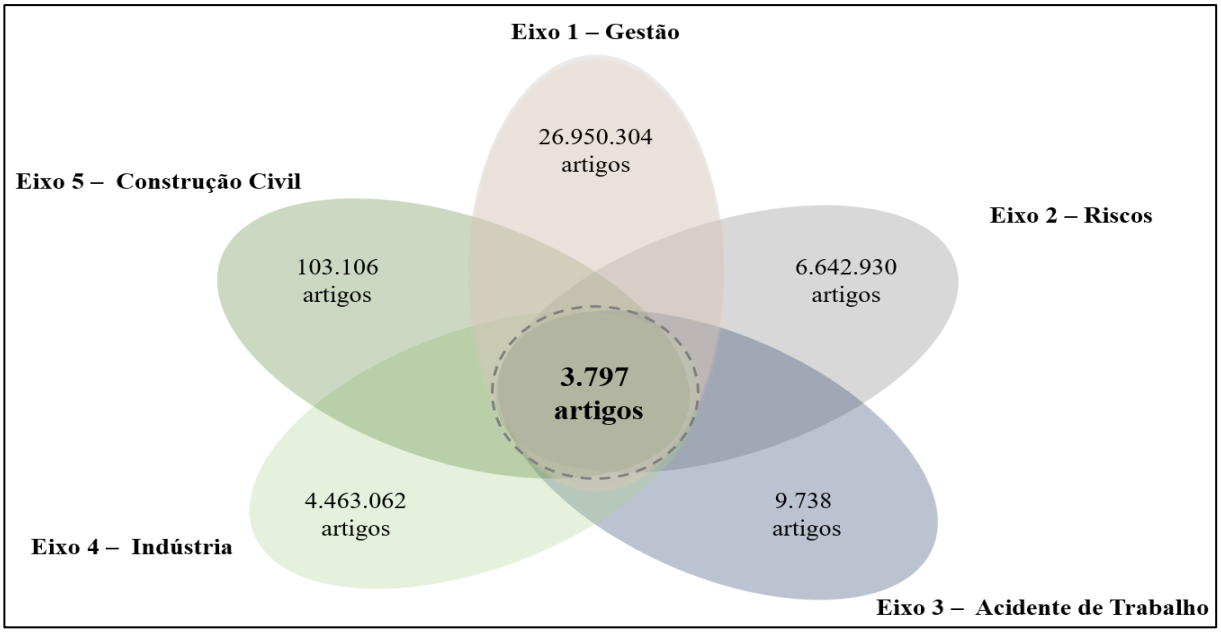
Tabela 1 - Resultado da busca por base de dados

Bases de Dados	**Número de artigos encontrados**
Scopus	1083
Web of Science	84
Science Direct	2543
Engineering Research Database (ProQuest)	87
Total	3797

Fonte: Autor (2020).

Já, a Figura 4 apresenta o resultado do retorno de artigos após busca nas quatro bases de dados selecionadas, considerando individualmente os eixos de pesquisa identificados.

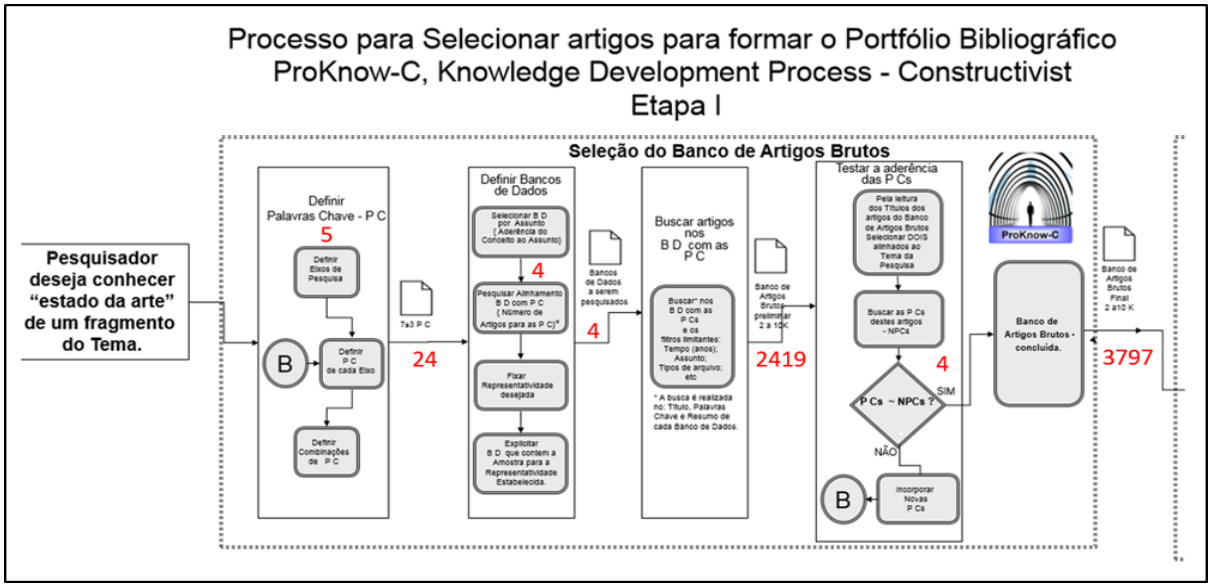
Figura 4 - Quantidade de artigos retornados por eixo de pesquisa



Fonte: Autor (2020).

Estes resultados foram considerados adequados uma vez que nos testes com novos artigos não foram encontradas novas palavras-chave que o pesquisador considerasse alinhadas ao tema, pelo qual este portfólio foi considerado como o Portfólio Bibliográfico Bruto para o tema 'Gestão de Riscos de Acidentes de Trabalho em uma Indústria da Construção', segundo a percepção do pesquisador. A Figura 5 ilustra e resume as quatro fases do processo realizado nesta seção.

Figura 5 - Procedimento *ProKnow-C* para seleção do portfólio bruto



Fonte: Adaptado de Ensslin *et al*. (2015a).

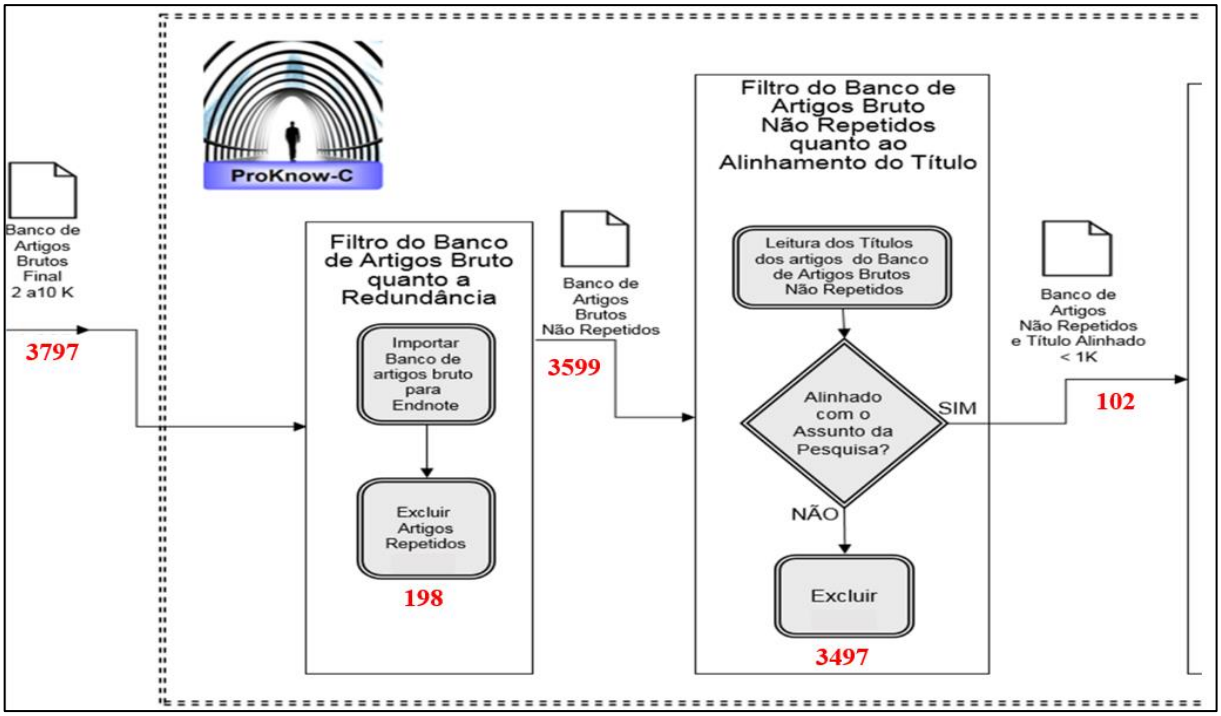
2.2.1.5 Processo de filtragem de artigos bruto

No processo de filtragem de artigos brutos, alguns aspectos são levados em consideração conforme protocolo do *ProKnow-C*, tais como: (i) a presença de artigos repetidos/redundantes; (ii) o alinhamento dos títulos dos artigos com o tema; (iii) o reconhecimento científico dos artigos; (iv) alinhamento dos resumos com o tema e (v) a disponibilidade dos artigos na íntegra nas bases (LACERDA, ENSSLIN; ENSSLIN, 2012).

Ao realizar pesquisas exaustivas por revisões bibliográficas, os pesquisadores exploraram vários bancos de dados com conteúdo sobreposto. Eles normalmente removem registros duplicados para reduzir a carga de trabalho na triagem de títulos e resumos (BEYER; WRIGHT, 2013). Assim, buscando facilitar a filtragem dos artigos científicos, a primeira etapa do processo trata-se da importação dos artigos para o *software* gerenciador bibliográfico. Dentre os gerenciadores, destaca-se o *EndNote*, segundo Siegler e Simboli (2002) este instrumento permite que os usuários criem uma biblioteca pesquisável de referências baixadas ou inseridas manualmente para qualquer tipo de publicação: livros, artigos de periódicos entre outros. Ao utilizar essa biblioteca, é possível organizar arquivos, criar bibliografias, inserir citações e segregar artigos conforme características de pesquisa. Na presente pesquisa foi utilizado o *software EndNote X9* no qual foram importados 3.797 artigos, formando o portfólio de artigos brutos.

Ao utilizar o gerenciador bibliográfico, foi possível identificar e excluir os artigos redundantes, aqueles que se apresentavam duplicados no banco de dados, o que resultou na eliminação de 198 artigos, permanecendo, assim, 3.599 artigos para a análise quanto ao alinhamento de títulos. Após, realizar a leitura dos títulos artigos, foram retirados do processo aqueles no qual o pesquisador não identificou alinhamento com a área de conhecimento investigada, restando 102 artigos com o título alinhado ao tema da pesquisa, conforme observado na Figura 6.

Figura 6 - Filtro quanto a redundância e alinhamento do título



Fonte: Adaptado de Ensslin *et al*. (2015a).

A etapa seguinte consiste na verificação do grau de reconhecimento científico das publicações. Neste caso, a aferição do reconhecimento científico foi evidenciada pela quantidade de citações de cada artigo em outros estudos científico verificado no Google Acadêmico em consulta realizada no dia 28 de março de 2020. Após isso, utilizando o *Microsoft Office Excel*, os artigos foram ordenados decrescentemente conforme quantidade de citações. Através de propriedades matemáticas para identificar a representatividade dos artigos, foram calculadas as frequências relativa e acumulada de cada artigo em relação as citações recebidas.

Estabeleceu-se pelo pesquisador, como ponto de corte de permanência dos artigos selecionados, uma representatividade de no mínimo 70%, resultando em 23 artigos classificados como de relevância científica confirmada, formando assim, o Repositório K (banco de artigos não repetidos e título alinhado e com reconhecimento científico). O restante dos artigos foi enviado para o Repositório P (banco de artigos não repetidos e título alinhado com reconhecimento científico ainda não confirmado), totalizando 79 artigos.

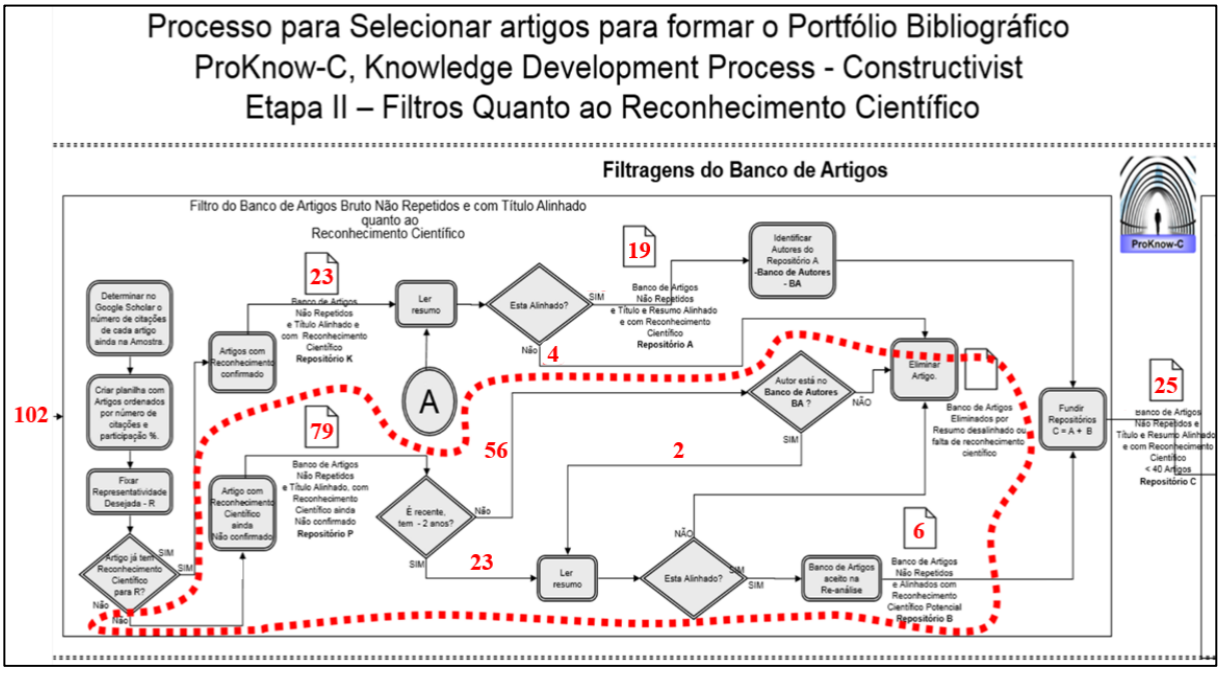
Em seguida, foi realizado a leitura dos resumos dos 23 artigos do Repositório K, desses, foram considerados 19 publicações com o conteúdo alinhado com o tema proposto, formando o Repositório A (banco de artigos não repetidos, com título e resumo alinhados e com reconhecimento científico confirmado). A seguir, identificou-se os autores dos artigos deste

repositório, formando assim, o BA (banco de autores). Na pesquisa, o BA foi composto por 58 autores.

Em continuidade ao processo de filtragem dos artigos, foi analisado os artigos incluídos no Repositório P, visando identificar outras pesquisas com potencial para compor o portfólio bibliográfico. Neste momento, os 79 artigos deste repositório foram separados para análise em dois grupos. Aqueles publicados anteriormente ao ano de 2019, totalizando 56 artigos e, aqueles publicados recentemente, entre os anos de 2019 e 2020, resultando em 23 artigos, sendo que alguns destes, sem qualquer reconhecimento científico devido a tempo reduzido de publicação, porém, com potencial de relevância para aproveitamento para a pesquisa conforme alinhamento do tema. Dos 56 artigos mais antigos deste repositório, dois (2) deles foram produzidos por autores contidos do banco de autores (BA) e após leitura do resumo, validado pelo alinhamento da pesquisa. Dos artigos recentes, após leitura dos resumos, quatro (4) deles foram selecionados. Os seis (6) artigos resultantes da soma dos classificados nos dois grupos formaram o Repositório B (banco de artigos não repetidos e alinhados com reconhecimento científico potencial)

Considerando-se a soma dos artigos dos Repositórios A e B, obteve-se 25 artigos, que integraram o Repositório C (banco de artigos não repetidos e título e resumo alinhados e com reconhecimento científico). A síntese desta etapa da filtragem dos artigos científicos é demonstrada na Figura 7.

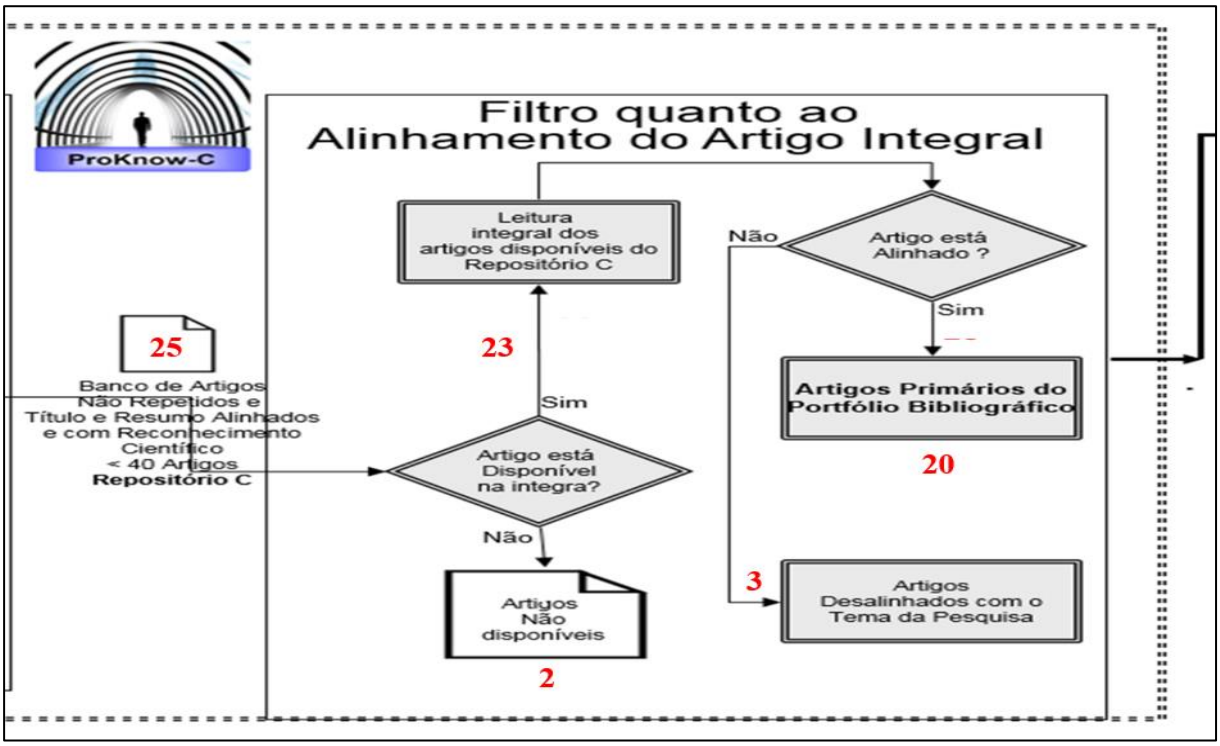
Figura 7 - Filtro quanto ao reconhecimento científico



Fonte: Adaptado de Ensslin *et al*. (2015a).

Os artigos do Repositório C foram analisados quanto a disponibilidade integral do conteúdo. Destes, duas publicações não apresentavam formato de textos completos ou com *paywall* mesmo dentro do Portal de Periódicos CAPES, sendo excluídos, resultando em 23 artigos completos disponíveis para leitura integral do texto. A partir da leitura completa, 20 artigos se revelaram alinhados à pesquisa, enquanto três (3) artigos foram desclassificados devido a não aderência ao tema proposto, conforme ilustrado na Figura 8.

Figura 8 - Filtro quanto ao alinhamento do artigo integral

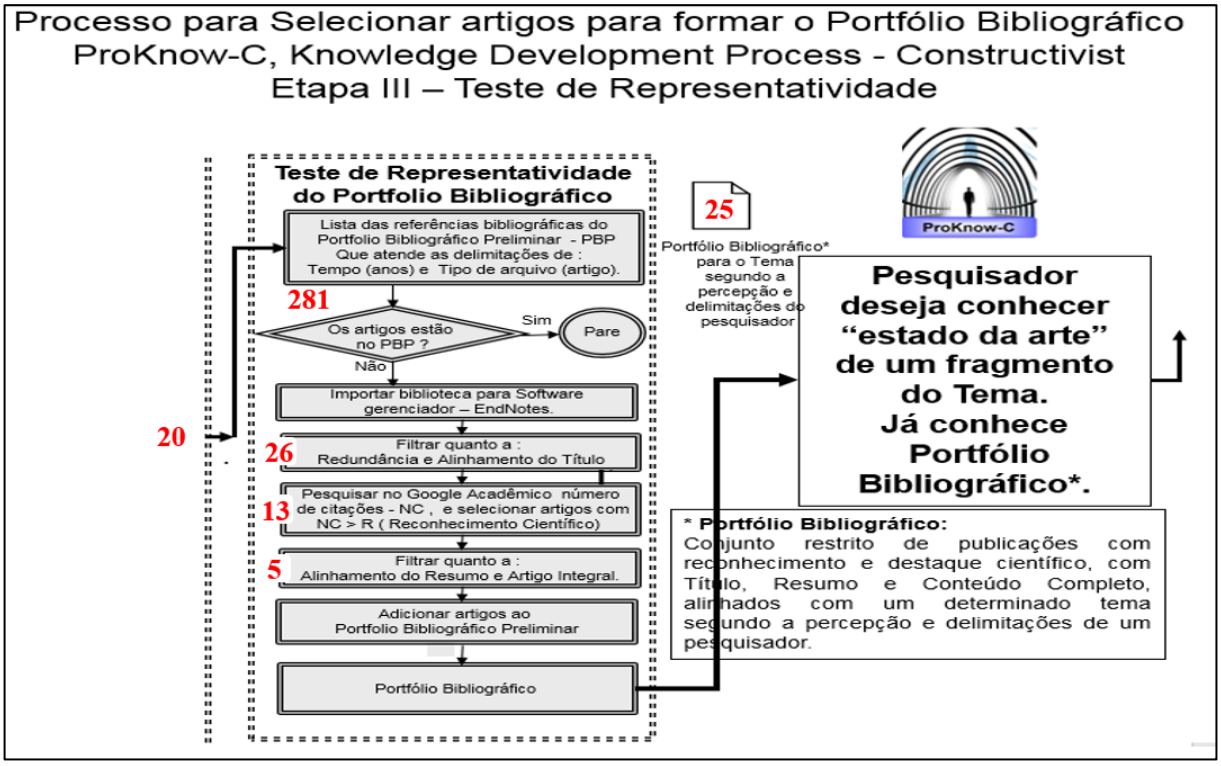


Fonte: Adaptado de Ensslin *et al*. (2015a).

A última etapa de análise, segundo protocolo do *ProKnow-C* é o teste de verificação da representatividade, o qual objetiva analisar as referências bibliográficas citadas nos artigos primários do portfólio bibliográfico. Foram verificadas as referências dos 20 artigos selecionados, exportando-as para *EndNote X9*, totalizando 1158 artigos, destes, em atendimento as delimitações do espaço temporal considerado para as publicações no estudo e o tipo do documento, resultou em 281 artigos científicos. Após exclusão por filtragem de artigos redundantes, fez-se a leitura dos títulos e verificados aqueles com a alinhamento ao tema, resultando em 26 artigos. Repetiu-se o mesmo processo de verificação de reconhecimento científico da etapa anterior, ou seja, os artigos foram ordenados decrescentemente no *Microsoft Office Excel*, vista as citações recebidas em consulta ao Google Acadêmico realizado em 8 de

abril de 2020. Na análise, considerado 70% como o ponto de corte de permanência dos artigos, assim, promovido 13 publicações. O último processo de filtragem foi a leitura integral dos textos, resultando na identificação de cinco (5) artigos aderentes ao tema. Assim, adicionando estes com os 20 artigos primários. O portfólio bibliográfico para o tema, segundo a percepção e delimitações do pesquisador está representado por 25 artigos científicos. Essa etapa está representada na Figura 9.

Figura 9 - Filtro quanto ao teste de representatividade



Fonte: Adaptado de Ensslin *et al*. (2015a).

Como resultante da aplicação da primeira etapa do *Proknow-C*, os 25 artigos científicos selecionados para composição do portfólio bibliográfico estão demonstrados no Quadro 2.

Quadro 2 - Portfólio bibliográfico (PB)

Item	Artigo
1	VINODKUMAR, M. N.; BHASI, M. Safety management practices and safety behaviour: Assessing the mediating role of safety knowledge and motivation. **Accident Analysis & Prevention**, v. 42, n. 6, p. 2082-2093, 2010.
2	HINZE, J., THURMAN, S., WEHLE, A. Leading indicators of construction safety performance.' **Safety Science,** v. 51, n. 1, p. 23-28. 2013.
3	WACHTER, J. K.; YORIO, P. L. A system of safety management practices and worker engagement for reducing and preventing accidents: An empirical and theoretical investigation. **Accident Analysis & Prevention**, 68, 117-130, 2014.
4	LEVESON, N. A systems approach to risk management through leading safety indicators. **Reliability Engineering and System Safety**, 136, 17-34, 2015.
5	PODGÓRSKI, D. Measuring operational performance of OSH management system – A demonstration of AHP-based selection of leading key performance indicators. **Safety Science**, 73, 146-166, 2015.
6	KHAN, F.; RATHNAYAKA, S.; AHMED, S. Methods and models in process safety and risk management: Past, present and future. **Process Safety and Environmental Protection**, v. 98, p. 116-147, 2015
7	REIMAN, T.; PIETIKÄINEN, E. Leading indicators of system safety–monitoring and driving the organizational safety potential. **Safety science**, v. 50, n. 10, p. 1993-2000, 2012.
8	FUNG, I. W. H. *et al*. Developing a risk assessment model for construction safety. **Intern**ational **Journal of Project Management**, 28(6), 593-600, 2010.
9	LI, H. *et al.* Proactive behavior-based safety management for construction safety improvement. **Safety Science**, 75, 107-117, 2015.
10	SOUSA, V.; ALMEIDA, N. M.; DIAS, L. A. Risk-based management of occupational safety and health in the construction industry – Part 1: Background knowledge. **Safety Science**, v. 66, p. 75-86, 2014.
11	CHENG, E. W. L.; RYAN, N.; KELLY, S. Exploring the perceived influence of safety management practices on project performance in the construction industry. **Safety science**, v. 50, n. 2, p. 363-369, 2012.
12	FERNÁNDEZ-MUÑIZ, B.; MONTES-PEÓN, J. M.; VÁZQUEZ-ORDÁS, C. J. Occupational risk management under the OHSAS 18001 standard: Analysis of perceptions and attitudes of certified firms. **Journal of Cleaner Production**, v. 24, p. 36-47, 2012.
13	HINZE, J.; HALLOWELL, M.; BAUD, K. Construction-Safety Best Practices and Relationships to Safety Performance. **Journal of Construction Engineering and Management**. 139. 04013006, 2013.
14	ILBAHAR, E, et al. A novel approach to risk assessment for occupational health and safety using Pythagorean fuzzy AHP & fuzzy inference system**. Safety Science**, 103, 124-136, 2018.
15	CHI, S.; HAN, S. Analyses of systems theory for construction accident prevention with specific reference to OSHA accident reports. **International Journal of Project Management**, v. 31, n. 7, p. 1027-1041, 2013.

16	SWUSTE, P. *et al*. Process safety indicators, a review of literature. **Journal of Loss Prevention in the Process Industries**, v. 40, p. 162-173, 2016.
17	FERNÁNDEZ-MUÑIZ, B.; MONTES-PEÓN, J. M.; VÁZQUEZ-ORDÁS, C. J. Safety leadership, risk management and safety performance in Spanish firms. **Safety science**, v. 70, p. 295-307, 2014.
18	LI, Y.; GULDENMUND, F. W. Safety management systems: A broad overview of the literature. **Safety Science,** v. 103, p. 94-123, 2018.
19	SOUSA, V.; ALMEIDA, N. M.; DIAS, L. A. Risk-based management of occupational safety and health in the construction industry – Part 2: Quantitative model. **Safety Science**, 74, 184-194, 2015.
20	FUNG, I. W. H.; LO, T. Y.; TUNG, K. C. F. Towards a better reliability of risk assessment: Development of a qualitative & quantitative risk evaluation model (Q 2REM) for different trades of construction works in Hong Kong. **Accident Analysis & Prevention**, v. 48, p.167-18, 2012.
21	GUO, B. H. W. *et al*. Using a Pressure-State-Practice Model to Develop Safety Leading Indicators for Construction Projects. **Journal of Construction Engineering and Management**. 143, 2017.
22	YIU, N. S. N. *et al*. Implementation of safety management system in managing construction projects: Benefits and obstacles. **Safety Science**, 117, 23-32, 2019.
23	FUNG, I. W. H.; TAM, V. W. Y. Development of an empirical model for selecting accident prevention measures for construction managers. **International Journal of Construction Management,** v. 13, n. 1, p. 39-51, 2013.
24	CHOE, S.; LEITE, F. Transforming inherent safety risk in the construction Industry: A safety risk generation and control model. **Safety Science**, 124, 2020.
25	MORGADO, L.; SILVA, F. J. G.; FONSECA, L. M. Mapping occupational health and safety management systems in Portugal: outlook for ISO 45001: 2018 adoption. **Procedia Manufacturing**, v. 38, p. 755-764, 2019.

Fonte: Autor (2020).

2.2.2 Análise bibliométrica

Ao encerrar o processo de seleção do Portfólio Bibliográfico, que constitui o fragmento teórico da pesquisa, avançou-se a etapa de análise bibliométrica dos artigos selecionados. Essa bibliometria consiste na aplicação de métodos estatísticos em um conjunto definido de artigos para a gestão da informação e do conhecimento científico do tema de pesquisa (AFONSO *et al*., 2011; ENSSLIN *et al*., 2017). Trata-se de uma análise que procura por padrões ou explicações para comportamentos não estruturados para rastreamento de tendências de pesquisas, identificação de áreas emergentes das ciências, das conexões entre os temas rastreados ou para identificar a frequência em que determinadas publicações são citadas

(DAIM; RUEDA; MARTIN, 2005).

Na análise bibliométrica do portfólio, será considerado: (i) os artigos com maior expressão científica segundo a quantidade de citações; (ii) o grau de relevância dos autores do PB e das referências bibliográficas do portfólio; (iii) a rede de colaboração entre os autores; (iv) a rede de colaboração entre os países de origem das pesquisas; (v) os periódicos científicos que publicaram sobre o tema; (vi) o grau de relevância dos periódicos do PB e das referências bibliográficas do portfólio; (vii) o fator de impacto dos periódicos e (viii) a rede de coocorrências de palavras-chave.

2.2.3 Análise sistêmica

Avaliar um trabalho científico é um processo pedagógico, onde o avaliador se propõe a revisar o manuscrito esperando que suas considerações sejam úteis aos autores, a comunidade científica e a sociedade em geral. Entretanto, para os temas que envolvem a Avaliação de Desempenho, o processo de avaliação é um desafio ainda maior, visto a multiplicidade de variáveis envolvidas, a variedade de técnicas e procedimentos e principalmente devido à ausência de uma definição reconhecida e que congregue as visões dos pesquisadores (ENSSLIN, 2020b).

Desta maneira, cada comunidade científica afiliada a um entendimento e definição do tema, tem condições plenas de realizar a avaliação em uma forma própria e eventualmente distinta. O *ProKnow-C* em sua etapa da Análise Sistêmica objetiva examinar artigos que que se proponham modelar contextos sociais reais para apoiar processos decisórios para seu monitoramento e aperfeiçoamento (ENSSLIN; ENSSLIN; PINTO, 2013; ENSSLIN *et al.*, 2015a; ENSSLIN *et al.*, 2017; ENSSLIN *et al.*, 2018b).

Segundo Ensslin (2020b) a etapa de Análise Sistêmica do *ProKnow-C,* vale-se do conceito (protocolo, visão de mundo, perspectiva) que contemple, em forma exaustiva (teórica e prática), as dimensões requeridas por um instrumento que se proponha realizar a gestão de um contexto específico. Assim, o mesmo autor, identifica que as dimensões requeridas necessitam assegurar que: (i) a ferramenta cientifica utilizada seja apropriada ao uso (tipo de problema) a que se destina (assertividade); (ii) o modelo seja construído especificamente a partir do problema que se propõe gerenciar (singularidade); (iii) as variáveis (critérios) sejam construídas a partir da expansão do conhecimento do decisor e representem seus objetivos (legitimidade); (iv) as escalas para mensurar o desempenho das variáveis para o modelo atendam aos fundamentos científicos (validade); (v) a integração das variáveis atendam aos

fundamentos científicos (validade) e (vi) o modelo permita conhecer o desempenho atual e a criação de ações para seu aperfeiçoamento, isto é apoie a gestão (eficácia, 'fazer as coisas certas').

Com o objetivo de atender e justificar as dimensões requeridas pelo modelo para realizar a gestão de um contexto especifico, o *ProKnow-C* buscou conhecimentos das pesquisas de: Rittel e Webber (1973), Skinner (1986), Keeney (1992), Bana e Costa (1993), Roy (1993), Roy (1994), Micheli e Mari (2014) e Ensslin, Dutra e Ensslin (2000). Com esta visão, o conceito a ser utilizado deverá incorporar em suas partes constituintes as preocupações que originaram os alertas formulados por:

- Rittel e Webber (1973); "dilemas da escolha do caminho a seguir";
- Skinner (1986); "cada ambiente é único";
- Roy (1993), e Roy (1995); "os limites do conhecimento";
- Keeney (1992); "o que importa são os valores";
- Bana e Costa (1993); "a interprenetabilidade das características das ações com os objetivos dos atores";
- Landry (1995); "singularidade dos contextos";
- Micheli e Mari, (2014); "as escalas devem estar cientificamente fundamentadas";
- Ensslin, Dutra e Ensslin (2000) "Legitimidade e Validade".

Com este entendimento, da visão sócio pedagógica utilizada pelo *ProKnow-C* e da perspectiva construtivista de Roy (1993), Laundry (1995) e Bana e Costa *et al.,* (1999), apresenta-se como processo para avaliar manuscritos (Análise Sistêmica) na área de gestão a definição de Avaliação de Desempenho como proposto por Ensslin, Ensslin e Dutra, (2009).

A Avaliação de Desempenho (1) é o processo em harmonia com seu uso, para construir conhecimento no decisor (2), a respeito do contexto específico (2) que se propõe avaliar, a partir da percepção do próprio decisor por meio de atividades que identificam (3), organizam, mensuram (4) ordinalmente e cardinalmente, e sua integração (5) e os meios para visualizar (6) o impacto das ações e seu gerenciamento (6) (ENSSLIN; ENSSLIN; DUTRA, 2009).

Para melhor compreender as partes ou áreas de conhecimentos (lentes) que constituem o conceito (protocolo, visão de mundo, perspectiva), utilizado para analisar o grau de plenitude de atendimento do processo de construção de um modelo para um contexto decisório, necessita-se conhecer o que cada lente busca verificar no processo de construção do modelo em um artigo científico, conforme ilustrado na Quadro 3.

Quadro 3 - O que cada lente busca verificar no processo de modelagem

#	Lente	O que busca verificar?
1	Abordagem	Harmoniza, abordagem e Tipo de Problema (aplicação)?
2	Singularidade	Reconhece que o problema é único? (Atores, Contexto/Ambiente)?
3	Processo de Identificar	Utiliza processo para identificar os critérios/objetivos a partir daquele ator (es) a quem o modelo se destina decisor (es)?
4	Mensuração	As escalas (Nominais, ordinais, de intervalo, razão) utilizadas atendem aos Fundamentos da Teoria da Mensuração quanto a: 1º. Objetividade, exatidão e precisão (Ordinalidade); 2º. As Escalas possuem o grau de informação requerido para as operações a que se destinam (Cardinalidade).
5	Integração	A determinação das constantes de integração é realizada a partir de intervalos pré-estabelecidos nas escalas.
6	Gestão	O conhecimento gerado permite conhecer o perfil atual, suas potencialidades e vulnerabilidades e a partir destas informações gerar ações de aperfeiçoamento?

Fonte: Ensslin, Ensslin e Dutra (2009).

Já, o Quadro 4 apresenta o esclarecimento de forma mais ampla acerca do que as Lentes procuram assegurar quando de seu uso na Análise Sistêmica.

Quadro 4 - O que cada lente busca assegurar no processo de modelagem

#	Lente	A lente visa assegurar que ...
1	Abordagem	A ferramenta cientifica utilizada seja apropriada ao uso a que se destina, isto é, seja assertiva;
2	Singularidade	O modelo seja construído a partir do problema que se propõe gerenciar, isto é, seja singular ao contexto que se propõe apoiar; isto é, tenha em conta suas singularidades;
3	Processo de Identificar	As variáveis (critérios) construídos a partir da expansão do conhecimento do decisor representem seus objetivos; isto é o modelo tenha legitimidade;
4	Mensuração	As escalas para mensurar o desempenho das variáveis para o modelo atendam aos fundamentos científicos, isto é, tenham validade científica;
5	Integração	A integração das variáveis atenda aos fundamentos científicos, isto é, tenham validade científica;
6	Gestão	O modelo permita conhecer o desempenho atual e a criação de ações para seu aperfeiçoamento, isto é, seja **eficácia, "oriente para fazer as coisas certas**".

Fonte: Ensslin, Ensslin e Dutra (2009).

E para embasar cientificamente a pesquisa, necessita-se identificar as fontes (quem informa que este conhecimento necessita ser tido em conta no processo de modelagem de

contextos sociais) dos argumentos utilizados pelas Lentes do *ProKnow-C,* os quais são ilustrados no Quadro 5.

Quadro 5 - Fundamentos científicos das lentes do ProKnow-C

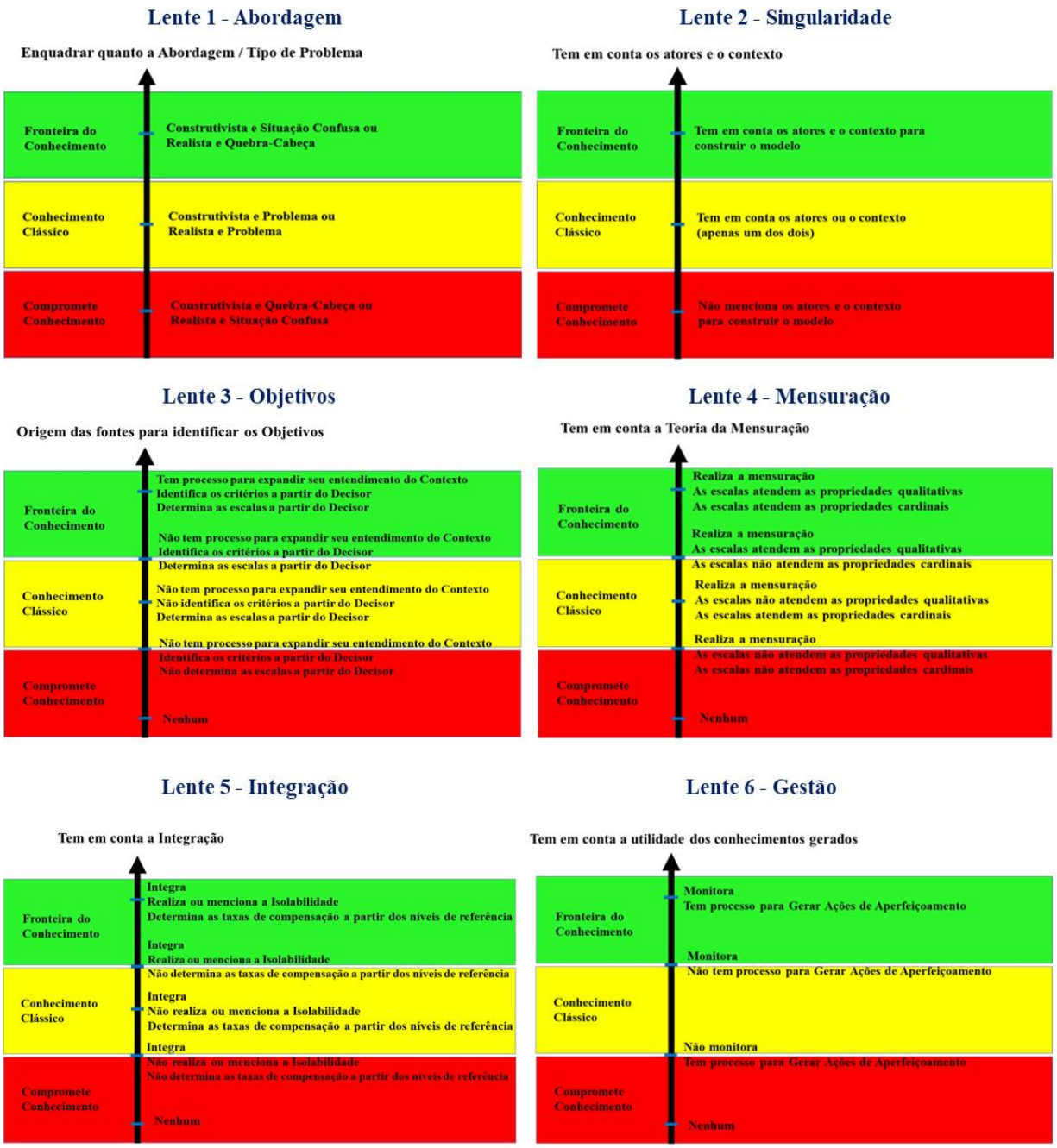
#	Lente	Para atender as preocupações de:
1	Abordagem	Rittel e Webber (1973); "dilemas da escolha do caminho a seguir"; Roy (1993); "as características do problema orientam a escolha da abordagem".
2	Singularidade	Skinner (1986); "cada ambiente é único"; Landry (1995); "singularidade dos contextos"; Bana e Costa (1993); "a interprenetabilidade das características das ações com os objetivos dos atores".
3	Processo de Identificar	Landry (1995); "singularidade dos contextos"; Roy (1993), e Roy (1995); "os limites do conhecimento"; Ensslin *et al.,* (2020); "Legitimidade e Validade".
4	Mensuração	Keeney (1992); "o que importa são os valores"; Micheli & Mari, (2014); "as escalas devem estar cientificamente fundamentadas"; Bana e Costa (1993); "a interprenetabilidade das características das ações com os objetivos dos atores"; Ensslin *et al.,* (2020); "Legitimidade e Validade".
5	Integração	Keeney (1992); "o que importa são os valores"; Micheli & Mari, (2014); "as escalas devem estar cientificamente fundamentadas"; Ensslin *et al.,* (2020); Legitimidade e Validade.
6	Gestão	Keeney (1992); "o que importa são os valores"; Roy (1993), e Roy (1995); "os limites do conhecimento".

Fonte: Ensslin, Ensslin e Dutra (2009).

A partir destes conhecimentos, consegue-se assegurar que os elementos constituintes do conceito (protocolo, perspectiva, visão de mundo), definido por Ensslin, Ensslin e Dutra, (2009) e empregada pelo *ProKnow-C,* traduzem de maneira exaustiva as preocupações teóricas e práticas que necessitam ser observados quando da construção de um modelo de apoio à decisão, além de estar fundamentadas em trabalhos científicos de reconhecidos (ENSSLIN, 2020b).

Com este entendimento, pode-se identificar os atributos e ordená-los de acordo com sua contribuição para o alcance do objetivo da lente e assim, formar uma escala para mensurar seu alcance, conforme ilustrado na Figura 10.

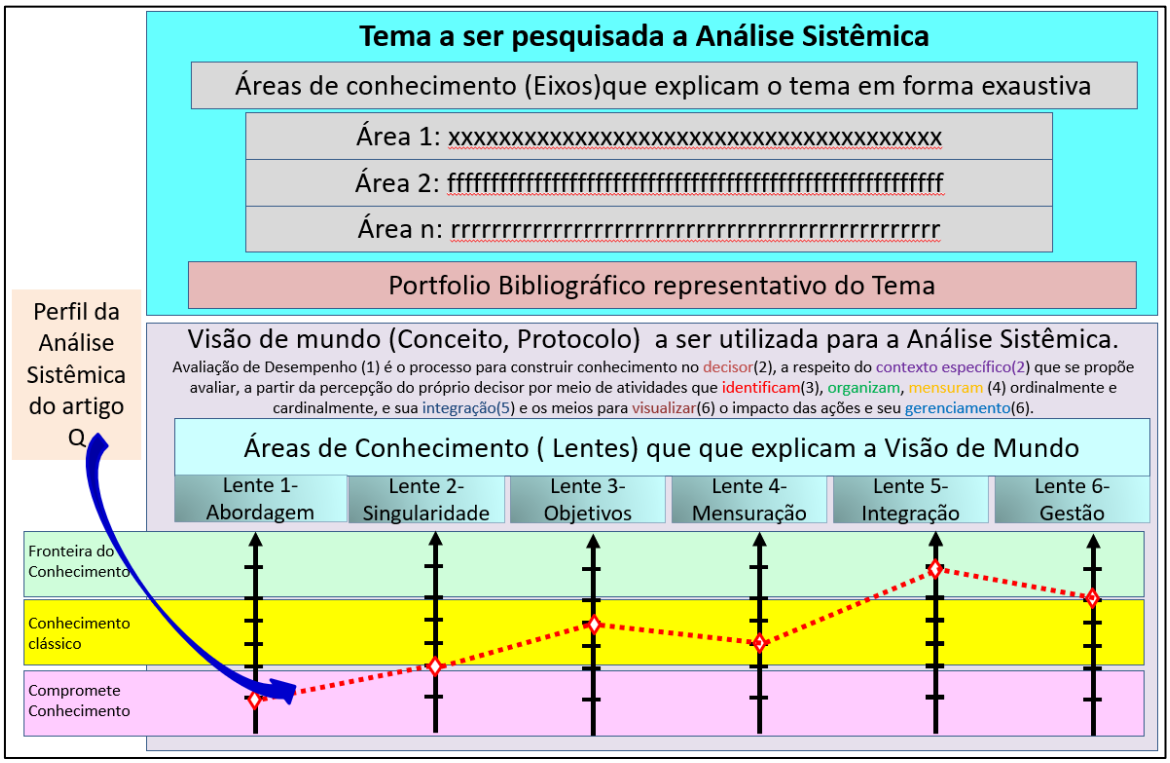
Figura 10 - Escalas para Mensurar Grau de Atendimento de cada Lente do *ProKnow-C*



Fonte: Ensslin (2020b)

Uma vez estabelecidas as escalas ordinais de mensuração do alcance das lentes (áreas de conhecimento) e com as leituras de cada artigo do Portfólio Bibliográfico, a Análise Sistêmica pode ser desenvolvida. Em síntese, o processo completo da análise sistêmica conforme protocolo do *ProKnow-C*, pode ser observado na Figura 11 - Esquema gráfico do processo de análise sistêmica proposto pelo *ProKnow-C*.

Figura 11 - Esquema gráfico do processo de análise sistêmica proposto pelo *ProKnow-C*



Fonte: Ensslin (2020b)

Esta concepção da Análise Sistêmica retrata a terceira etapa da metodologia proposta pelo *ProKnow-C* para construir conhecimento a partir do fragmento da literatura acerca do tema proposto. Com esse conhecimento, pode-se agora examinar as Lentes (Áreas de Conhecimento, dimensões, partes) que contemplam a definição do conceito (Protocolo) conforme proposto pelo *ProKnow-C.*

2.2.4 Mapa da literatura

A aplicação do Mapa de Literatura objetiva revisar os estudos do portfólio representativo do tema Gestão de Riscos de Acidentes de Trabalho na Indústria da Construção Civil visando encontrar temas padrões nas publicações analisadas e, com esses padrões, identificar os tópicos utilizados para seu estudo e quais tópicos ainda não estão contemplados com pesquisa e que, como tal, são recomendadas pesquisas adicionais.

O processo para determinar os temas recorrentes nos artigos do Portfólio foi feito, em um primeiro momento, utilizando o *software EndNote X9* para definir as palavras-chave e sua frequência de ocorrência por artigo e no Portfólio integral. A seguir, foi utilizado o *software VOSviewer* que permitiu analisar as palavras-chave por título e as redes de artigos do Portfólio associadas a cada palavra-chave. A conjunção dessas duas informações permitiu conhecer os

quatro principais termos recorrentes. Valendo-se da Lei de Zipf (VANTI, 2002), esses termos foram denominados temas, perspectivas ou áreas estratégicas. A seguir, foram identificados os artigos onde esses temas ocorriam com maior frequência. Para cada tema, perspectiva ou área estratégica, repetiu-se o processo para determinar quais os termos a ela associados mais presentes. Foram identificados 18 termos que foram denominados tópicos, e, em continuação, foram identificados os artigos que os utilizavam.

Com a identificação e estratificação dos quatro temas, perspectivas ou áreas estratégicas do tema representado pelo Portfólio e seus tópicos, foi feita uma nova leitura dos artigos visando esclarecer para cada tema/perspectiva o que os autores manifestam conhecer e o que ainda necessita ser pesquisado.

Assim o mapa da literatura evidencia as potencialidades e lacunas de conhecimento para o tema Gestão de Riscos de Acidentes de Trabalho na Indústria da Construção Civil, como percebido pelos pesquisadores e representado pelos 25 artigos do PB apresentados

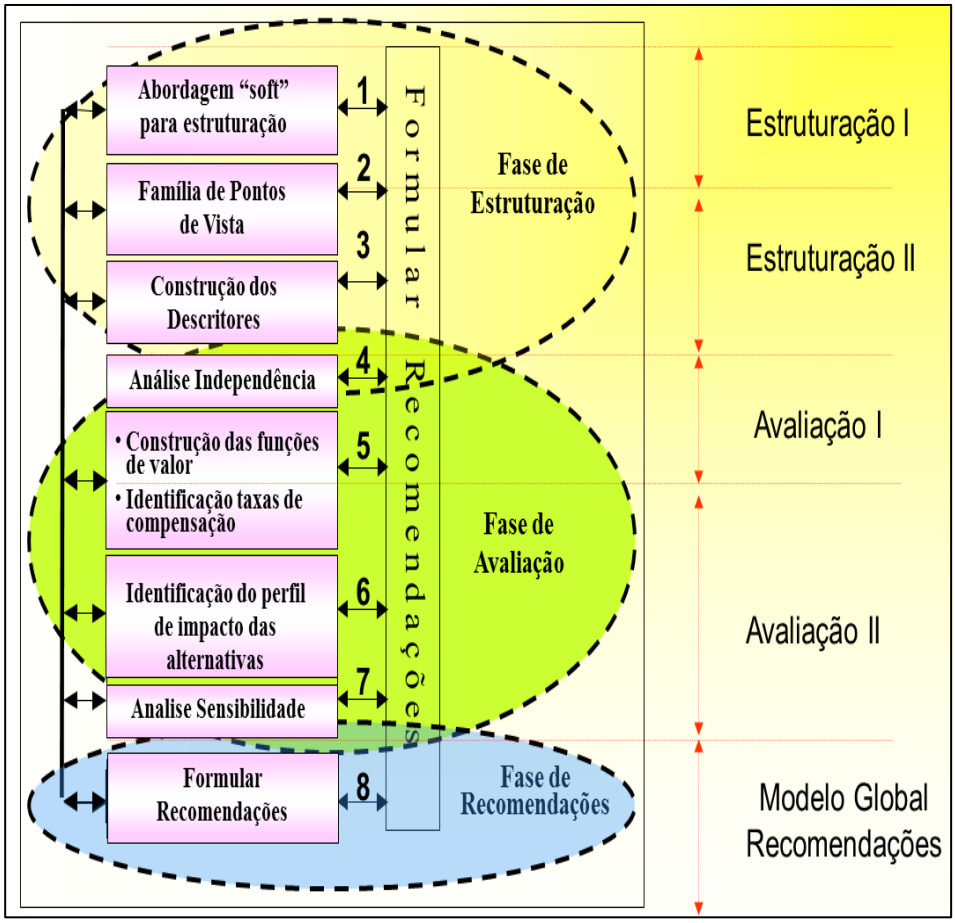
2.2.5 Pergunta de pesquisa

Com o conhecimento do fragmento de literatura do tema representado pelo Portfólio Bibliográfico por meio da execução das etapas de Seleção do Portfólio Bibliográfico, Análise Bibliométrica e Análise Sistêmica, tem-se material suficiente para o pesquisador reconhecer as lacunas e oportunidades de pesquisa para o referido tema. Deste modo, estabelece-se a pergunta de pesquisa que norteará o estudo e as condições para a continuidade da construção do modelo multicritério construtivista, que terá seu instrumento de intervenção apresentado na próxima seção.

2.3 INTRUMENTO DE INTERVENÇÃO PARA CONSTRUÇÃO DO MODELO MULTICRITÉRIO CONSTRUTIVISTA (MCDA-C)

O modelo construído teve por base a Metodologia Multicritério de Apoio à Decisão Construtivista (MCDA-C) e sua operacionalização executada de acordo as fases demonstradas na Figura 12, como proposto por Ensslin, Dutra e Ensslin (2000). O instrumento de intervenção escolhido se deve a sua vocação em lidar de forma singular com problemas que demandam estruturação, avaliação e recomendação para monitorar e aperfeiçoar ambientes decisórios (BANA E COSTA *et al*., 1999; RITTEL; WEBBER, 1973).

Figura 12 - Fases da Metodologia Multicritério de Apoio à Decisão Construtivista (MCDA-C)



Fonte: Ensslin, Dutra e Ensslin (2000, p. 81).

Segundo Ensslin (2019) a primeira etapa da metodologia MCDA-C consiste na estruturação do problema, com a caracterização da situação, ou seja, a contextualização do problema, realizada com a identificação dos atores prosseguindo com a descrição do contexto decisório. A seguir para esclarecer o problema e seus resultados é realizado um sumário do projeto a ser pesquisado formado por cinco frases: (1) Qual o problema; (2) Qual a importância do problema; (3) Como se propõe a resolvê-lo; (4) Qual o instrumento de pesquisa que se propõe utilizar; (5) O que espera alcançar ao final do trabalho (ENSSLIN, 2019; ENSSLIN *et al.*, 2020b). Este processo é repetido tantas vezes quantas necessárias até que o decisor esteja de acordo com o entendimento que está sendo proposto.

Em continuação a MCDA-C inicia a identificação do Elementos Primários de Avaliação (EPAs), seguindo-se sua transformação em conceitos orientados para a ação e o agrupamento deste em Áreas de Preocupação. Os conhecimentos até então construídos são então apresentados em uma Estrutura Hierárquica ou Árvore de Pontos de Vista, constituída pelo:

Rótulo; Áreas de Preocupação; Conceito orientado para a ação representando a área; e os conceitos que lhe deram origem (ENSSLIN *et al*., 2010; ENSSLIN *et al.*, 2018a)

O processo de elaboração da árvore de pontos de vista, assim como, a determinação dos pontos de vista considerados fundamentais são duas atividades de especial importância no processo de estruturação do problema, pois é a partir desta estrutura arborescente que vai ser possível avaliar o conjunto de ações potenciais. Um ponto de vista representa todo e qualquer aspecto da realidade decisional que os atores entendem como importante para a construção do modelo de avaliação (ENSSLIN; DUTRA; ENSSLIN, 2000; ENSSLIN *et al.*, 2017)

Este aspecto agrupa elementos primários, sejam eles características das ações ou valores dos atores, ou ambos de uma forma indissociável na formação das preferências desses atores. Logo, os valores dos atores deverão estar traduzidos nos seus pontos de vista. Mas, para que seja possível, proceder à avaliação das ações potenciais é preciso que estes pontos de vista sejam clarificados, tornados operacionais e encontradas as suas interligações e incompatibilidades, pelo que se impõe proceder à sua estruturação que neste caso será denominada uma estruturação por pontos de vista (ENSSLIN, MONTIBELLER NETO, NORONHA; 2001; ENSSLIN, 2019).

Um ponto de vista fundamental (PVF) é um fim em si mesmo, ou seja, quando o decisor afirma que o ponto de vista é importante, é porque reflete um valor relevante, e, assim, indica que este ponto de vista é fundamental. Já uma família de pontos de vista fundamentais é o conjunto formado por estes pontos de vista e que respeitam as propriedades: Consensualidade, Inteligibilidade; Concisão; Exaustividade; Monotonicidade; e Não-Redundância. (ENSSLIN, MONTIBELLER NETO, NORONHA; 2001).

Sempre que as Áreas de Preocupação no agrupamento atenderem as propriedades dizemos que estamos frente a uma família de pontos de vista fundamentais. Neste caso cada Área de Preocupação passa a denominar-se PVF. (ENSSLIN *et al.*, 2010; ENSSLIN, MONTIBELLER NETO, NORONHA; 2001). A seguir a metodologia MCDA-C necessita operacionalizar estes PVFs o que é realizado via as quatro etapas: (1) Construção de Mapas Cognitivos; (2) Identificação dos *Clusters* (Pontos de Vista Elementares - PVEs); (3) Construção da Estrutura Hierárquica de Valor; (4) Construção das escalas de mensuração ou descritores; (5) Definição dos níveis de referência e Status Quo e Meta. Esta imagem, na forma de uma Estrutura Hierárquica de Valor operacionalizada por escalas ordinais, representando as características das ações e os valores dos decisor reflete o conhecimento qualitativo do contexto que o decisor deseja modelar. (ENSSLIN; MONTIBELLER NETO; NORONHA, 2001; ENSSLIN *et al*., 2015b; ENSSLIN *et al.*, 2020b; ENSSLIN *et al*., 2020a).

De acordo com Ensslin, Montibeller Neto e Noronha (2001), estando estruturado o modelo, é possível utilizá-lo para entender a performance das ações e, se necessário, gerar novas e melhores alternativas. A fase seguinte, da metodologia MCDA-C é a de avaliação, consiste, na construção do modelo matemático multicritério, de modo a possibilitar a avaliação cardinal das ações potenciais e apresentar ao decisor um maior número de subsídios para efetuar sua decisão. Para tanto, as escalas ordinais (qualitativas), anteriormente elaboradas na fase de estruturação, são transformadas em escalas cardinais (quantitativas) (ENSSLIN *et al.,* 2010; LONGARAY *et al*., 2019; SILVEIRA, 2018).

Ao concluir a etapa de estruturação, a metodologia MCDA-C terá construído um modelo qualitativo contendo os aspectos julgados pelo decisor como necessários e suficientes para avaliar o contexto, apresentando nesta etapa escalas ordinais denominadas descritores (ENSSLIN, 2020a). O conhecimento gerado nesta etapa permite em forma ordinal conhecer o desempenho de cada um dos aspectos julgados pelo decisor como essenciais para o contexto bem como uma avaliação absoluta de sua performance, podendo inclusive ter as informações necessárias para gerar ações de melhoria pensando em cada aspecto essencial em forma isolada (ENSSLIN *et al.*, 2017; ENSSLIN, 2020a).

Para expandir o conhecimento e ter uma visão global do desempenho do contexto é necessário transformar as escalas ordinais (descritores) em escalas cardinais (critérios) e integrá-los (ENSSLIN, 2020a). Esta etapa a MCDA-C denomina avaliação. Para realizar a transformação das escalas ordinais em cardinais é também fundamental a participação do decisor para fornecer informações que em sua percepção representem a intensidade da diferença de atratividade entre os níveis das escalas ordinais, para construir os critérios ou funções de valor (ENSSLIN; DUTRA; ENSSLIN, 2000). Para integrar os critérios o decisor necessita fornecer a diferença de atratividade entre os níveis de referência de cada critério para construir as taxas de compensação (ENSSLIN *et al.,* 2015b).

Nesse sentido, a etapa de avaliação, ao permitir mensurar cardinalmente o desempenho de cada critério e o desempenho global, possibilita a utilização da informação para avaliar conjuntos parciais ou totais de critérios e, assim, apoiar o processo de gestão ao permitir visualizar gráfica e numericamente a performance dos objetivos: operacionais (critérios); táticos (PVEs); estratégicos (PVFs) e o global (SILVEIRA, 2018).

Uma vez concluídas as etapas de Estruturação e Avaliação o decisor terá no modelo construído um instrumento a orientar-lhe quanto à evidenciação dos aspectos por ele considerados como essências para a gestão do contexto, permitindo-lhe visualizar em cada

aspecto o que lhe falta para alcançar a meta (ENSSLIN; DUTRA; ENSSLIN, 2000; ENSSLIN; MONTIBELLER NETO; NORONHA, 2001).

É então que tem início a terceira etapa da MCDA-C ao desenvolver estratégias (conjuntos de ações) que lhe permitam alcançar a meta ou mesmo superá-las (ENSSLIN *et al.*, 2018b). Portanto, a terceira fase que consiste na etapa de recomendações, serve de apoio ao decisor para identificação de ações que contribuam para melhorar o desempenho do objeto avaliado, além de evidenciar o impacto das consequências resultantes da implementação de cada ação nos objetivos estratégicos do decisor (ENSSLIN *et al.*, 2010; SILVEIRA, 2018).

Os detalhamentos da operacionalização das fases da MCDA-C serão demonstrados na seção de resultados 4.2 Construção do modelo para apoiar gestão de riscos de acidentes de trabalho em uma indústria de construção de pré-fabricados em concreto.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

A realização de uma investigação pressupõe conhecer o que já foi publicado sobre o tema, com isso, contribuir para o avanço da área por meio da sinalização de lacunas e pesquisas que atenderiam a esses *gaps*. Para Triviños (1987) o referencial teórico tem como propósito alicerçar a pesquisa por meio das descobertas de outros investigadores no tema, além de estabelecer uma referência para comparativos de resultados (CRESWELL, 2010).

Assim, o passo inicial para compreensão científica de um tema é resgatar um conjunto de artigos, denominado Portfólio Bibliográfico (PB), alinhados ao assunto e analisá-los. Dada a importância do PB, para efeito deste trabalho, buscou-se os artigos mais representativos para o fragmento do tema Gestão de Riscos de Acidentes de Trabalho na Indústria da Construção Civil, segundo a percepção e delimitações do pesquisador. Ademais, a pesquisa é orientada sob o enfoque da avaliação de desempenho, em razão da correlação e do aprofundamento que oportuniza ao tema abordado.

Para tanto, esta seção apresentará o referencial teórico subdividido nos seguintes temas centrais da pesquisa: gestão de riscos de acidentes de trabalho e avaliação de desempenho

3.1 GESTÃO DE RISCOS DE ACIDENTES DE TRABALHO

O risco de acidente de trabalho é geralmente definido como a gravidade de um evento combinado com a probabilidade desse evento ocorrer (GUO *et al*., 2017). Apesar de muito esforço para evitá-los, acidentes ainda ocorrem. Se projetarmos um sistema seguro, ou seja, eliminar ou controlar adequadamente ou mitigar todos os perigos e nada mudar, então não devemos ter acidentes. O problema é que nenhuma dessas condições é geralmente verdadeira na prática (LEVESON, 2015).

Com a intenção de mitigar as condições de perigo e reduzir os acidentes de trabalho, a partir da década de 1970 foram concebidos os primeiros modelos de sistemas de gestão de riscos nas organizações (YIU *et al.*, 2019). Para Choe e Leite (2020), estes modelos colaboram para melhorar a avaliação e compreensão dos motivos que causam os acidentes. Atualmente, vem gradualmente se tornando o tema principal para a ciência da segurança (LI; GULDENMUND, 2018).

A visão contemporânea sobre segurança enfatiza que as organizações devem ser capazes de avaliar e gerenciar proativamente a segurança de suas atividades. O desafio é ser capaz de antecipar vulnerabilidades em vez de meramente reagir a elas quando ocorrem (REIMAN;

PIETIKÄINEN, 2012; FUNG; TAM, 2013). Além disto, há uma necessidade crescente nas organizações de alcançar e demonstrar um forte desempenho na área de segurança do trabalho, inclusive monitorando os riscos ocupacionais (SOUSA; ALMEIDA; DIAS, 2014). Para tanto, geralmente adotam o sistema de gestão de riscos de acidentes de trabalho em uma tentativa de alcançar a excelência do desempenho (WACHTER; YORIO, 2014).

A gestão de riscos de acidentes de trabalho refere-se às práticas e atividades associadas à permanência segura no ambiente laboral. É geralmente considerado como um subsistema da gestão organizacional total e é realizado por meio do sistema de segurança da organização com a ajuda de várias práticas de gestão de segurança (VINODKUMAR; BHASI, 2010). Seu propósito é implementar procedimentos de gestão, elementos e atividades que visam melhorar o desempenho de segurança dentro de uma organização (LI; GULDENMUND, 2018). O desempenho em segurança é incrementado à medida que o número de práticas de segurança é aumentado (FERNÁNDEZ-MUÑIZ; MONTES-PEÓN; VÁZQUEZ-ORDÁS, 2012; HINZE; HALLOWELL; BAUD, 2013.)

Segundo Wachter e Yorio (2014) consiste na fusão de programas, processos, políticas e procedimentos para os quais existe uma função formal de supervisionar o seu desenvolvimento, implementação e administração contínua. Eles são normalmente codificados por escrito e emitidos como documentos aprovados que especificam as funções, papéis e responsabilidades dos atores quanto as práticas de segurança do trabalho que compõem este sistema.

Para Fernández-Muñiz, Montes-Peon e Váquez-Ordás (2012), trata-se da análise que abrange a identificação de riscos, avaliação de riscos, controle de riscos e transferência de riscos. Assim, pode-se considerar que a gestão proativa de riscos é integrada pelas seguintes dimensões: (i) planejamento preventivo; (ii) monitoramento ativo; (iii) comunicação e transferência de informações sobre o local de trabalho e (iv) treinamento e desenvolvimento das competências das pessoas.

Ressalta-se que quando uma organização direciona suas ações objetivando a redução de acidentes de trabalho, ela está visando à qualidade de vida do seu maior capital, as pessoas, e assim, a empresa cria um diferencial competitivo levando ao aumento de sua produtividade e redução de perdas, em consequência, potencializando seus resultados econômicos e financeiros (VINODKUMAR; BHASI, 2010; FERNÁNDEZ-MUÑIZ; MONTES-PEÓN; VÁZQUEZ-ORDÁS, 2012; SOUSA; ALMEIDA; DIAS, 2015; YIU *et al.*, 2019).

Neste contexto, a partir da leitura dos artigos do Portfólio Bibliográfico pôde ser identificado uma série de temas explorados pelas pesquisas que envolvem a gestão de riscos de acidentes de trabalho. Estes temas são apresentados no Quadro 6.

Quadro 6 - Temas explorados nos artigos do portfólio bibliográfico - PB

#	Artigo	Tema explorado
1	(VINODKUMAR; BHASI, 2010)	Pesquisas empíricas que focam nas práticas de segurança do trabalho como instrumento de redução de acidentes.
2	(WACHTER; YORIO, 2014)	
3	(CHENG; RYAN; KELLY, 2012)	
4	(HINZE; HALLOWELL; BAUD, 2013)	
5	(HINZE; THURMAN; WEHLE, 2013)	Pesquisas empíricas que sugerem a aplicação de indicadores de monitoramento do desempenho da segurança do trabalho.
6	(LEVESON, 2015)	
7	(PODGÓRSKI, 2015)	
8	(GUO *et al*., 2017)	
9	(FUNG *et al*, 2010)	Pesquisas empíricas que propõe novas abordagens para gestão de riscos de acidentes de trabalho.
10	(LI *et al*., 2015)	
11	(ILBAHAR *et al*., 2018)	
12	(CHI; HAN, 2013)	
13	(SOUSA; ALMEIDA; DIAS, 2015)	
14	(FUNG; LO; TUNG, 2012)	
15	(CHOE; LEITE, 2020)	Pesquisas empíricas que apresentam os benefícios da implementação da gestão de segurança do trabalho nas organizações.
16	(FERNÁNDEZ-MUÑIZ; MONTES-PEÓN; VÁZQUEZ-ORDÁS, 2012)	
17	(YIU *et al*., 2019)	
18	(MORGADO; SILVA; FONSECA, 2019)	
19	(FERNÁNDEZ-MUÑIZ; MONTES-PEÓN; VÁZQUEZ-ORDÁS, 2014)	Pesquisas empíricas que centralizam os resultados da segurança do trabalho a partir das características da Liderança.
20	(FUNG; TAM, 2013)	
21	(KHAN; RATHNAYAKA; AHMED, 2015)	Pesquisas teóricas que abordam temas relacionados a gestão de riscos de acidentes de trabalho.
22	(LI; GULDENMUND, 2018)	
23	(REIMAN; PIETIKÄINEN, 2012)	
24	(SOUSA; ALMEIDA; DIAS, 2014)	
25	(SWUSTE *et al*., 2016)	

Fonte: Autor (2020).

Vinodkumar e Bhasi (2010) propõe a construção de um modelo que estabelece a unidimensionalidade e a confiabilidade dos sistemas de segurança com o objetivo de investigar os efeitos diretos e mediadores de conhecimento e motivação sobre segurança nas relações entre as práticas de gerenciamento de segurança e comportamento de segurança. Para isso, o modelo mediu as percepções dos funcionários sobre seis práticas de gestão de segurança e conhecimentos de segurança: (i) compromisso da gestão, (ii) treinamento em segurança, (iii) envolvimento dos trabalhadores, (iv) comunicação e feedback de segurança, (v) regras e procedimentos de segurança e (vi) políticas de promoção de segurança.

Dentre os principais achados da pesquisa, destacam-se (i) a demonstração da validade e a confiabilidade das práticas percebidas de gestão da segurança; (i) as relações diretas e indiretas das práticas de gestão de segurança com o desempenho da segurança; (iii) o conhecimento em segurança e a motivação foram os principais mediadores na explicação dessa relação; (iv) os treinamentos de segurança foram identificados como a mais importante prática de segurança como motivador ao funcionário (VINODKUMAR; BHASI, 2010).

Wachter e Yorio (2014) refletem em torno de um sistema de práticas de gestão de segurança e a sua relação com as estatísticas de desempenho de segurança, tais como taxas de acidentes, ademais, examinam como essas práticas de trabalho influenciam o atingimento dos resultados positivos de segurança por meio do engajamento do trabalhador.

Como resultado da pesquisa, identificaram as correlações significativas entre as práticas de gestão estudas nos níveis de engajamento do trabalhador e nos resultados de desempenho de segurança, principalmente pelo engajamento. Afirmam que para se ter um sistema equilibrado e abrangente para gerenciar a segurança, faz-se necessário um processo participativo dos funcionários na solução de problemas. Ressaltam que cada pratica é importante para redução de acidentes e que os resultados indicam que a eficácia de um sistema de gestão da segurança depende dos níveis de envolvimento cognitivo e emocional dos trabalhadores, centrados na segurança (WACHTER; YORIO, 2014).

No estudo de Cheng, Ryan e Kelly (2012), exploram quais as categorias das práticas de gestão de segurança são consideradas importantes para projetos na industria da construção, além de perscrutar quais práticas estão significativamente relacionadas ao desempenho do projeto. Os resultados da pesquisa indicam que as categorias ‘informações’ e ‘comitês’ estiveram associadas ao desempenho do projeto de forma positiva e significativa. Uma das principais conclusões do estudo é que a indústria da construção tem prestado relativamente menos atenção aos comitês de gestão de segurança e que para melhorar o desempenho dos projetos, as construtoras devem promover a criticidade dos comitês de gestão de segurança

(CHENG; RYAN; KELLY, 2012).

Hinze, Hallowell e Baud (2013) discutem quais são as práticas para melhorar o desempenho de segurança a partir de uma lista abrangente de estratégias de segurança implementadas por empresas líderes do setor da construção no EUA. Desta forma, concluíram que (i) as estatísticas de lesões na indústria da construção mostram que a performance da segurança melhorou constantemente nas últimas décadas; (ii) o desempenho em segurança é incrementado a medida que o número de práticas de segurança é aumentado; (iii) as práticas que diferenciam o desempenho de segurança são: os programas de observação do trabalhador, pesquisas de percepção de segurança do trabalhador, acompanhamento de lesões de primeiros socorros, envolvimento do supervisor na formulação de políticas, envolvimento do proprietário em segurança, treinamento de segurança específico do local para os gestores e pessoal de segurança adequado (HINZE; HALLOWELL; BAUD, 2013).

O emprego do gerenciamento de segurança do trabalho por meio da utilização dos principais indicadores da construção foi o escopo do trabalho de Hinze, Thurman e Wehle (2013). Neste estudo, analisou-se os principais indicadores que estavam sendo empregados por uma grande construtora em 14 projetos no EUA por meio das observações dos trabalhadores baseadas em auditorias no canteiro de obras. Os principais achados foram acerca da importância de considerar o uso de indicadores proativos além dos tradicionais, caso seja a intenção da empresa de construção adotar uma filosofia de ‘acidente zero’ (HINZE; THURMAN; WEHLE, 2013). Outro ponto de destaque concluído foi quer se as empresas utilizarem somente indicadores reativos, o programa de segurança do trabalho não sofre alterações até ocorrer um acidente (HINZE; THURMAN; WEHLE, 2013).

Já, Levenson (2015), propõe uma abordagem alternativa para identificar e monitorar os indicadores de segurança e fornecer orientação na concepção de uma estrutura de gerenciamento de riscos para usar esses indicadores de forma eficaz. Para tal, empregou um novo modelo de causalidade de acidentes denominado STAMP (S*ystem Theoretic Accident Model and Processes*). O STAMP estende aos modelos atuais de causalidade de acidentes para incluir causas mais complexas do que simplesmente falhas de componentes e cadeias de eventos de falha. Ele incorpora princípios básicos do pensamento de sistemas ao se basear na teoria dos sistemas em vez da teoria da confiabilidade tradicional.

O resultado da pesquisa com a implantação do modelo proposto é a redução dos vieses heurísticos conhecidos e comuns que levam à avaliação da falha do risco. Embora os vieses nunca possam ser completamente eliminados, eles podem ser reduzidos concentrando-se na plausibilidade (vulnerabilidade) em vez de probabilidade, usando um processo estruturado para

avaliar riscos, especificando respostas necessárias a premissas fracassadas, empregando análises e identificando mecanismos causais através de um processo estruturado antes de tomar decisões relacionadas ao risco (LEVESON, 2015).

A aplicação de um método baseado em AHP para priorização e seleção dos principais indicadores que medem o desempenho operacional da segurança do trabalho é o norte dos estudos de Podgórski (2015). Nele, elenca uma lista inicial de indicadores, elaborados com base em uma revisão da literatura e experiência do próprio autor. Os indicadores relevantes foram atribuídos a componentes individuais do sistema (emprego do método AHP) a fim de obter um conjunto relativamente pequeno de indicadores que permitiu um método, segundo o autor, melhor e com maior facilidade para medir o desempenho operacional da segurança, com foco na detecção precoce de quaisquer irregularidades e falhas no sistema, assim, permitindo que os gestores respondam de forma mais eficaz aos indícios anteriores de irregularidade. (PODGÓRSKI, 2015).

Guo *et al*., (2017) desenvolve um modelo teórico que conceitua o nível de segurança e facilita a concepção dos principais indicadores na indústria da construção. Com isso, propôs a elaboração do PSP ‘modelo de prática de estado de pressão do nível de segurança’ para o desenvolvimento de indicadores proativos de segurança. Dentre os achados da pesquisa, destaca-se o desenvolvimento do modelo a partir de um processo sistemático que consiste em conceituação, operacionalização, geração de indicadores, validação, revisão e que tenha processo que permita indicar as fraquezas e pontos fortes do estado de segurança possibilitando corresponder aos resultados reais de segurança. Ademais, afirma que o papel dos principais indicadores é gerar previsão, motivar as pessoas a trabalhar em segurança, contribuir para corrigir problemas de segurança e manter um alto padrão de segurança (GUO *et al*., 2017).

Os problemas atuais enfrentados pela segurança do trabalho na indústria da construção em diferentes canteiros de obras em Hong Kong é o escopo do trabalho de Fung *et al.*, (2010). No estudo, propõe o desenvolvento um um modelo de avaliação de risco (RAM) para ajudar a decisão dos profissionais de segurança na gestão. O modelo proposto demonstra ser uma ferramenta de avaliação de risco eficiente para promover prioridades de prevenção de lesões ocupacionais para trabalhadores de diferentes negócios.

Além do mais, a pesquisa evidencia que para melhorar o desempenho de segurança da indústria da construção civil, os profissionais de segurança devem garantir o gerenciamento de segurança no local e buscar de forma contínua o ampliar seus conhecimentos sobre os riscos de acidentes. Para alcançar uma boa prática de trabalho, deve-se buscar uma comunicação eficaz com os trabalhadores. Instruções de segurança eficazes devem ser fornecidas aos trabalhadores

e a conscientização sobre a segurança deve ser aumentada. Todos os trabalhadores devem estar cientes dos riscos do trabalho (FUNG *et al*., 2010).

Li *et al*., (2015) propõe a construção de um modelo de gestão baseado na extensão da abordagem BBS (Segurança Baseada em Comportamento), denominado de PBBS (Segurança Baseada em Comportamento Proativo), para melhorar a segurança da construção. O método integra a teoria do BBS com a tecnologia do Sistema Proativo de Gestão da Construção (PCMS) aplicado em um canteiro de obras de Hong Kong.

Os principais achados da pesquisa foram: (i) a medição do desempenho de segurança combinando métodos qualitativos (gerenciamento BBS) e quantitativos (observação de comportamento baseado em localização (PCMS); (ii) o fornecimento de avisos em tempo real e análise pós-tempo real para treinamento de segurança; (iii) a simplificação da equipe de gerenciamento de segurança e redução da sobrecarga de gerenciamento de segurança e melhorar a eficácia da gestão da segurança; (iv) o monitoramento e registro automático dos comportamentos inseguros baseados em localização dos trabalhadores e gerando relatórios de acidentes (LI *et al*., 2015).

Com o objetivo de aplicar uma nova abordagem integrada para avaliação de riscos para saúde e segurança ocupacional na indústria da construção, Ilbahar *et al*., (2018) propõe um modelo que integra a *Pythagorean Fuzzy Proportional Risk Assessment* (PFPRA), incluindo o método *Fine Kinney* (Técnica de Avaliação de Risco Proporcional), *Pythagorean fuzzy Analytic Hierarchy Process* (AHP) e o sistema de inferência *fuzzy*. O método integrado proposto conseguiu avaliar os perigos em um canteiro de obras com base nas opiniões de especialistas, além de fornecer resultados confiáveis e consistentes, contendo mais informações sobre a incerteza dos tomadores de decisão (ILBAHAR *et al*., 2018).

Chi e Han (2013) incorpora a teoria dos sistemas no modelo de Heinrich (1936) ‘Teoria do dominó’ para entender melhor as inter-relações entre os riscos de segurança da construção e revelar a cadeia de causalidade de acidentes. Os resultados da pesquisa demonstram aos gestores de segurança a entender melhor os fatores de risco relacionados a diferentes acidentes e controlar fatores de risco específicos, eliminando os fatores de risco associados para revelar a cadeia de causalidade de acidentes. Assim, os gestores de segurança podem priorizar fatores de risco de acordo com a probabilidade de ocorrência de acidentes e as características de lesões, de maneira a controlar os riscos significativos para alcançar um ambiente de trabalho mais seguro (CHI; HAN, 2013).

Sousa, Almeida e Dias (2015) apresenta um modelo para auxiliar na realização de análises de custo-benefício para a segurança do trabalho e gestão de riscos à saúde na indústria

da construção. O método permite uma gestão aprimorada dos recursos disponíveis para melhorar as condições de segurança e saúde nas diversas atividades e para diferentes grupos de trabalhadores envolvidos na fase de execução de um projeto de construção.

Os principais resultados da pesquisa foram: (i) o modelo aprimora o meio de quantificar o risco em cada atividade de construção em termos monetários; (ii) o modelo proposto auxilia na avaliação do custo benefício de opções de segurança ocupacional e mitigação de riscos à saúde disponíveis para implementação em projetos de construção; (iii) a segurança ocupacional e a gestão de riscos à saúde devem conter uma análise quantitativa que permita a avaliação da eficiência relativa e eficácia das medidas de segurança e do custo global (SOUSA; ALMEIDA; DIAS, 2015).

A partir da revisão prática das características dos acidentes, percepções, valores dos profissionais de segurança, Fung, Lo e Tung (2012) elaboram um modelo de avaliação de risco (Q2REM) que não só atua como uma diretriz suplementar útil de avaliação de riscos para os profissionais de segurança da construção, mas também os auxilia a identificar os potenciais riscos no local para os trabalhadores da construção civil sob os respectivos canteiros de obras por meio de treinamentos de segurança e educação.

Dentre os achados do estudo, destacam: (i) as deficiências da prática geral atual para avaliação de risco, como a falta de registros de causas de acidentes; (ii) a gestão eficaz da segurança depende de como os riscos são avaliados e das decisões coerentes para reduzi-los e controlá-los; (iii) o sistema de gestão de segurança bem sucedido requer um processo sistemático de avaliação de riscos e uma abordagem de melhoria contínua que possa apoiar os profissionais de segurança no planejamento de medidas eficazes de prevenção; (iv) para identificar uma metodologia eficaz de avaliação de riscos, é vital definir o modelo de risco para reduzir a subjetividade e a má interpretação na estimativa do risco e suas causas; (v) o Q2REM desenvolvido é um exemplo que integra a contribuição ao risco dada por diferentes tipos de acidentes; (vi) aprender com a experiência passada é digno de prevenção de acidentes (FUNG; LO; TUNG, 2012).

Choe e Leite (2020) sugerem um modelo sistemático de geração e controle de riscos de segurança da indústria da construção civil, que explica padrões de geração de risco de segurança com fatores mensuráveis no momento da análise de risco de segurança. A proposta aborda como o risco inerente à segurança de um trabalhador pode ser transformado por diferentes fatores de risco mensuráveis. Esses riscos de atividades específicas podem ser mitigados pelo controle de gestão. A implementação do método demonstrou melhorar a compreensão dos riscos à segurança e fornece uma base teórica para o desenvolvimento de práticas e procedimentos de

análises de riscos de segurança na indústria da construção (CHOE; LEITE, 2020).

Os estudos de Fernández-Muñiz, Montes-Peón e Vázquez-Ordás (2012), examinam as razões pelas quais as empresas espanholas implementam a OHSAS 18001 (Occupational Health and Safety Assessment Series), identificando os obstáculos que precisam ser superados para obter a certificação, além de analisar suas percepções e atitudes sobre o processo de auditoria.

Os resultados da pesquisa revelam que: (i) as organizações espanholas que são bem-sucedidas no processo de certificação não são geralmente pressionadas a adotar estes padrões por seus *stakeholders*. Implementaram esse padrão com o objetivo fundamental de proteger a saúde e a segurança de seus funcionários, manter um comportamento socialmente responsável e aumentar a satisfação e motivação da força de trabalho; (ii) o principal obstáculo encontrado na implementação da norma e obtenção da certificação são os recursos limitados. Mas as organizações podem superar esse problema se todos os seus membros estiverem plenamente convencidos e comprometidos da importância da implementação da norma; (iii) o processo de auditoria ajuda a cumprir com suas obrigações legais, melhorar seus sistemas de organização e documentação, e melhorar sua imagem corporativa, uma vez que a certificação é uma fonte de publicidade positiva (FERNÁNDEZ-MUÑIZ; MONTES-PEÓN; VÁZQUEZ-ORDÁS, 2012).

Yiu *et al*., (2019) investiga os benefícios e os obstáculos percebidos na implementação do sistema de gerenciamento de segurança na indústria da construção em Hong Kong por meio de uma revisão sistemática da literatura e uma série de entrevistas estruturadas para identificar os obstáculos para a implementação do sistema de gerenciamento de segurança.

Como conclusão dos estudos, identificaram que: (i) os sistemas de gerenciamento de segurança são concebidos visando eliminar os riscos no local de trabalho, reduzir lesões e minimizar a perda de material; (ii) na pesquisa, os benefícios do gerenciamento mais bem classificados foram as ‘condições de trabalho mais seguras’, os ‘danos reduzidos aos trabalhadores’, ‘considerar a gestão da segurança como parte do gerenciamento de projetos’ e ‘melhor gerenciamento de projetos’ e os obstáculos encontrados foram ‘colocando a segurança como uma prioridade menor’, ‘alta taxa de rotatividade de trabalhadores’, ‘cronograma apertado do projeto’, ‘participação inativa para a implementação do sistema pelos membros da equipe do projeto’, ‘apenas dispostos a cumprir requisitos mínimos estatutários/contratuais’, ‘insuficiente conhecimento de segurança ou conceitos de risco para a equipe do projeto’, e ‘falta de motivação por equipe de projeto ou subcontratados’ (YIU *et al*., 2019).

Morgado, Silva e Fonseca (2019) avaliam o estado de prontidão das empresas portuguesas para a certificação ISO 45001 e se essas empresas consideram benéfico o Sistema de Gestão de Saúde e Segurança Ocupacional (OHSMS). Para isso, caracterizou-se a percepção

das empresas sobre saúde e segurança no trabalho ao avaliar a importância do SMS para cada uma delas.

As conclusões do estudo foram: (i) os benefícios identificados pelas empresas estão focados principalmente na redução de acidentes de trabalho, aumento da satisfação/motivação dos funcionários, redução de custos de acidentes e doenças ocupacionais, melhoria da qualidade de produtos e serviços, redução do absenteísmo e aumento da produtividade; (ii) verificou-se que ainda há um pequeno desconhecimento sobre as obrigações legais que as empresas devem cumprir; (iii) as empresas identificaram as principais dificuldades vivenciadas na adoção de medidas de segurança e saúde, como a falta de cultura de segurança e conscientização dos funcionários, a falta de uso de equipamentos de proteção individual e a necessidade de participação da gestão e o cumprimento voluntário e consciente das regras de segurança por parte dos funcionários; (iv) o sucesso do OHSMS depende da liderança, comprometimento e participação de todos os níveis e funções da empresa (MORGADO; SILVA; FONSECA, 2019).

Fernández-Muñiz, Montes-Peón e Vázquez-Ordás (2014) estudam o papel da liderança em segurança e da gestão proativa de riscos na melhoria do desempenho da segurança no trabalho. Para isso, os autores desenvolvem e testam um modelo em organizações espanholas usando a técnica de modelagem de equações estruturais.

Os resultados da pesquisa foram: (i) o modelo proposto demonstrou que o comportamento de segurança dos colaboradores, por meio do cumprimento das normas e procedimentos de segurança, melhora diretamente os resultados de segurança da empresa; (ii) demonstram a importância do fator humano na melhoria dos resultados de segurança; (iii) evidencia que os erros humanos e atos inseguros podem ser rastreados a determinadas causas ligadas ao sistema e aos processos de gestão; (iv) o cumprimento da segurança depende diretamente do nível de participação dos trabalhadores nas atividades de segurança, na gestão proativa de riscos e na liderança transformadora que seus gestores praticam; (v) identifica o tipo de comportamento que os líderes devem adotar se eles desejam melhorar o comportamento de segurança dos funcionários, os resultados de segurança e a gestão de operações da organização (FERNÁNDEZ-MUÑIZ; MONTES-PEÓN; VÁZQUEZ-ORDÁS, 2014).

Investigar a associação entre as mentalidades dos gestores de construção sobre a aceitação de teorias de causalidade de acidentes e o vigor da implementação de medidas de segurança na prevenção de acidentes na indústria da construção de Hong Kong é o propósito da pesquisa de Fung e Tam (2013).

Neste contexto, concluíram que: (i) os gerentes de construção de Hong Kong têm

demonstrado seu compromisso com a segurança, implementando todas as medidas de prevenção de acidentes com vigor acima da média; (ii) a abordagem sistemática, lógica e estatisticamente baseada no mapeamento das medidas específicas de prevenção de acidentes, pode ser adotada pelos gestores de construção para que possam implementar medidas adequadas para melhorar o desempenho da segurança de forma consistente e eficaz (FUNG; TAM, 2013).

No estudo de Khan, Rathnayaka e Ahmed (2015) analisam os avanços no desenvolvimento de métodos e modelos para segurança de processos e gestão de riscos e destaca as tendências atuais da pesquisa. Também abrange as opiniões dos autores sobre a futura direção de pesquisa no campo. Esclarecem que o desenvolvimento tecnológico e social contínuo do mundo cria uma enorme demanda por energia, produtos químicos e alimentos e isso leva a um aumento no tamanho e complexidade das plantas de processamento. Isso inevitavelmente criou novos riscos e riscos aumentados que não devem ser comprometidos com meros benefícios econômicos.

Como resultados: (i) apresentam o desenvolvimento histórico sobre o tema e discute as tendências de pesquisa de segurança de processos e desenvolvimento relacionado à gestão de riscos; (ii) informam que o uso de conceitos de segurança de processos na prática industrial começou com a ocorrência de acidentes graves entre 1960 e 1990; (iii) observa-se que há um aumento gradual de um número de desenvolvimentos de modelos quantitativos e híbridos com o tempo; (iv) a integração da detecção e diagnóstico dinâmico de falhas com a avaliação de riscos melhorou significativamente a segurança nas instalações de processos e (v) relatam o desenvolvimento de uma série de técnicas matemáticas e analíticas para lidar com a incerteza probabilística da gestão de riscos (KHAN; RATHNAYAKA; AHMED, 2015).

Já, Li e Guldenmund (2018) descrevem os sistemas de gestão de segurança sobre os aspectos de definição, evolução, modelos, propósito e elementos comuns. Dentre os achados, concluem: (i) a definição da gestão de segurança se relacionam com três eixos principais: segurança, gerenciamento e sistema; (ii) a gestão da segurança desenvolveu-se juntamente com a melhoria das teorias, práticas e normas de segurança; (ii) o sistema de gestão de segurança é impulsionado principalmente pela análise e prevenção de acidentes.; (iii) mesmo leis, regulamentos e normas são motivadas por acidentes porque suas consequências elevam a consciência do público sobre a segurança e sua aceitação do risco; (iv) a visão geral da história do desenvolvimento da gestão de segurança mostra que que os sistemas podem contribuir para a melhoria da gestão organizacional como um todo (LI; GULDENMUND, 2018).

Reiman e Pietikäinen (2012) apresenta uma estrutura teórica para a utilização de indicadores de desempenho de segurança em organizações com riscos críticos abordando os tipos de indicadores e discutem a aplicação da estrutura na gestão da segurança organizacional. Concluem que: (i) a visão contemporânea sobre segurança enfatiza que as organizações críticas à segurança devem ser capazes de avaliar e gerenciar proativamente a segurança de suas atividades e (ii) o papel dos indicadores de desempenho de segurança é proporcionar informações sobre segurança, motivar as pessoas a no trabalho seguro e contribuir para a mudança para o aumento da performance da segurança (REIMAN; PIETIKÄINEN, 2012).

Sousa, Almeida e Dias (2014) relatam que houve uma crescente conscientização sobre os riscos à segurança e à saúde ocupacional pelas diversas partes interessadas na indústria da construção. No entanto, apesar das melhorias substanciais alcançadas, a taxa de acidentes ainda é significativamente maior do que na maioria das outras indústrias.

Além disto, afirmam que: (i) a construção é a indústria mais perigosa em termos de segurança e saúde ocupacional. Em nível mundial, os trabalhadores da construção civil têm três vezes mais chances de morrer e duas vezes mais propensos a sofrer lesões no trabalho do que a média dos trabalhadores em todas as outras atividades; (ii) a preocupação na prevenção de acidentes de trabalho deve começar na fase de projeto; (iii) 60% dos acidentes de trabalho fatais em construção poderiam ser evitados através da definição correta de medidas adequadas durante a fase de projeto e do planejamento e organização dos canteiros de obras (iii) existem vários instrumentos e métodos para investir e compreender os acidentes em geral e os acidentes de trabalho na indústria da construção em particular (SOUSA; ALMEIDA; DIAS, 2014).

Swuste *et al.*, (2016) enfatizam que os indicadores de segurança de processos podem fornecer uma visão dos níveis de segurança de um processo ou área de uma empresa, no entanto, ainda existem lacunas a serem descobertas acerca do tema. Neste estudo discutem o mercado competitivo e a necessidade de as empresas terem um desempenho ideal em segurança se quiserem sobreviver no longo prazo e estar entre as primeiras do setor. Além disto, descrevem o histórico da utilização dos indicadores de segurança nas organizações (SWUSTE *et al.*, 2016).

3.2 AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO

Para elucidar a evolução dos conceitos de Avaliação de Desempenho (AD), pode-se organizar a literatura em duas fases principais (GHALAYINI; NOBLE, 1996). Na primeira fase, entre o final da década de 1880 até a década de 1980, o destaque era nas medidas

financeiras, como lucro, retorno sobre investimento e produtividade. Segundo Dutra (2005), neste período, a Avaliação de Desempenho ainda era utilizada principalmente como instrumento destinado a mensurar a lucratividade, com critérios centralizados nas grandezas financeiras das organizações, com uma visão puramente mecanicista, sem considerar o contexto organizacional.

A segunda fase, que teve início no final da década de 1980, caracterizou-se com o surgimento de contextos organizacionais complexos (GHALAYINI; NOBLE, 1996), nos quais centralizar somente às medidas financeiras, não garantia o sucesso e a perpetuidade da organização. Com o aumento da competitividade entre as organizações, as medidas tradicionais de avaliação de desempenho demonstraram ser insuficientes para atender ao novo cenário, e medidas não financeiras passaram a ser incorporadas aos modelos de AD (BITITCI *et al.*, 2012; GHALAYINI; NOBLE, 1996; NEELY; GREGORY; PLATTS, 1995). Deste modo, as organizações passaram a adotar sistemas de mensuração e gestão de desempenho considerando indicadores financeiros e não financeiros (NEELY; GREGORY; PLATTS, 1995).

Mesmo que possam ser caracterizados estes dois períodos históricos durante os quais o conceito de avaliação de desempenho sofreu alterações, principalmente quanto aos tipos de medidas apresentadas, a conceito de AD pode ser explicada por meio das diferentes abordagens e destaca-se que, não existe consenso quanto aos seus principais elementos e características (DUMOND, 1994; FRANCO-SANTOS *et al.*, 2007). Um dos fatores que explicam essa falta de consenso é que a AD é explorada em pesquisas multidisciplinares, como gestão estratégica, gestão de operações, recursos humanos, marketing, contabilidade, apoio à decisão e pesquisa operacional, dentre outros (NEELY, 2002; FRANCO-SANTOS *et al.*, 2007).

Os temas relacionados a AD tem sido estudado há um tempo considerável, porém o desenvolvimento dos estudos sobre os AD potencializou somente a partir do início da década de 1990, com o surgimento de ferramentas e metodologias para a tomada de decisão, na tentativa de corresponder às críticas frequentes aos métodos tradicionais de mensuração de desempenho que se multiplicavam na época (ENSSLIN, 2020a; GHALAYNI; NOBLE, 1996; GOMES, YASIN; LISBOA, 2004; NEELY, 2002; BITITCI *et al.*, 2012; FRANCO-SANTOS *et al.*, 2012; CUCCURULLO *et al.*, 2016).

Franco-Santos *et al.*, (2007) com o propósito de explicar o tema Avaliação de Desempenho, apresentam um estudo que, por meio da revisão sistemática da literatura, sintetiza as principais definições e conceitos acerca do tema, conforme observado no Quadro 7.

Quadro 7 - Definições de Avaliação de Desempenho na pesquisa de Franco-Santos *et al.* (2007)

Autores	Definição de avaliação de desempenho
Rogers (1990)	"Os sistemas de avaliação de desempenho podem ser caracterizados como "um conjunto integrado de procedimentos de planejamento e revisão que se propagam pela organização para fornecer um vínculo entre cada indivíduo e a estratégia geral da organização" (in Smith & Goddard, 2002, p. 248).
Lynch e Cross (1991)	"Um sistema de avaliação de desempenho estratégico é baseado em conceitos de gerenciamento de qualidade total, engenharia industrial e contabilidade de atividades. Um sistema de comunicação bidirecional é necessário para instituir a visão estratégica na organização. Os gerentes de contabilidade devem participar da revolução da informação e sugestões sobre como fazê-lo incluem: (1) fornecer as informações certas no momento certo, (2) mudar de apontador para treinador e (3) concentrar-se no que é mais relevante. Interpretar os sinais financeiros e não financeiros do negócio e responder a eles, mesmo quando não estão de acordo, é uma questão de gestão, não uma questão de contabilidade".
McGee (1992)	"A mensuração de desempenho estratégico é o conjunto integrado de processos de gerenciamento que vincula a estratégia à execução" (p. B6-1). Os componentes de um sistema de medição de desempenho estratégico são: " (1) indicadores de desempenho - definir critérios de avaliação e medidas correspondentes que funcionarão como indicadores principais de desempenho em relação a metas e iniciativas estratégicas. (2) Alinhamento do processo de gerenciamento - projetar e reconstruir os principais processos de gerenciamento para incorporar novas métricas de desempenho à medida que elas evoluem e equilibrar os vários processos de gerenciamento da organização, de modo que eles se reforcem mutuamente. Os processos incluem: planejamento e alocação de capital, avaliação de desempenho, remuneração e recompensas de gerenciamento e relacionamento com os stakeholders. (3) Infraestrutura de acompanhamento e medição: estabelecer processos e infraestruturas de apoio para coletar os dados brutos necessários para todos os indicadores de desempenho de uma organização e divulgar os resultados em toda a organização, conforme necessário. " (p. B6-2&3)
Lebas (1995)	"Avaliação de desempenho é o sistema que suporta uma filosofia de gerenciamento de desempenho. " (p. 34). Um sistema de avaliação de desempenho inclui medidas de desempenho que podem ser fatores chave de sucesso, medidas para detecção de desvios, medidas para rastrear realizações passadas, medidas para descrever o potencial de status, medidas de saída, medidas de entrada, etc. Um sistema de avaliação de desempenho também deve incluir um componente que verificará continuamente a validade das relações de causa e efeito entre as medidas.
Neely, Gregory e Platts (1995)	Um sistema de avaliação de desempenho (PMS) é "o conjunto de métricas usadas para quantificar tanto a eficiência quanto à eficácia das ações" (p. 81). Um PMS pode ser

	examinado em três níveis diferentes. (1) A nível das medidas individuais de desempenho, o PMS pode ser analisado fazendo perguntas como: Quais medidas de desempenho são usadas? Para que são usadas? Quanto elas custam? Qual benefício elas fornecem? (2) O próximo nível superior, o sistema de medição de desempenho como uma entidade, pode ser analisado explorando questões como: Todos os elementos apropriados (internos, externos, financeiros, não financeiros) foram contemplados? As medidas relacionadas com a taxa de melhoria foram introduzidas? As medidas relacionadas com os objetivos a longo e a curto prazo da empresa foram introduzidas? As medidas foram integradas, tanto na vertical como na horizontal? Alguma das medidas está em conflito entre si? (3) e ao nível da relação entre o sistema de medição do desempenho e o ambiente em que atua. A este nível, o sistema pode ser analisado avaliando: se as medidas reforçam as estratégias da empresa; Se as medidas correspondem à cultura da organização; Se as medidas são coerentes com a estrutura de reconhecimento e de recompensa existente; se algumas medidas se concentram na satisfação do cliente; se algumas medidas se concentram no que a concorrência está fazendo.
Kaplan e Norton (1996)	"Um *balanced scorecard* é um conjunto abrangente de medidas de desempenho definidas a partir de quatro diferentes perspectivas de mensuração (financeira, cliente, interna e aprendizado e crescimento) que fornece uma estrutura para traduzir a estratégia de negócios em termos operacionais. " (p. 55)
Atkinson, Waterhouse e Wells (1997)	"Nossa abordagem de avaliação de desempenho concentra-se no resultado do planejamento estratégico: a escolha da alta gerência sobre a natureza e o escopo dos contratos que ela negocia, explícita e implicitamente, com seus stakeholders. O sistema de avaliação de desempenho é a ferramenta que a empresa usa para monitorar essas relações contratuais. " (p. 26)
Bititci, Carrie e Mcdevitt (1997)	"Um sistema de medição de desempenho é o sistema de informação que está no centro do processo de gerenciamento de desempenho e é de extrema importância para o funcionamento efetivo e eficiente do sistema de gerenciamento de desempenho. " (p. 533)
Atkinson (1998)	"A mensuração do desempenho estratégico define o foco e o escopo da contabilidade gerencial. O processo de mensuração de desempenho estratégico começa com os proprietários da organização especificando os objetivos primários da organização. Os gestores da organização realizam exercícios de planejamento estratégico para identificar os objetivos principais da organização. [...] O plano estratégico escolhido resulta em um conjunto de contratos formais e informais entre a organização e seus stakeholders [...] O dar e receber entre a organização e seus principais stakeholders definirá os objetivos secundários da organização. Os objetivos secundários derivam sua importância do seu efeito presumido sobre o nível de realização dos objetivos primários. Objetivos secundários são críticos porque são as variáveis que os funcionários da organização usam

	para promover o sucesso - definido como o desempenho desejado no objetivo principal da organização [...] Como os funcionários monitoram o nível dos objetivos primários e secundários alcançados, eles podem usar os dados resultantes para revisar suas crenças, ou modelo, sobre a relação entre os objetivos secundários e o objetivo primário da organização - um processo de aprendizagem organizacional [...] A etapa final na mensuração de desempenho estratégico é vincular o pagamento de incentivos aos resultados da mensuração do desempenho." (p. 553-555)
Neely (1998)	Um sistema de avaliação de desempenho permite que decisões informadas sejam tomadas e ações sejam tomadas porque quantifica a eficiência e a eficácia de ações passadas por meio da aquisição, intercalação, classificação, análise, interpretação e disseminação de dados apropriados. As organizações medem seu desempenho para verificar sua posição (como forma de estabelecer posição, comparar posição ou benchmarking, monitorar o progresso), comunicar sua posição (como meio de comunicar o desempenho internamente e com o regulador), confirmar prioridades (como meio para gerenciar o desempenho, o custo e o controle, concentrar o investimento e as ações) e impulsionar o progresso (como um meio de motivação e recompensas). (p.5-6)
Gates (1999)	"Um sistema de avaliação de desempenho estratégico traduz as estratégias de negócios em metas factíveis. Combine medidas financeiras, estratégicas e operacionais para avaliar quão bem uma empresa atende suas metas". (p. 4)
Otley (1999)	"Sistema que fornece as informações destinadas a serem úteis aos gestores no desempenho de seus trabalhos e que auxiliam as organizações a desenvolver e manter padrões de comportamento viáveis. Qualquer avaliação do papel de tal informação requer consideração de como os gerentes fazem uso das informações que lhes são fornecidas" (p. 364). Principais componentes de um sistema de avaliação de desempenho: (1) objetivos, (2) estratégia, (3) metas, (4) recompensas, (5) fluxos de informação (feedback e feed-forward).
Forza e Salvador (2000)	"Um sistema de avaliação de desempenho é um sistema de informação que auxilia os gestores no processo de gestão de desempenho, cumprindo principalmente duas funções primárias: a primeira consiste em habilitar e estruturar a comunicação entre todas as unidades organizacionais (indivíduos, equipes, processos, funções, etc.) envolvidas no processo de definição de metas. O segundo é o de coletar, processar e entregar informações sobre o desempenho de pessoas, atividades, processos, produtos, unidades de negócios, etc." (p. 359)
Maisel (2001)	"Um sistema de BPM permite que uma empresa planeje, mensure e controle seu desempenho e ajuda a garantir que as iniciativas de vendas e marketing, práticas operacionais, recursos de tecnologia da informação, decisões de negócios e atividades das pessoas estejam alinhadas com as estratégias de negócios para alcançar os resultados desejados e criar valor para os acionistas." (p. 12)

Bourne, Neely, Mills e Platts (2003)	"Um sistema de avaliação de desempenho de negócios refere-se ao uso de um conjunto multidimensional de medidas de desempenho para o planejamento e gerenciamento de um negócio. " (p. 4)
Ittne, Larcker & Randall (2003)	"Um sistema de avaliação de desempenho estratégico: (1) fornece informações que permitem à empresa identificar as estratégias que oferecem o maior potencial para atingir seus objetivos, e (2) alinha os processos de gestão, como estabelecimento de metas, tomada de decisões e avaliação de desempenho, com a realização dos objetivos estratégicos escolhidos. " (p. 715)
Kerssens-van Drongelen e Fisscher (2003)	"A avaliação do desempenho e o relato ocorrem em dois níveis: (1) empresa como um todo, reportando-se aos stakeholders externos, (2) dentro da empresa, entre gerentes e seus subordinados. Em ambos os níveis existem 3 tipos de atores: (a) avaliadores (ex. gerentes, *stakeholders* externos), (b) avaliados (ex. gestores intermediários, empresa), (c) assessor avaliador, que é a pessoa ou instituição avaliando a eficácia e eficiência do desempenho processo de avaliação e emissão de relatórios reportando o processo e seus resultados (ex. controladorias, auditorias externas). " (p. 52)

Fonte: Franco-Santos *et al.* (2007, p. 788-791).

Na mesma linha, a pesquisa de Giffhorn (2011) aborda as definições da Avaliação de Desempenho elencando as principais definições, conforme demonstrado no Quadro 8.

Quadro 8 - Definições de Avaliação de Desempenho na pesquisa de Giffhorn (2011)

Autores	Definição de avaliação de desempenho
Bourne *et al*. (2000)	Um exercício cognitivo para traduzir visões das necessidades dos clientes e dos *stakeholders* em objetivos do negócio e medidas de performance apropriadas.
Amaratunga e Baldry (2002), Bourne *et al.* (2003), Tangen (2003, 2004); Neely, Gregory e Platts (2005)	Um conjunto de métricas para quantificar a eficiência e a eficácia das ações.
Kennerly e Neely (2002)	Permite que decisões e ações sejam tomadas, uma vez que, quantificam a eficiência e eficácia de ações passadas, por meio da aquisição, separação, classificação, análise, interpretação e disseminação de dados adequados.

Santos, Belton e Howick (2002)	Um processo que provê, ao decisor, informações a respeito do grau de alcance dos objetivos organizacionais e de quão bem se está desempenhando as atividades.
Dutra (2003, 2005)	Um processo onde avaliar é atribuir valor àquilo que se considera relevante, face a determinados objetivos, identificando em qual nível de desempenho se encontra e visando a promoção de ações de melhoria.
Kuwaiti (2004)	Uma coleção de atividades relacionadas e projetadas para, ao identificar e coletar dados, transformá-los em informações de desempenho relevantes, compreensíveis e factíveis, que permitam a avaliação precisa da extensão em que os objetivos estratégicos, táticos e operacionais foram alcançados.
Neely e Powel (2004)	Entendimento do que está acontecendo dentro da organização e de como introduzir aperfeiçoamentos.
Verweire e Van den Berghe (2004)	Um sistema de medição e de relatórios, que quantifica o grau com que os gerentes alcançam seus objetivos.
Chenhall (2005)	Um sistema elaborado para prover, aos decisores, informações financeiras e não financeiras, que cubram diferentes perspectivas, de tal forma a traduzir a estratégia em um conjunto coerente de medidas de desempenho.
Garengo, Biazzo e Bititci (2005)	Um sistema balanceado e dinâmico habilitado a sustentar o processo decisório ao coletar, elaborar e analisar informações.
Halachmi (2005)	Um subsistema dos esforços de gerenciamento do desempenho.
Tapinos, Dyson e Meadows (2005)	Um fator com significativa influência em sustentar o alcance das metas organizacionais e a eficiência e eficácia do processo de planejamento estratégico
Elg (2007)	Um sistema que transforma dados de entrada em informações úteis para vários tipos de decisões na organização.

Fonte: Giffhorn (2011, p. 86).

Determinar o conceito de Avaliação de Desempenho não é uma questão fácil, não por falta de definição do tema, e sim, pelo fato que as diversas definições existentes evidenciam as grandes diferenças com que este campo de conhecimentos é percebido, no mundo científico e de seus usuários (ENSSLIN, 2020a). Contudo, para a presente pesquisa, adota-se a definição proposta por Ensslin, Ensslin e Dutra (2009, p. 5), tendo em vista sua orientação para seu uso prático ao tempo que contempla os requisitos teóricos em sua integralidade:

> Avaliação de Desempenho é o processo com abordagem em harmonia com sua aplicação para construir conhecimento no decisor, a respeito do contexto específico que se propõe avaliar, a partir da percepção do próprio decisor por meio de atividades que identificam, organizam, mensuram ordinalmente e cardinalmente, e sua integração e os meios para visualizar o impacto das ações e seu gerenciamento. (ENSSLIN; ENSSLIN; DUTRA, 2009, p. 5)

3.2.1 Abordagens de avaliação de desempenho

Para assimilar o entendimento das abordagens da Avaliação de Desempenho, necessita-se retornar ao contexto onde as decisões são realizadas, ou seja, o ambiente decisional. Ao tomar decisões relevantes, as pessoas refletem antes de agir, pois reconhecem que a improvisação e a intuição apesar de rápidos e fáceis, não possuem o potencial competitivo para atingir seus propósitos (ENSSLIN, 2019).

Segundo Roy (1996), um modelo é um esquema (visão do conjunto) que para uma certa família de questões, é considerado como uma representação de uma classe de fenômenos que um observador, mais ou menos cuidadosamente, extrai do ambiente decisional para ajudar em uma investigação e para facilitar a comunicação. Régnier (1966) ao abordar o conceito de modelo, afirma que, por um lado, o objeto abstrato é inteiramente constituído por sua definição e que, se por outro lado, o objeto concreto não pode ser exaustivamente descrito, pode-se dizer que: um objeto abstrato é o modelo de um objeto concreto quando a definição do primeiro é aceita como uma representação do segundo.

Na construção de um modelo, quem define o protocolo (conjunto de regras), e orienta quem (atores e ambiente) participa do modelo é a abordagem. Trata-se das visões de mundo que atuam como filtros nos olhares dos pesquisadores. Cada abordagem carrega consigo um conjunto de premissas que condiciona o modo como o problema é entendido e tratado (ENSSLIN, 2019).

Visando a aceitação científica e dando significado e credibilidade aos resultados produzidos no processo de modelagem em contextos de apoio e tomada de decisão, os pesquisadores podem seguir dois caminhos (abordagens) ontológicos ou epistemológicos principais: (i) o caminho do realismo com as abordagens normativista e descritivista e (ii) o caminho construtivista com as abordagens prescritivista e construtivista (ROY, 1993). Cada um desses caminhos constrói uma visão muito bem definida do problema e geram soluções diferentes.

Na abordagem do realismo normativista, os modelos são universais e as informações para o modelo adotado são buscadas no ambiente físico específico do contexto decisório em questão, ou em contextos similares (ENSSLIN; MONTIBELLER; NORONHA, 2001; ENSSLIN *et al.*, 2010). Já, a abordagem descritivista também se guia pelo realismo. Nesta abordagem busca-se descrever o mais próximo possível a forma como os decisores decidem na prática e a partir daí, selecionar e usar as práticas de sucesso (ENSSLIN; MONTIBELLER; NORONHA, 2001; ENSSLIN *et al.*, 2010).

Pressupõe-se que o decisor aceita que os resultados do passado se repetirão no futuro. Desta forma, ele concorda com o uso de estatísticas (média, moda e mediana, correlações) como estimativa a ser utilizada para representar as variáveis a serem consideradas, bem como aceita que estas variáveis e suas relações representam em forma suficiente o problema (ENSSLIN, 2020a).

A abordagem prescretivista coloca a percepção do decisor sobre o contexto físico como o elemento fundamental a ser considerado para a avaliação do problema (ENSSLIN, 2020a). O conhecimento do decisor pode evoluir ao longo do processo em decorrência do aprendizado fruto da realimentação de seu próprio discurso (ENSSLIN; MONTIBELLER; NORONHA, 2001; ENSSLIN *et al.*, 2010). A partir do discurso do decisor, o pesquisador identifica lógicas dedutivas (normas) que permitem perceber os valores e preferências (critérios de decisão e mensuração) do decisor associados ao contexto. Entretanto, caberá ao facilitador, a partir destas normas, construir um modelo de avaliação e prescrever soluções que devem ser aceitas pelos atores (decisor, intervenientes, agidos) do processo decisório (ENSSLIN, 2020a). Na abordagem prescritivista o conhecimento gerado é focado no facilitador (ENSSLIN; MONTIBELLER; NORONHA, 2001; ENSSLIN *et al*., 2010).

A abordagem construtivista, de maneira similar a prescritivista, assume a premissa que o modelo de decisão, com suas variáveis, escalas e a integração destas, deve emergir a partir do discurso do decisor (ENSSLIN, 2020a). Entretanto, a via do construtivismo assume que o decisor não tem o entendimento suficiente para identificar e explicitar os critérios associados aos seus valores e preferências necessários para construir o modelo, mas deseja conhecer. (ENSSLIN, MONTIBELLER; NORONHA, 2001; ENSSLIN, *et al*., 2010). Assim, compreende-se que o decisor deseja que o facilitador lhe ajude a expandir o conhecimento junto com a construção do modelo e estes são adequados apenas para os valores e preferências de um decisor singular e um contexto específico. (ENSSLIN; MONTIBELLER; NORONHA, 2001; ENSSLIN *et al*., 2010; ENSSLIN, 2020b)

Em síntese, Ensslin, Montibeller e Noronha (2001) apresentaram as diferenças dos paradigmas entre as abordagens realistas e construtivistas conforme ilustrado no Quadro 9.

Quadro 9 - Diferenças entre as abordagens realistas e construtivistas

CARACTERÍSTICAS	PARADIGMA REALISTA (RACIONALISTA)	PARADIGMA CONSTRUTIVISTA
TOMADA DE DECISÃO	MOMENTO EM QUE OCORRE A ESCOLHA DA SOLUÇÃO ÓTIMA.	PROCESSO AO LONGO DO TEMPO ENVOLVENDO INTERAÇÃO ENTRE OS ATORES.
DECISOR	TOTALMENTE RACIONAL.	DOTADO DE SISTEMA DE VALORES PRÓPRIOS.
PROBLEMA A SER RESOLVIDO	PROBLEMA REAL.	PROBLEMA CONSTRUÍDO (CADA DECISOR CONSTRÓI SEU PRÓPRIO PROBLEMA).
OS MODELOS	REPRESENTAM A REALIDADE OBJETIVA.	REPRESENTAM A PERCEPÇÃO DA REALIDADE PELO DECISOR .
OS RESULTADOS DOS MODELOS	SOLUÇÕES ÓTIMAS.	RECOMENDAÇÕES QUE VISAM ATENDER AOS VALORES DOS DECISORES.
O OBJETIVO DA MODELAGEM	ENCONTRAR A SOLUÇÃO ÓTIMA.	GERAR CONHECIMENTO AOS DECISORES SOBRE SEU PROBLEMA.
A VALIDADE DO MODELO	MODELO É VÁLIDO QUANDO REPRESENTA A REALIDADE OBJETIVAMENTE.	MODELO É VÁLIDO QUANDO SERVE COMO FERRAMENTA DE APOIO À DECISÃO.
PREFERÊNCIA DOS DECISORES	SÃO EXTRAÍDAS PELO ANALISTA.	SÃO CONSTRUÍDAS COM O FACILITADOR.
FORMA DE ATUAÇÃO	TOMADA DE DECISÃO.	APOIO À DECISÃO.

Fonte: Ensslin, Montibeller e Noronha (2001)

Com o entendimento das características e diferenças das abordagens realistas e construtivistas e visando a continuidade do processo de construção de conhecimento quando da harmonia da abordagem com seu uso (aplicação), pode-se compreender o que se entende Avaliação de Desempenho Construtivista, o que será tratado na próxima seção.

3.2.2 Avaliação de desempenho construtivista

O diversificado entendimento dado a Avaliação de Desempenho, explica-se ao fato da pluralidade de suas interpretações (ENSSLIN, 2020a). No entanto, quando se trata de estudos de AD resultando na construção de modelos para apoiar decisões em contextos sociais, antecedendo todas estas questões, existe uma que usualmente é esquecida e que autores como Rittel e Webber (1973) denomina como “dilemas da escolha do caminho a seguir”; Skinner (1986) denomina como “o paradoxo da produtividade”; Roy (1993), denomina como “os limites do conhecimento”; Keeney (1992) denomina como “o que importa são os valores” e Bana e Costa (1993) denomina como “a interprenetabilidade das características das ações com os objetivos dos atores”.

Esta questão em especial é sensível para aqueles conteúdos que objetivam desenvolver modelos para apoiar a gestão no sentido de: (i) assegurar a qualidade das decisões; (ii) ter em conta os esforços individuais e coletivos; (iii) vincular os resultados ao alcance de um objetivo; (iv) poder comprovar ser ou tornar-se competitivo; (v) assegurar que o modelo tenha legitimidade; (vi) valer-se dos conhecimentos mais atualizados (fronteira) que a ciência disponibiliza e (vii) assegurar que os procedimentos utilizados sejam cientificamente válidos. (ENSSLIN, 2020a).

Este tema é geralmente referido como Construção de Modelos para Apoiar a Gestão ou Avaliação de Desempenho (BITITCI, 2012; HALL, 2008; FRANCO-SANTOS *et al*., 2007; HENRI, 2006; ITTNER; LARCKER; RANDALL, 2003; NEELY, 2002; NUMAGAMI, 1998; KAPLAN; NORTON, 1992) e Apoio a Decisão (ROY, 1993, 1994, 1996; LANDRY, 1995; BANA E COSTA *et al.*, 1999; ENSSLIN *et al*., 2010), onde é achado na literatura com as mais diversas e dispersas definições. Essa diversidade de elementos explica pelo menos parte dos conflitos, mal-entendidos, e equívocos entre as formas de entendimento e por conseguinte de intervenção (LANDRY, 1995; ROY, 1993, 1994; NUMAGAMI, 1998; VON HAYEK, 1989; RITTEL; WEBBER, 1973; MICHELI; MARI, 2014; BHASKAR, 1978).

Segundo Roy (1993), outra maneira para entender a diversidade de entendimentos atribuídos a área de modelagem de contexto envolvendo Gestão ou Avaliação de Desempenho está relacionado com a negligência ou a carência no entendimento das necessidades dos usuários (decisores) dos modelos gerados para Avaliação o Desempenho (LANDRY, 1995).

Destaca-se que a preocupação com a cientificidade, ou seja, o uso de abordagens Realista para modelar problemas sociais (NUMAGAMI, 1998) das pesquisas, lhes conduz a valer-se de visões de mundo onde o contexto do problema é distorcido e em consequência seus resultados não atendem as necessidades dos usuários (ROY, 1993). As ciências sociais adotaram a abordagem ‘científica’ de tentar descobrir padrões e leis, e substituíram todas as noções de intencionalidade humana pelo entendimento dos elementos físicos do contexto, isto é, adotaram a abordagem ‘científica’ das ciências ‘*hards*’ (ENSSLIN, *et al*., 2018b).

Fato este que levou o Prêmio Nobel a Friedrich Von Hayek ao afirmar que as ciências sociais estão sujeitas à chamada ‘inveja da física’ ou ‘erro cientificista’(NUMAGAMI, 1998), que direciona os pesquisadores a conclusões inadequadas ao adotar metodologias e métodos extraídos das ciências físicas para tratar contextos sociais (VON HAYEK, 1989).

A modelagem de contexto visando avaliar o desempenho é hoje praticada tanto nas áreas da física e engenharia, isto é, nas ciências exatas em geral onde: Rittel e Webber (1973) as denotam por ‘*hard*’ ou ‘*tame*’. Roy (1993) as denomina por realistas ou racionalistas e Micheli

e Mari (2014) por ‘metafísica’. Já, na área da administração e ciências sociais onde estes autores as denominam ‘*wicked*’, ‘*soft*’ ou ‘relativistas’ respectivamente.

Entretanto, ocorre que as ciências exatas se valem da visão ontológica (quando da modelagem o objeto contém toda informação) enquanto as ciências sociais se valem da visão epistemológica (quando da modelagem a informação está na percepção do sujeito) envolvem juízos de valor e preferencias dos atores (BHASKAR, 1978; ROY, 1993, 1994; LANDRY 1995; BANA e COSTA *et al*., 1999; ENSSLIN, *et al*., 2017, ENSSLIN, *et al*., 2020b).

Portanto em lugar de serem destinadas a fornecer ‘descrições verdadeiras’ do mundo externo, os contextos sociais e suas teorias podem ser consideradas ‘uma forma de insight’ (introspecção), ou seja, olhando e percebendo o mundo, e não uma forma de conhecimento de como o mundo realmente é (MICHELI; MARI, 2014).

Com o entendimento das diferenças do que seja um contexto social e como o que interessa neste momento é delimitar a natureza e conteúdo, em termos científicos, de utilidade e singularidade dos modelos desenvolvidos para apoiar as decisões em contextos onde se deseja monitorar e aperfeiçoar seu desempenho, centraremos o foco no: (i) atendimento aos preceitos teóricos (MICHELI; MARI, 2014); (ii) em termos práticos a utilidade congruente com seus propósitos (ROY, 1993) e em termos de assertividade; (iii) as singularidades do contexto em termos humanos e materiais (eficácia) ‘fazer as coisas certas’ (Ensslin, *et al*., 2020b).

Tais conhecimentos, podem ser achados nas pesquisas de Rittel e Webber (1973), Skinner (1986), Keeney (1992), Bana e Costa (1993), Roy (1993), Roy (1994), Micheli e Mari (2014), Ensslin *et al*., (2017), particularmente ao explorar o atendimento aos fundamentos científico e práticos das pesquisas nas áreas sociais.

Dentre os fundamentos científicos negligenciados na literatura quando da construção de modelos de apoio a decisão destaca-se a definição, conceito ou protocolo que seja operacional, e não ambígua para Avaliação de Desempenho, bem como que tenha em conta o reconhecimento das singularidades do contexto para o qual se destina e os fundamentos teóricos (ENSSLIN, 2020b).

4 RESULTADOS

Esta seção abrange o processo de pesquisa resultante do emprego do instrumento de intervenção *ProKnow-C* e a construção do modelo multicritério construtivista para apoiar a gestão de riscos de acidentes de trabalho em uma indústria de construção de pré-fabricados em concreto.

Os resultados serão apresentados em três subseções principais: (i) 4.1 Fragmento da literatura do tema gestão de riscos de acidentes de trabalho, (ii) Construção do modelo para gestão de riscos de acidentes de trabalho em uma indústria de construção de pré-fabricados em concreto e (iii) Cotejamento dos aspectos identificados na literatura com os desenvolvidos no modelo construído.

4.1 FRAGMENTO DA LITERATURA DO TEMA GESTÃO DE RISCOS DE ACIDENTES DE TRABALHO NA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO

Nesta subseção serão apresentados os resultados da pesquisa obtidos com o instrumento de intervenção *ProKnow-C*, que se configuram o fragmento da literatura do tema gestão de riscos de acidentes de trabalho na indústria da construção por meio da (i) análise bibliométrica; (ii) análise sistêmica e do (iii) mapa da literatura.

4.1.1 Análise bibliométrica

Ao encerrar o processo de seleção do Portfólio Bibliográfico, que constitui o fragmento teórico da pesquisa, avançou-se a etapa de análise bibliométrica dos artigos selecionados. Essa bibliometria consiste na aplicação de métodos matemáticos e estatísticos em um conjunto definido de artigos para a gestão da informação e do conhecimento científico do tema de pesquisa (AFONSO *et al.*, 2011; ENSSLIN *et al.*, 2015b). Trata-se de uma análise que procura por padrões ou explicações para comportamentos não estruturados para rastreamento de tendências de pesquisas, identificação de áreas emergentes das ciências, das conexões entre os temas rastreados ou para identificar a frequência em que determinadas publicações são citadas (DAIM; RUEDA; MARTIN, 2005; PORTER, 2007).

A análise bibliométrica do portfólio levou em consideração: (i) os artigos com maior expressão científica segundo a quantidade de citações; (ii) o grau de relevância dos autores do PB e das referências bibliográficas do portfólio; (iii) a rede de colaboração entre os autores; (iv)

a rede de colaboração entre os países de origem das pesquisas; (v) os periódicos científicos que publicaram sobre o tema; (vi) o grau de relevância dos periódicos do PB e das referências bibliográficas do portfólio; (vii) o fator de impacto dos periódicos e (viii) a rede de co-ocorrências de palavras-chave.

4.1.1.1 Artigos de destaque

Os artigos de destaque com reconhecimento científico foram evidenciados conforme a quantidade de citações no Google Acadêmico em consulta realizada no dia 28 de março de 2020, conforme ilustrado na Tabela 2.

Tabela 2 - Artigos de destaque do portfólio bibliográfico

Item	Artigo	Quantidade de Citações	Frequência Relativa	Frequência Acumulada
1	VINODKUMAR, M. N.; BHASI, M. Safety management practices and safety behaviour: Assessing the mediating role of safety knowledge and motivation. **Accident Analysis and Prevention**, 42(6), 2082-2093, 2010	355	12,6%	12,6%
2	HINZE, J.; THURMAN, S.; WEHLE, A. Leading indicators of construction safety performance. **Safety Science**, 51(1), 23-28, 2013	283	10,0%	22,6%
3	WACHTER, J. K.; YORIO, P. L. A system of safety management practices and worker engagement for reducing and preventing accidents: An empirical and theoretical investigation. **Accident Analysis & Prevention**, 68, 117-130, 2014	191	6,8%	29,3%
4	LEVESON, N. A systems approach to risk management through leading safety indicators. **Reliability Engineering and System Safety**, 136, 17-34, 2015	184	6,5%	35,8%
5	PODGÓRSKI, D. Measuring operational performance of OSH management system – A demonstration of AHP-based selection of leading key performance indicators. **Safety Science**, 73, 146-166, 2015	180	6,4%	42,2%
6	KHAN, F.; RATHNAYAKA, S.; AHMED, S. Methods and models in process safety and risk management: Past, present and future. **Process Safety and Environmental Protection**, 98, 116-147, 2015	172	6,1%	48,3%
7	REIMAN, T.; PIETIKÄINEN, E. Leading indicators of system safety - Monitoring and driving the organizational safety potential. **Safety Science**, 50(10), 1993-2000, 2012	172	6,1%	54,4%
8	FUNG, I. W. H. *et al*. Developing a risk assessment model for construction safety**. International Journal of Project Management**, 28(6), 593-600, 2013	168	5,9%	60,3%
9	LI, H. *et al*. Proactive behavior-based safety management for construction safety improvement**. Safety Science**, 75, 107-117, 2015	152	5,4%	65,7%
10	SOUSA, V.; ALMEIDA, N. M.; DIAS, L. A. Risk-based management of occupational safety and health in the construction industry – Part 1: Background knowledge. **Safety Science**, 66, 75-86, 2014	129	4,6%	70,3%
11	CHENG, E. W. L.; RYAN, N.; KELLY, S. Exploring the perceived influence of safety management practices on project performance in the construction industry. **Safety Science**, 50(2), 363-369, 2012	122	4,3%	74,6%

12	FERNÁNDEZ-MUÑIZ, B.; MONTES-PEÓN, J. M.; VÁZQUEZ-ORDÁS, C. J. Occupational risk management under the OHSAS 18001 standard: Analysis of perceptions and attitudes of certified firms. **Journal of Cleaner Production**, 24, 36-47, 2012	118	4,2%	78,8%
13	HINZE, J.; HALLOWELL, M.; BAUD, K. Construction-Safety Best Practices and Relationships to Safety Performance. **Journal of Construction Engineering and Management**. 139. 04013006, 2013	107	3,8%	82,6%
14	ILBAHAR, E, *et al*. A novel approach to risk assessment for occupational health and safety using Pythagorean fuzzy AHP & fuzzy inference system. **Safety Science**, 103, 124-136, 2018	97	3,4%	86,0%
15	CHI, S.; HAN, S. Analyses of systems theory for construction accident prevention with specific reference to OSHA accident reports. **International Journal of Project Management**, 31(7), 1027-1041, 2013	88	3,1%	89,1%
16	SWUSTE, P. *et al*. Process safety indicators, a review of literature. **Journal of Loss Prevention in the Process Industries**, 40, 162-173, 2016	69	2,4%	91,5%
17	FERNÁNDEZ-MUÑIZ, B.; MONTES-PEÓN, J. M.; VÁZQUEZ-ORDÁS, C. J. Safety leadership, risk management and safety performance in Spanish firms. **Safety Science**, 70, 295-307, 2014	65	2,3%	93,8%
18	LI, Y.; GULDENMUND, F. W. Safety management systems: A broad overview of the literature. **Safety Science**, 103, 94-123, 2018	57	2,0%	95,9%
19	SOUSA, V.; ALMEIDA, N. M.; DIAS, L. A. Risk-based management of occupational safety and health in the construction industry – Part 2: Quantitative model. **Safety Science**, 74, 184-194, 2015	49	1,7%	97,6%
20	FUNG, I. W. H.; LO, T. Y.; TUNG, K. C. F. Towards a better reliability of risk assessment: Development of a qualitative & quantitative risk evaluation model (Q 2REM) for different trades of construction works in Hong Kong. **Accident Analysis and Prevention**, 48, 167-18, 2012	48	1,7%	99,3%
21	GUO, B. H. W. *et al*. Using a Pressure-State-Practice Model to Develop Safety Leading Indicators for Construction Projects**. Journal of Construction Engineering and Management**, 143, 2017.	11	0,4%	99,7%
22	YIU, N. S. N. *et al*. Implementation of safety management system in managing construction projects: Benefits and obstacles. **Safety Science**, 117, 23-32, 2019	6	0,2%	99,9%
23	FUNG, I. W. H.; TAM, V. W. Y. Development of an empirical model for selecting accident prevention measures for construction managers. **International Journal of Construction Management**, 13(1), 39-51, 2013	3	0,1%	100,0%
24	CHOE, S.; LEITE, F. Transforming inherent safety risk in the construction Industry: A safety risk generation and control model. **Safety Science**, 124, 2020	0	0,0%	100,0%
25	MORGADO, L.; SILVA, F. J. G.; FONSECA, L. M. Mapping Occupational Health and Safety Management Systems in Portugal: outlook for ISO 45001:2018 adoption. **Procedia Manufacturing**, 38, 755-764, 2019	0	0,0%	100,0%

Fonte: Autor (2020).

O artigo do PB com maior reconhecimento científico é *Safety management practices and safety behaviour: assessing the mediating role of safety knowledge and motivation*, publicado em 2010 no periódico *Accident Analysis & Prevention*. Os autores são Vinodkumar, professor do Departamento de Engenharia de Segurança e Incêndio, e Bhasi, professor do Departamento Escola de Estudos Gerenciais. Ambos são filiados a *Cochin University of Science and Technology*, Índia. Além desse artigo, os autores publicaram, em parceria, dois outros acerca das práticas de gerenciamento de segurança do trabalho, porém estes não foram selecionados para o PB, por não se enquadrarem durante o processo de filtragem.

O segundo artigo com relevância científica é *Leading indicators of construction safety performance*, de Hinze, Thurman e Wehle, publicado em 2013 no periódico *Safety Science*. O terceiro artigo é *A system of safety management practices and worker engagement for reducing and preventing accidents: an empirical and theoretical investigation*, escrito por Wachter e Yorio, em 2014, e publicado no periódico *Accident Analysis & Prevention*. Desse artigo, o autor principal é professor do Departamento de Ciências de Segurança, da *Indiana University of Pennsylvania*; e o coautor é gestor de pesquisas do Centro de Controle e Prevenção de Doenças, nos Estados Unidos.

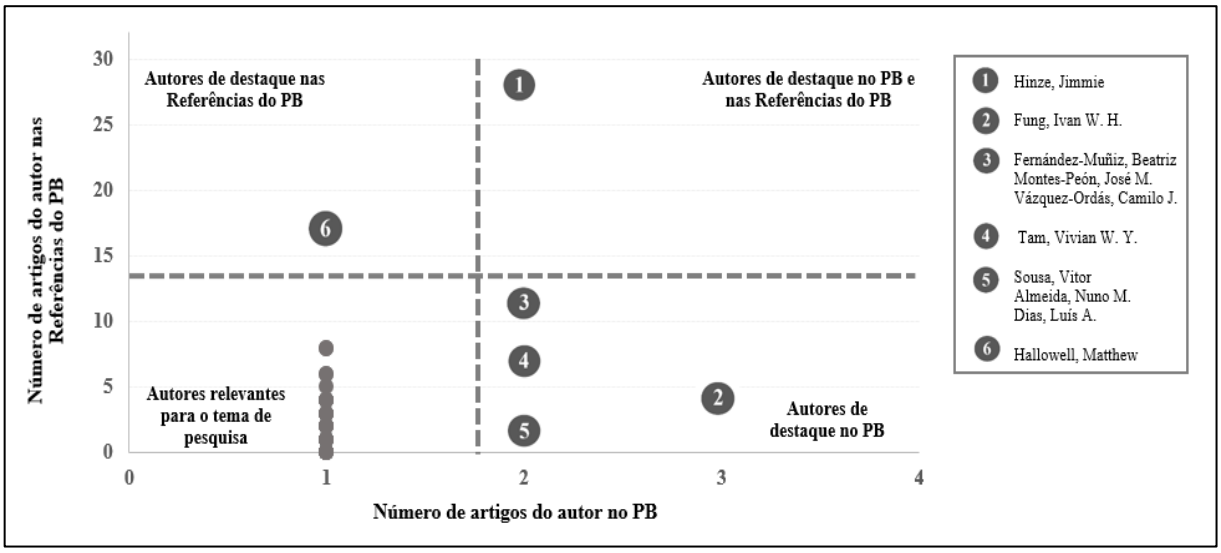
Destaca-se que esses três artigos citados, com maior reconhecimento científico, juntos possuem 829 citações, isto é, representam 29,3% de todas as citações do PB selecionado.

4.1.1.2 Autores de destaque

A análise busca identificar os autores com maior relevância científica com trajetória estabelecida no tema ao longo de suas carreiras profissionais. Dos 25 artigos analisados do PB, encontrou-se 58 autores. Destes artigos, dois (2) foram escritos por um único autor, sete (7) artigos foram escritos por dois (2) autores, já, as produções com três (3) autores configuram 40% do portfólio e com 24%, os artigos publicados produzidos por quatro (4) ou mais autores.

Para estimar o grau de relevância, a Figura 13 compara o número de artigos produzidos pelos autores do PB e o número de artigos de cada autor nas referências do PB.

Figura 13 - Grau de relevância dos autores do portfólio bibliográfico



Fonte: Autor (2020).

Com o cruzamento da quantidade de artigos do autor constante no PB com a quantidade de artigos do autor constante nas referências bibliográficas do Portfólio, observa-se que Hinze se destaca entre os demais autores, pois, além de estar presente com dois artigos no PB, foram encontrados 28 artigos, de sua autoria, publicados nas referências bibliográficas. O autor é professor do Departamento de Projeto e Planejamento da Construção, *University of Florida*. Além de fazer pesquisas sobre a integração dos projetos civis, explora estudos sobre as causas de lesões na construção, os efeitos da educação e o treinamento em segurança dos trabalhadores e os efeitos das políticas de segurança do trabalho nas empresas.

Outro autor de destaque é Fung, sendo o mais recorrente no Portfólio e com três artigos, de sua autoria, incluídos nas referências bibliográficas. Seus principais interesses de pesquisa se concentram em sistemas dinâmicos de gerenciamento de segurança do trabalho e engenharia de resiliência em grandes projetos. Está filiado a *City University of Hong Kong*, onde é professor do Departamento de Arquitetura e Engenharia Civil.

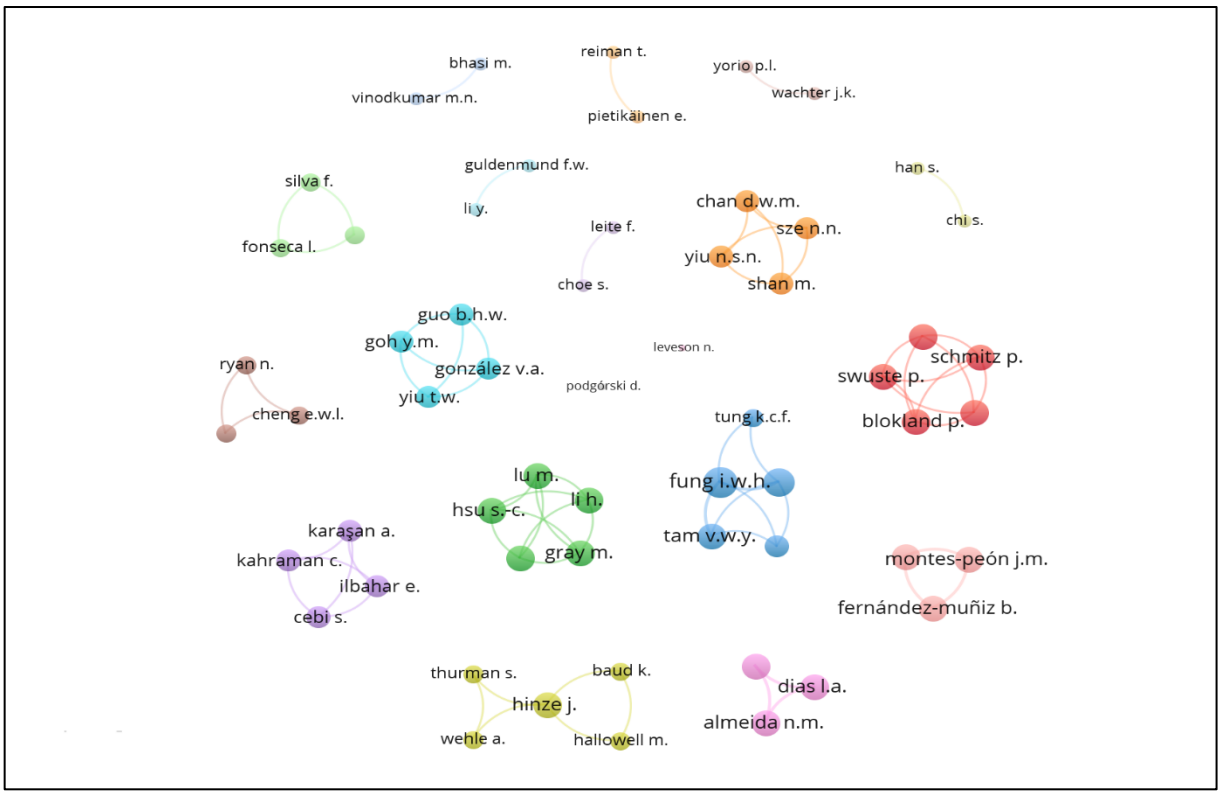
Com dois artigos presentes no PB e 12 artigos nas referências bibliográficas, estão os autores Fernández-Muñis, Montes-Peón e Vazques-Ordás. Esses pesquisadores estão filiados ao Departamento de Administração de Empresas, da *University of Oviedo*. São estudiosos que se interessam sobre o tema gerenciamento de risco e desempenho em segurança do trabalho em empresas espanholas. O trio de pesquisadores tem, em conjunto, nove publicações acerca do tema desde 2005. Esses artigos totalizam 1.437 citações em pesquisas feitas no Google Acadêmico, no dia 11 de abril de 2020, ressaltando a relevância dos coautores perante a comunidade científica.

Observa-se, no quadrante inferior à esquerda da Figura 13, que um grande número de autores (84,5%) com reduzida produção científica (um artigo no PB) responde pela maior proporção de estudos do tema na literatura, denotando assim a presença da Lei de Lotka (VANTI, 2002). Entretanto, esses resultados, se comparados com o Padrão de Lotka, confirmam que os autores do PB, que produzem mais do que um artigo (15,5%), produzem menos do que o previsto por Lotka. Segundo Leal, Oliveira e Soluri (2003, p. 95) ‘o número de autores com um único trabalho publicado, segundo a Lei de Lotka, deveria ser de $6/\pi 2$ que resulta numa constante igual a 60,8% dos autores’. Com base nesse padrão, o número de autores que publicam dois artigos é igual a 15,2%; o número de autores que publicam três artigos é igual 6,8%, e assim por diante. Entretanto, nesse PB, contatou-se que 13,79% dos autores publicaram 2 artigos e 1,72% publicaram 3 artigos.

4.1.1.3 Rede de colaboração entre os autores do portfólio bibliográfico

Com o objetivo de identificar as características de colaboração entre os autores do PB, o método de força de associação foi utilizado para normalizar a interação das ligações entre os autores. Para operacionalizar essa etapa, utilizou-se o *software VOSviewer*. Trata-se de uma ferramenta orientada à criação, visualização e exploração de mapas baseados em dados, cuja função, é definir os nós e ligações de rede. (VAN ECK; WALTMAN, 2018). Através da análise de redes é possível identificar como pesquisadores, instituições de pesquisa ou países se relacionam de acordo com a quantidade de estudos que realizam e publicam em conjunto. A Figura 14 apresenta as principais redes de colaboração mapeadas entre os autores.

Figura 14 - Rede de colaboração entre os autores do PB



Fonte: Autor (2020).

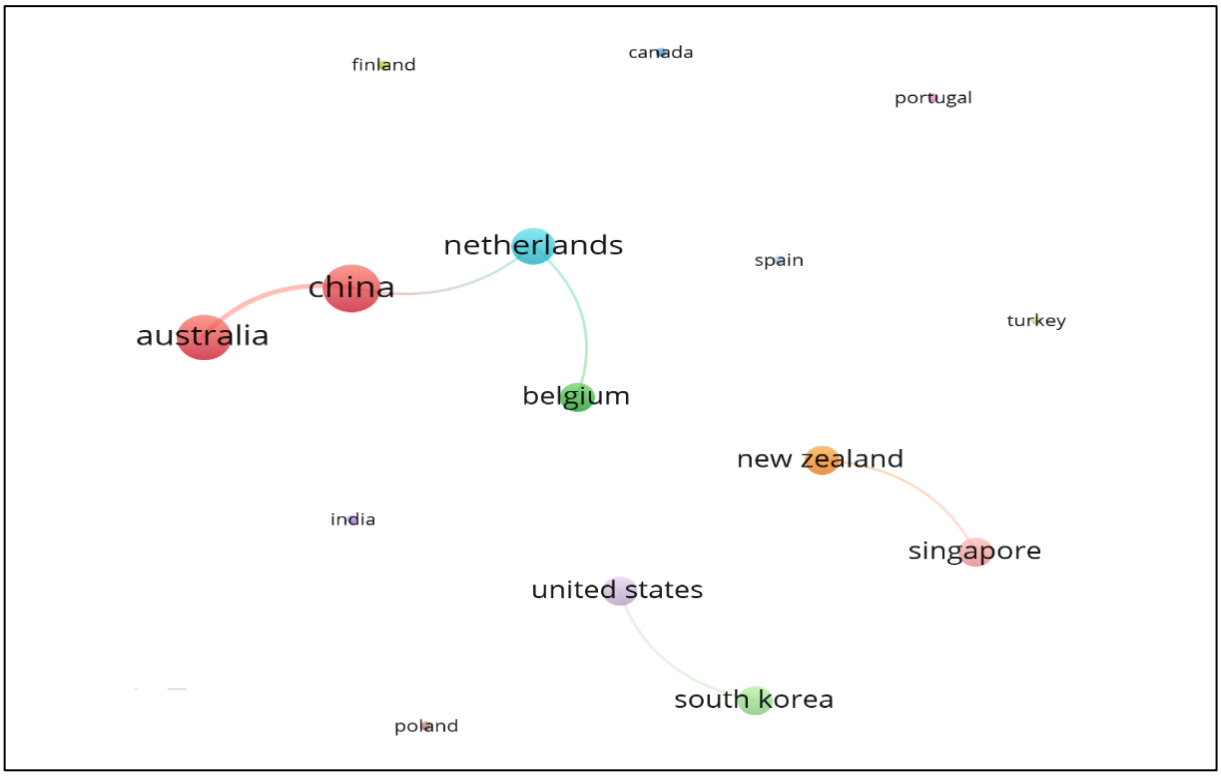
Na análise, foram considerados todos os autores que fazem parte do portfólio, desta forma, gerou uma rede com 58 nós (autores), e estes, foram dispostos em 19 *clusters*. No mapa, os tamanhos dos círculos indicam a força de ligação entre os autores. Destacam-se quatro (4) *clusters* com maior número de nós (5 autores), ou seja, maior quantidade de pesquisadores colaborando entre si. A centralidade dos clusters estão representados pelos autores com maior

força de associação sendo eles: (i) Hinze, J.; (ii) Fung, I.W.H.; (iii) Blokland, P. e (iv) Gray, M. Há ainda três (3) *clusters* composto por quatro (4) autores, os demais são formados por três autores ou menos. O resultado do mapa de rede de colaboração entre autores constata uma acentuada dispersão entre autores na produção científica no campo do tema estudado.

4.1.1.4 Rede de colaboração entre os países de origem das pesquisas

A rede de colaboração entre os países de origem, conforme afiliação dos pesquisadores do PB está ilustrado na Figura 15.

Figura 15 - Rede de colaboração entre os países de origem das pesquisas



Fonte: Autor (2020).

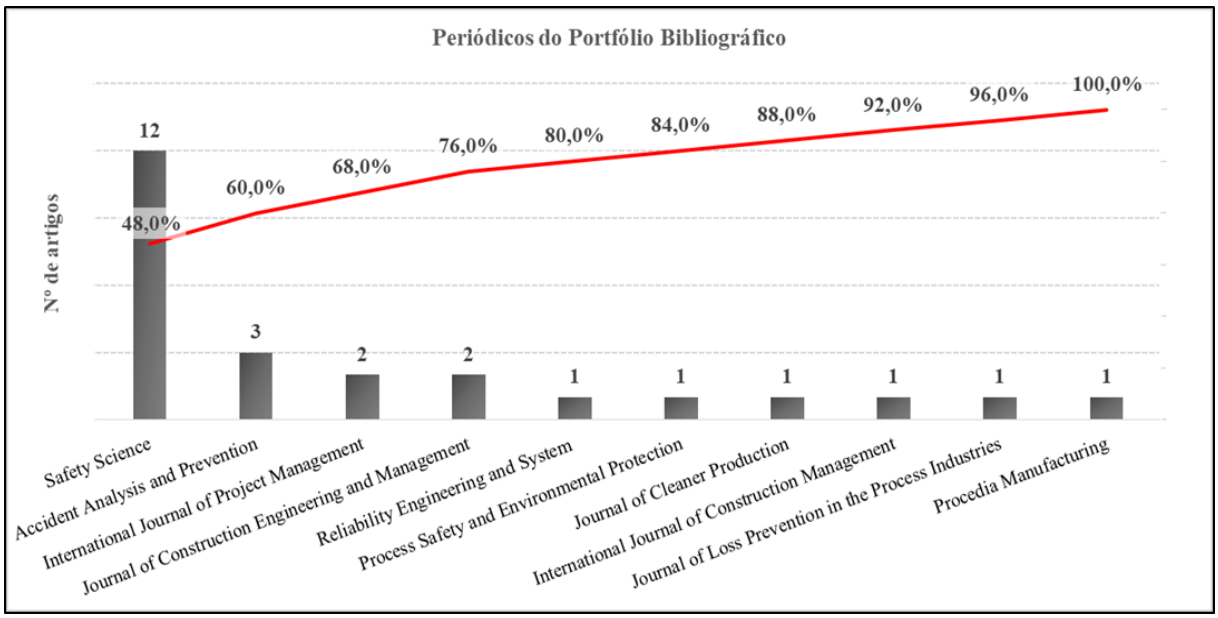
Observa-se uma rede de colaboração entre 15 países (nós), distribuídos em dez *clusters*. Quanto maior o círculo representado pelo país, maior é a sua força de ligação com os demais. Evidencia-se um *cluster* principal formado pela colaboração entre quatro (4) países: (i) China, (ii) Austrália, (iii) Holanda e (iv) Bélgica. A centralidade do grupo é a China, com maior concentração dos estudos em Hong Kong (Região Administrativa Especial da China). Atualmente, pesquisas científicas quanto a Gestão de Riscos de Acidentes de Trabalho é uma tendência no país, sendo uma preocupação de muitos pesquisadores chineses, visto que, de

acordo as estatísticas recentes da Organização Internacional do Trabalho - OIT, a China se encontra entre os países no mundo com maior número de ocorrências de acidentes de trabalho e óbitos ocasionados por estes. Observa-se também, uma forte colaboração entre pesquisas de origem chinesa e australiana.

4.1.1.5 Periódicos de destaque

Em relação aos periódicos responsáveis pela publicação dos artigos científicos, foram achados um total de 10 que compõem o PB. Destes, seis (6) periódicos apresentaram somente um (1) artigo publicado, conforme demonstrado na Figura 16.

Figura 16 - Periódicos de destaque no portfólio bibliográfico



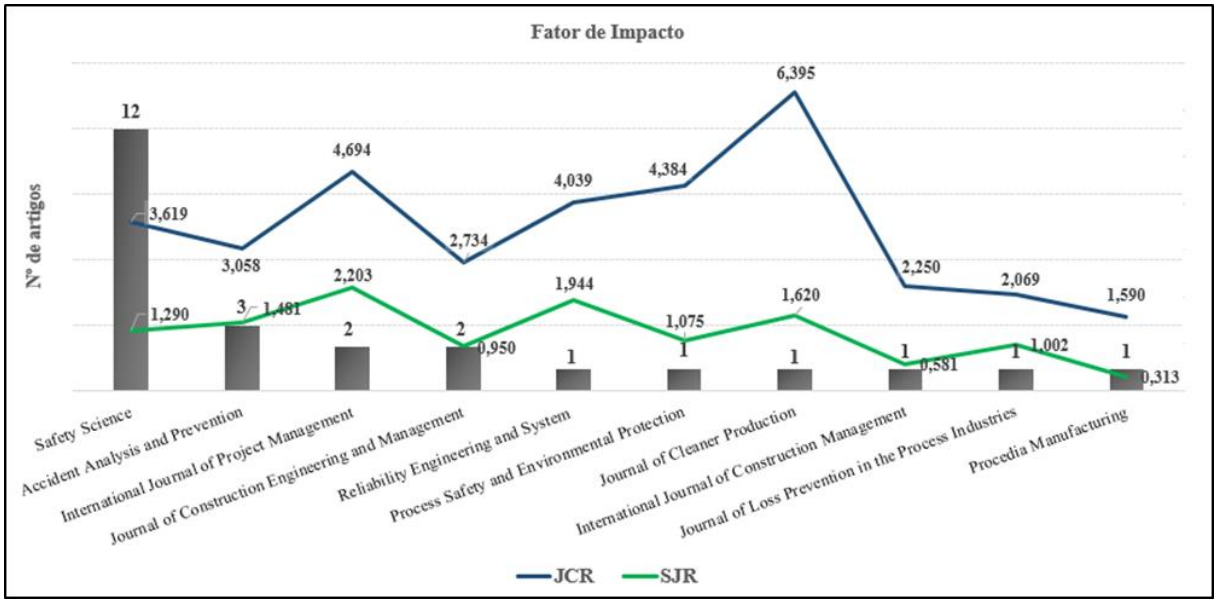
Fonte: Autor (2020).

O periódico de maior grau de relevância foi notadamente o *Safety Science*, concentrando 12 dos 25 artigos selecionados, isto é, reflete em 48% dos artigos publicados presentes no portfólio. O *Safety Science* é uma revista holandesa dedicada a servir como meio internacional de pesquisa na ciência e na tecnologia da segurança humana. Estende-se da segurança das pessoas no trabalho a outras esferas. A revista cobre a física e a engenharia de segurança; seus aspectos sociais, políticos e organizacionais; a gestão de riscos; a eficácia das técnicas de controle para segurança; padronização, legislação, inspeção, aspectos de custeio, comportamento e segurança humana (ELSEVIER, 2020).

O segundo periódico em destaque é *Accident Analysis na Prevention* com três (3) artigos publicados presentes no PB. Trata-se de uma revista que oferece ampla cobertura das áreas gerais relacionadas a lesões e danos acidentais. As áreas de interesse incluem: estudos de fatores humanos, ambientais que influenciam a ocorrência de acidentes de trabalho, tipo e gravidade de acidentes e lesões; implementação e avaliação de contramedidas; modelagem e análise estatística de dados de acidentes; além do planejamento e tomada de decisões em segurança do trabalho (ELSEVIER, 2020).

O fator de impacto dos periódicos do portfólio com base nos índices dos rankings de periódicos científicos SCImago Journal Rank – SJR e Journal Citation Reports – JCR são ilustrados na Figura 17.

Figura 17 - Fator de impacto dos periódicos do PB



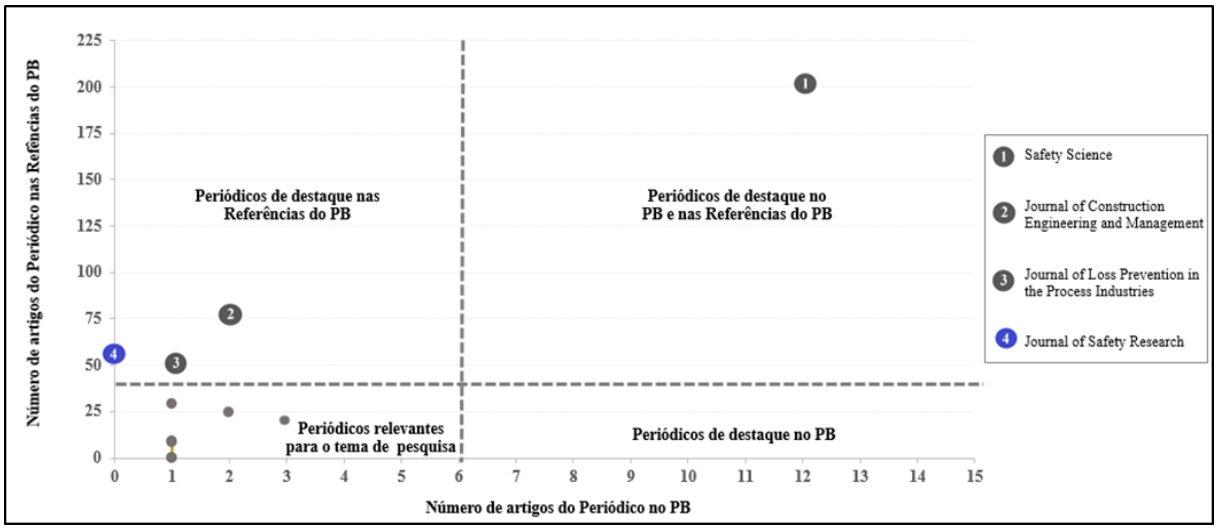
Fonte: Autor (2020).

O periódico *Safety Science* apresenta fator de impacto JCR 3,619 e SJR 1,290, já o periódico *Accident Analysis na Prevention* com JCR 3,058 e SJR 1,481. Referem-se a revistas altamente alinhadas com o tema da pesquisa proposta, com relevância internacional na comunidade científica. Observa-se que dentre os periódicos selecionados no portfólio, o *Journal of Cleaner Production* apresenta os maiores índices JCR e SJR, entretanto, essa revista não tem como foco principal o tema proposto desta pesquisa, pois seu escopo compreende as publicações ligadas nas pesquisas de práticas ambientais e de sustentabilidade.

4.1.1.6 Grau de relevância dos periódicos no PB

Para evidenciar o grau de relevância dos periódicos dos artigos presentes no PB junto à comunidade científica, a Figura 18 apresenta o cruzamento dos periódicos do portfólio com os periódicos das referências bibliográficas dos artigos selecionados.

Figura 18 - Grau de relevância dos periódicos



Fonte: Autor (2020).

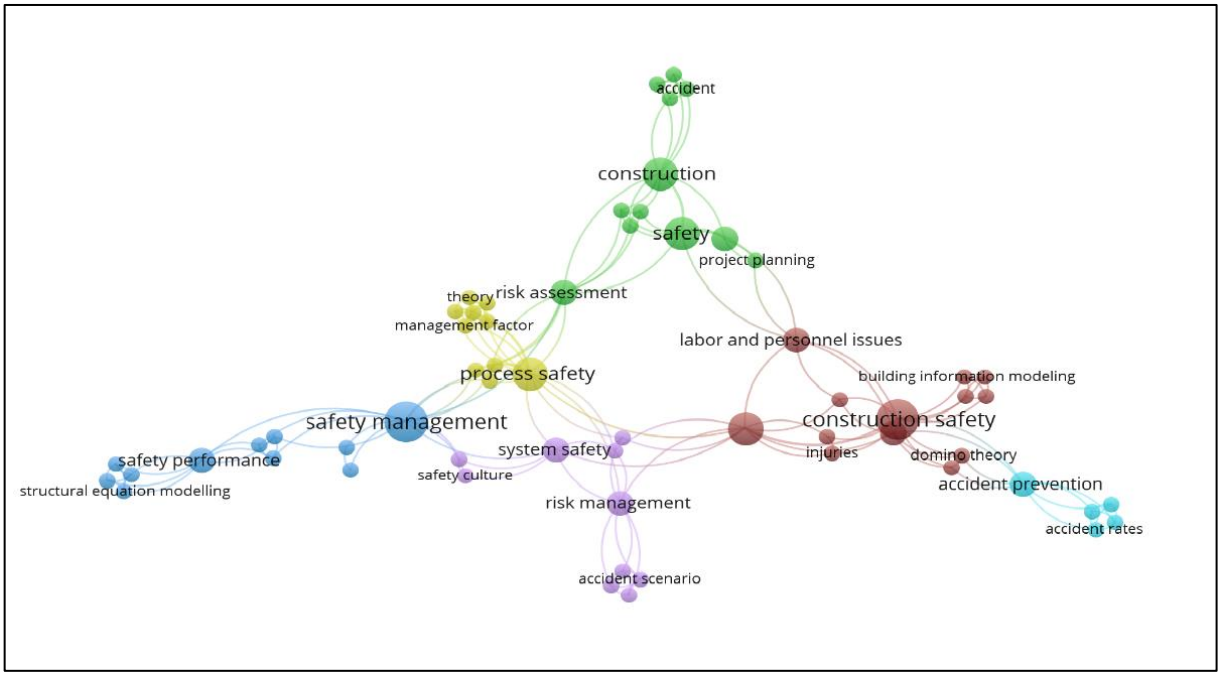
Com base no cruzamento dos periódicos em que os artigos e suas referências foram publicados, confirma o protagonismo da *Safety Science* perante aos pesquisadores entusiastas ao tema Gestão de Riscos de Acidentes de Trabalho, pois, além de estar presente em 12 artigos do PB, foram identificadas 201 publicações nas referências bibliográficas. Vale ressaltar que, outras revistas tiveram destaque nas referências como o *Journal of Construction Engineering Management* e o *Jornal of Loss Prevention in the Process Industries*, estando presentes em 75 e 50 publicações respectivamente. Outro periódico de destaque nas referências, é o *Journal of Safety Research*, responsável por 57 publicações, porém, dentre os artigos que foram selecionados para compor o portfólio, a sua participação não foi encontrada. Estes resultados permitem aos pesquisadores direcionar suas leituras para estes periódicos, os quais seriam os mais aderentes ao tema.

Por fim, observa-se no gráfico que os achados estão em consonância a Lei de Bradford, visto que, um pequeno número de periódicos foi responsável pela alta produtividade de artigos com temas similares, enquanto um número maior de periódicos apresentou menos produtividade.

4.1.1.7 Palavras-chave de destaque

Para análise das palavras-chave de destaque, fez-se através da verificação de rede de co-ocorrências nos artigos do PB, segundo Van Eck e Waltman (2018) a relação de co-ocorrências entre duas palavras-chave é determinada pelo número de artigos em uma base de documentos em que ambas ocorrem em conjunto, seja no título, no resumo ou na lista de palavras-chave. No mapa ilustrado na Figura 19 o tamanho do círculo simboliza a frequência de ocorrências das palavras-chave e quanto maior a proximidade entre elas, maior é a força de associação.

Figura 19 - Co-ocorrências das palavras-chave



Fonte: Autor (2020).

Dentre os artigos do PB, encontrou-se 91 palavras-chave, porém, para análise foram considerados 61 deste conjunto, visto serem aquelas com maior força de ligação. Os achados resultaram na construção de seis (6) *clusters* que serão discutidas em ordem a quantidade de itens inclusos.

O primeiro *cluster* em quantidade está centrada na palavra-chave *construction safety* e contém 13 nós que se relacionam. Este conjunto de palavras-chave sugere pesquisas a respeito de comportamentos pessoais baseado na segurança em construções. O segundo *cluster* possui 12 nós, tais termos abordam interesses de pesquisas com temas que associam a segurança em construções e os acidentes de trabalho, destacando as palavras *construction, safety, accident* e *risk assessment*. Com 11 nós, o terceiro *cluster* versa sobre pesquisas que adotam como objetivo

a avaliação de desempenho em segurança do trabalho, sendo as palavras com maior frequência de ocorrência *safety management* e *safety performance*.

O quarto *cluster* reúne 10 palavras-chave, destacando-se *process safety* e *management factor. O* quinto *cluster* apresenta palavras relacionadas ao gerenciamento de risco, entre elas, *risk management, system safety* e *safety culture.* Finalizando, com cinco (5) nós o *cluster* centrado em termos que evidenciam pesquisas acerca de sistemas e métodos de prevenção de acidentes, representado pelas palavras-chave *accident prevention* e *accident rate.*

Salienta-se que, dentre o escopo das palavras-chave encontradas nos artigos do PB ou seus sinônimos, são palavras equivalentes as utilizadas no presente estudo como termos de pesquisa na busca de artigos. Assim sendo, estas palavras-chave estabelecem a temática do PB, de acordo a Lei de Zipf.

4.1.2 Análise sistêmica

Ao findar as etapas de (i) seleção de Portfólio Bibliográfico e (ii) Análise Bibliométrica, inicia-se a terceira etapa do *ProKnow-C,* a Análise Sistêmica. Trata-se do processo científico utilizado para, a partir da filiação teórica do pesquisador e por meio das lentes definidas e explicitadas como as áreas de conhecimento requeridas pela ciência para a construção de modelos para apoiar o processo de gestão (ENSSLIN, 2020b), analisar uma amostra de artigos representativa de determinado assunto de pesquisa, buscando evidenciar os destaques e as oportunidades (carências) encontrados na amostra (ENSSLIN; ENSSLIN; DUTRA, 2009; TASCA *et al*., 2010; BORTOLUZZI *et al*., 2011; AFONSO *et al*., 2011; ROSA *et al*., 2012).

Segundo Ensslin (2020b), a Análise Sistêmica refere-se a um tipo de investigação focada em questões bem definidas, que visam identificar, selecionar, avaliar e sintetizar os resultados relevantes disponíveis para as áras de conhecimento de cada uma das lentes e a partir deste confrontá-los com os conhecimentos científicos utilizados quando da construção dos modelos de gestão no PB, para o tema e então ou destacar sua excelência ou propor a realização de novas pesquisas que complementem e/ou atualizem os resultados questionados e assim avançar seu estágio de desenvolvimento (nível de conhecimentos).

Para estruturar a análise sistêmica na pesquisa, nesta seção serão apresentados os tópicos: (i) Mapeamento do PB selecionado; (ii) a Análise Sistêmica em contextos sociais e (iii) a aplicação da Análise Sistêmica conforme protocolo do *Proknow-C.*

4.1.2.1 Mapeamento do PB selecionado

Para realização da Análise Sistêmica da literatura de acordo ao proposto pelo *ProKnow-C,* primeiramente é necessário esclarecer as informações de cada artigo do Portfólio Bibliográfico – PB, com o objetivo de formalizar o alinhamento e a contextualização do tema estudado. O Quadro 10 demonstra o Mapeamento referente a literatura daos artigos empiricos selecionados no PB e ordenados conforme número de citações no Google Acadêmico em pesquisa realizada no dia 28 de março de 2020. O Mapeamento do PB apresentado se propõe a demonstrar: (i) os títulos dos artigos; (ii) a relevância conforme número de citações; (iii) os objetivos propostos; (iv) os contextos dos problemas; (v) os métodos utilizados, (vi) as conclusões com os principais resultados e (vii) as informações dos autores principais dos artigos.

Quadro 10 - Mapeamento dos artigos do PB a ser realizado a análise sistêmica

#	**Forma de citação do artigo**	**Título do artigo; Citações; Objetivo do artigo; Contexto do problema; Método utilizado, Conclusões, Dados do autor**
1	(VINODKUMAR; BHASI, 2010)	O artigo *Safety management practices and safety behaviour: Assessing the mediating role of safety knowledge and motivation*, publicado em 2010, possuía 355 citações no Google Acadêmico em consulta realizada no dia 28/03/2020 às 19:25 h (GOOGLE, MARÇO de 2020). O objetivo do artigo é propor um modelo que estabeleça a unidimensionalidade e a confiabilidade dos sistemas de segurança, além de investigar os efeitos diretos e mediadores de conhecimento e motivação sobre segurança nas relações entre as práticas de gerenciamento de segurança e comportamento de segurança. Para isso, o modelo mediu as percepções dos funcionários sobre seis práticas de gestão de segurança e conhecimentos de segurança (compromisso da Gestão, treinamento em segurança, envolvimento dos trabalhadores, comunicação e feedback de Segurança, regras e procedimentos de segurança, políticas de promoção de segurança), realizando uma pesquisa utilizando questionários aplicados a funcionários pertencentes a oito unidades industriais da Índia e analisados os dados com o *software* AMOS-4. Os principais resultados da pesquisa foram: (i) demonstrou a validade e a confiabilidade das seis práticas percebidas de gestão da segurança; (i) as práticas de gestão de segurança possuem relações diretas e indiretas com o desempenho da segurança; (iii) o conhecimento em segurança e a motivação foram os principais mediadores na explicação dessa relação; (iv) os treinamentos de segurança foram identificados como a mais importante prática de segurança como motivador ao funcionário. O autor cita como instrumento de intervenção o uso de modelo específico para a elaboração do artigo e apresentam o seu alinhamento definição de avaliação de desempenho de Campbell *et al*., (1993). O autor principal do artigo é Minaxi Vinodkumar, professor n Departamento de Engenharia de Segurança do Trabalho e prevenção de Incêndios na *Cochin University of Science and Technology*, autor de 12 artigos e tinha 862 citações no Google Acadêmico (GOOGLE, JUNHO de 2020).

2	(HINZE; THURMAN; WEHLE, 2013).	O artigo *Leading indicators of construction safety performance,* publicado em 2013, possuía 283 citações no Google Acadêmico em consulta realizada no dia 28/03/2020 às 18:50 h (GOOGLE, MARÇO de 2020). O objetivo do artigo é sugerir a utilização dos principais indicadores de segurança na construção. Para isso, foi analisado os principais indicadores que estavam sendo empregados por uma grande construtora em 14 projetos no EUA através das observações dos trabalhadores baseadas em auditorias no canteiro de obras. Os principais resultados foram: (i) se uma empresa da construção tem a intenção de aderir a filosofia de 'acidente zero', deve considerar o uso de outros indicadores (proativos), além dos tradicionais; (ii) ao utilizar somente indicadores reativos, o programa de segurança do trabalho não sofre alterações até ocorrer um acidente. Os autores não citam a utilização de um instrumento de intervenção específico para a elaboração do artigo, bem como não apresentam o seu alinhamento à alguma definição de avaliação de desempenho. O autor principal do artigo é Jimmie Hinze, professor no Departamento de Projeto e Planejamento da Construção da *University of Florida,* autor de 79 artigos e tinha 2224 citações no *Researchgate* (RESEARCHGATE, JUNHO de 2020).
3	(WACHTER; YORIO, 2014)	O artigo *A system of safety management practices and worker engagement for reducing and preventing accidents: An empirical and theoretical investigation,* publicado em 2014, possuía 191 citações no Google Acadêmico em consulta realizada no dia 28/03/2020 às 19:30 h (GOOGLE, MARÇO de 2020). O objetivo do artigo é desenvolver uma reflexão em torno de um sistema de práticas de gestão de segurança e testar sua relação com as estatísticas de desempenho de segurança, tais como taxas de acidentes, além de explorar como essas práticas de trabalho influenciam o atingimento dos resultados positivos de segurança por meio de engajamento do trabalhador. Para isso, os dados foram coletados usando um gerenciador de segurança e empregado pesquisas a gerentes de segurança de organizaçações no EUA, visando avaliar e práticas do sistema de gestão de segurança, a percepção dos empregados resultantes de práticas existentes, e os resultados de desempenho de segurança Os principais resultados da pesquisa foram: (i) existem correlações significativas entre as práticas de gestão estudas nos níveis de engajamento do trabalhador e nos resultados de desempenho de segurança, principalmente pelo engajamento; (ii) um sistema equilibrado e abrangente para gerenciar a segurança incluiria um processo participativo dos funcionários na solução de problemas; (iii) cada pratica é importante para redução de acidentes; (iv) os resultados indicam também que a eficácia de um sistema de gestão da segurança e das suas práticas na redução das taxas de acidentes depende dos níveis de envolvimento cognitivo e emocional dos trabalhadores, centrados na segurança; (v) as percepções dos trabalhadores podem afetar o desempenho das organizações em termos de segurança, mesmo num ambiente de sistema de gestão de segurança altamente estruturado. Os autores não citam a utilização de um instrumento de intervenção específico para a elaboração do artigo, bem como não apresentam o seu alinhamento à alguma definição de avaliação de desempenho. O autor principal do artigo é Jan K. Wachter professor do Departamento de Ciências de Segurança da *Indiana University of Pennsylvania,* autor de 23 artigos e tinha 404 citações no Google Acadêmico (GOOGLE, JUNHO de 2020)

4	(LEVESON, 2015)	O artigo *A systems approach to risk management through leading safety indicators*, publicado em 2015, possuía 184 citações no Google Acadêmico em consulta realizada no dia 28/03/2020 às 19:00 h (GOOGLE, MARÇO de 2020). O objetivo do artigo é propor uma abordagem para identificar e monitorar os indicadores de segurança e fornecer orientação na concepção de uma estrutura de gerenciamento de riscos para usar esses indicadores de forma eficaz. Para isso, foi proposto um novo modelo de causalidade de acidentes chamado STAMP (S*ystem Theoretic Accident Model and Processes*). O STAMP estende aos modelos atuais de causalidade de acidentes para incluir causas mais complexas do que simplesmente falhas de componentes e cadeias de eventos de falha. Ele incorpora princípios básicos do pensamento de sistemas e é baseado na teoria dos sistemas em vez da teoria da confiabilidade tradicional. O principal resultado da pesquisa com o modelo proposto é reduzir os vieses heurísticos conhecidos e comuns que levam à avaliação falha do risco. Embora os vieses nunca possam ser completamente eliminados, eles podem ser reduzidos concentrando-se na plausibilidade (vulnerabilidade) em vez de probabilidade, usando um processo estruturado para avaliar riscos, especificando respostas necessárias a premissas fracassadas, empregando análises e identificando mecanismos causais através de um processo estruturado antes de tomar decisões relacionadas ao risco. O modelo STAMP foi proposto como instrumento de intervenção específico para a elaboração do artigo. O autor do artigo é Nancy Leveson, professora de Aeronáutica e Astronáutica na Massachusetts *Institute of Technology*, autor de 437 artigos e tinha 26206 citações no Google Acadêmico (GOOGLE, JUNHO de 2020).
5	(PODGÓRSKI, 2015)	O artigo *Measuring operational performance of OSH management system – A demonstration of AHP-based selection of leading key performance indicators*, publicado em 2015, possuía 180 citações no Google Acadêmico em consulta realizada no dia 28/03/2020 às 19:15 h (GOOGLE, MARÇO de 2020). O objetivo do artigo é demonstrar a aplicação de um método baseado em AHP para priorização e seleção dos principais indicadores que medem o desempenho operacional da segurança do trabalho. Para isso, a partir de uma lista inicial de indicadores, elaborados com base em uma revisão da literatura e experiência do autor. Em seguida, os KPIs relevantes serão atribuídos a componentes individuais do sistema (emprego do método AHP), a fim de obter um conjunto relativamente pequeno de KPIs permitindo um método melhor e mais fácil para medir o desempenho operacional da segurança, com foco na detecção precoce de quaisquer irregularidades e falhas no sistema. O ranking e a priorização dos principais indicadores de desempenho foram feitos em relação a um conjunto de critérios SMART (Específico, Mensurável, Alcançável, Relevante e Com limite de tempo) Os principais resultados da pesquisa foram: (i) demonstrou a priorização dos indicadores conforme AHP; (ii) a aplicação de todos esses indicadores dentro de um sistema garantia; (iii) a implementação de procedimentos de monitoramento de KPIs permitirá que os gestores respondam de forma mais eficaz aos indícios anteriores de irregularidade; (iv) o estudo demonstrou que o Processo de Hierarquia Analítica pode ser aplicado com sucesso no processo de seleção dos KPIs de um conjunto maior de candidatos a indicadores, particularmente quando esse processo é baseado na utilização de critérios SMART (ou seja, específicos, mensuráveis, alcançáveis, relevantes e vinculados ao tempo); (v) o modelo fornece aos gestores uma imagem sintética e concisa do desempenho do sistema, e permitiriam que eles respondessem de forma mais rápida e eficaz aos avisos precoces de irregularidades na operação do gestão da segurança, detectados em todos os componentes do sistema. O autor cita como utilização instrumento de intervenção o uso método AHP para a elaboração do artigo. Contudo, não apresentam o seu alinhamento à alguma definição de avaliação de desempenho.

		O autor principal do artigo é Daniel Podgórski, diretor na *Central Institute for Labour Protection – National Research Institute*, autor de 11 artigos e tinha 432 citações no Google Acadêmico (GOOGLE, JUNHO de 2020).
6	(FUNG *et al*, 2013)	O artigo *Developing a risk assessment model for construction safety* publicado em 2013, possuía 168 citações no Google Acadêmico em consulta realizada no dia 28/03/2020 às 18:25 h (GOOGLE, MARÇO de 2020). O objetivo do artigo é examinar os problemas de segurança atuais na construção em diferentes canteiros de obras em Hong Kong. Para isso, propõe o desenvolvento um um modelo de avaliação de risco (RAM) para ajudar a decisão dos profissionais de segurança na gestão da segurança e verificando a confiabilidade do RAM, realizou-se um estudo de caso. Os resultados da pesquisa evidenciam: (i) o RAM foi desenvolvido para o protótipo de uma ferramenta de avaliação de risco eficiente para promover prioridades de prevenção de lesões ocupacionais para trabalhadores de diferentes negócios; (ii) verificou-se que as obras de construção civil são uma área ocupacional de alto risco na indústria com base na pesquisa de acidentes compilada a partir de instituições oficiais; (iii) para melhorar o desempenho de segurança da indústria da construção civil, os profissionais de segurança devem garantir o gerenciamento de segurança no local. Melhorar o conhecimento dos profissionais de segurança e a conscientização sobre os riscos de segurança afetam a qualidade e a confiabilidade da avaliação de riscos; (iv) para alcançar uma boa prática de trabalho, deve-se buscar uma comunicação eficaz com os trabalhadores. Instruções de segurança eficazes devem ser fornecidas aos trabalhadores e a conscientização sobre a segurança deve ser aumentada. Todos os trabalhadores devem estar cientes dos riscos do trabalho. Como instrumentos de intervenção para o desenvolvimento do modelo foi utilizado o *software* ‘'RAM no Excel 2000’, que consiste em três partes principais: seção de entrada de dados, seção de análise de dados e seção de resultados. Contudo, os autores não apresentam o seu alinhamento à alguma definição de avaliação de desempenho. O autor principal do artigo é Ivan W.H. Fung, professor assistente no Departamento de Arquitetura e Engenharia Civil na *City University of Hong Kong*, autor de 79 artigos e tinha 1692 citações no Google Acadêmico (GOOGLE, JUNHO de 2020).
7	(LI *et al.*, 2015)	O artigo *Proactive behavior-based safety management for construction safety improvement*, publicado em 2015, possuía 152 citações no Google Acadêmico em consulta realizada no dia 28/03/2020 às 19:05 h (GOOGLE, MARÇO de 2020). O objetivo do artigo propor uma extensão da abordagem BBS (Segurança Baseada em Comportamento, denominado de PBBS (Segurança Baseada em Comportamento Proativo), para melhorar a segurança da construção. Para isso, foi proposto o modelo PBBS que integra a teoria do BBS com a tecnologia do Sistema Proativo de Gestão da Construção (PCMS) aplicado um canteiro de obras de Hong Kong. Os principais resultados da pesquisa foram: (i) medir o desempenho de segurança combinando métodos qualitativos (gerenciamento BBS) e quantitativos (observação de comportamento baseado em localização (PCMS); (ii) fornece avisos em tempo real e análise pós-tempo real para treinamento de segurança; (iii) simplificar a equipe de gerenciamento de segurança, diminuir a sobrecarga de gerenciamento de segurança e melhorar muito a eficácia da gestão da segurança; (iv) monitorar e registrar automaticamente os comportamentos inseguros baseados em localização dos trabalhadores gerando relatórios de acidentes; (v) fornece visibilidade baseada em localização dos trabalhadores da construção civil para os agentes de segurança e supervisores de segurança. O modelo PBBS foi proposto como instrumento de intervenção específico para a elaboração do artigo. Contudo, os autores não apresentam o seu alinhamento à alguma definição de avaliação de desempenho.

		O autor principal do artigo é Heng Li, professor titular de Informática da Construção na *The Hong Kong Polytechnic University*, autor de 558 artigos e tinha 19565 citações no Google Acadêmico (GOOGLE, JUNHO de 2020).
8	(CHENG; RYAN; KELLY, 2012)	O artigo *Exploring the perceived influence of safety management practices on project performance in the construction industry* publicado em 2012, possuía 122 citações no Google Acadêmico em consulta realizada no dia 28/03/2020 às 18:00 h (GOOGLE, MARÇO de 2020). O objetivo do artigo é explorar quais categorias das Práticas de Gestão de Segurança são consideradas importantes para projetos na industria da construção, além de examinar quais práticas estão significativamente relacionadas ao desempenho do projeto. Para isso, um estudo empírico foi realizado na indústria da construção em Hong Kong. Os resultados da pesquisa indicam que as categorias "informações" e "comitês" estiveram associadas ao desempenho do projeto de forma positiva e significativa. Uma das principais conclusões do estudo é que a indústria da construção tem prestado relativamente menos atenção aos comitês de gestão de segurança, que foram analisados como tendo um forte impacto percebido no desempenho do projeto. Para melhorar o desempenho dos projetos, as construtoras devem promover a criticidade dos comitês de gestão de segurança. Os autores não citam a utilização de um instrumento de intervenção específico para a elaboração do artigo, bem como não apresentam o seu alinhamento à alguma definição de avaliação de desempenho. O autor principal do artigo é Eddie W. L. Cheng, professor do Departamento de Ciências Sociais na *Hong Kong Institute of Education*, autor de 131 artigos e tinha 7323 citações no Google Acadêmico (GOOGLE, JUNHO de 2020).
9	(FERNÁNDEZ-MUÑIZ; MONTES-PEÓN; VÁZQUEZ-ORDÁS, 2012)	O artigo *Occupational risk management under the OHSAS 18001 standards: Analysis of perceptions and attitudes of certified firms* publicado em 2012, possuía 118 citações no Google Acadêmico em consulta realizada no dia 28/03/2020 às 18:15 h (GOOGLE, MARÇO de 2020). O objetivo do artigo é examinar as razões pelas quais as empresas espanholas implementam a OHSAS 18001, identificando os obstáculos que precisam ser superados para obter a certificação, além de analisar suas percepções e atitudes sobre o processo de auditoria. Para isso, os autores realizaram um estudo empírico através de questionários, utilizando uma amostra de 131 organizações certificadas pela OHSAS 18001 na Espanha. Os resultados da pesquisa revelam que: (i) as organizações espanholas que são bem sucedidas no processo de certificação não são geralmente pressionadas a adotar estes padrões por seus *stakeholders*. Implementaram esse padrão com o objetivo fundamental de proteger a saúde e a segurança de seus funcionários, manter um comportamento socialmente responsável e aumentar a satisfação e motivação da força de trabalho; (ii) o principal obstáculo encontrado na implementação da norma e obtenção da certificação são os recursos limitados. Mas as organizações podem superar esse problema se todos os seus membros estiverem plenamente convencidos e comprometidos da importância da implementação da norma; (iii) o processo de auditoria ajuda a cumprir com suas obrigações legais, melhorar seus sistemas de organização e documentação, e melhorar sua imagem corporativa, uma vez que a certificação é uma fonte de publicidade positiva. Os autores não citam a utilização de um instrumento de intervenção específico para a elaboração do artigo, bem como não apresentam o seu alinhamento à alguma definição de avaliação de desempenho. O autor principal do artigo é Beatriz Fernández-Muñis, professora Departamento de Administração de Empresas da *University of Oviedo*, autor de 35 artigos e tinha 1522 citações no Google Acadêmico (GOOGLE, JUNHO de 2020).

10	(HINZE; HALLOWELL; BAUD, 2013)	O artigo *Construction-Safety Best Practices and Relationships to Safety Performance*, publicado em 2013, possuía 107 citações no Google Acadêmico em consulta realizada no dia 28/03/2020 às 18:45 h (GOOGLE, MARÇO de 2020). O objetivo do artigo é levantar quais as práticas para melhorar o desempenho de segurança a partir de uma lista abrangente de estratégias de segurança implementadas por empresas líderes do setor da construção no EUA. Para isso, criando uma lista abrangente de estratégias de segurança da construção a partir da literatura relevante e complementando-a com a contribuição de um painel de especialistas. Os principais resultados foram: (i) as estatísticas de lesões na indústria da construção mostram que a segurança performance melhorou constantemente nas últimas décadas. (ii) o desempenho em segurança é incrementados a medida que o número de práticas de segurança é aumentado; (iii) Foram implementadas 22 práticas de segurança todos os projetos de construção examinados; (iv) a análise desses dados empíricos revelou 10 práticas que diferenciam o desempenho de segurança, destacando os programas de observação do trabalhador, pesquisas de percepção de segurança do trabalhador, acompanhamento de lesões de primeiros socorros, envolvimento do supervisor na formulação de políticas, envolvimento do proprietário em segurança, treinamento de segurança específico do local para os gestores e pessoal de segurança adequado Os autores não citam a utilização de um instrumento de intervenção específico para a elaboração do artigo, bem como não apresentam o seu alinhamento à alguma definição de avaliação de desempenho. O autor principal do artigo é Jimmie Hinze, foi professor no Departamento de Projeto e Planejamento da Construção da *University of Florida*, autor de 79 artigos e tinha 2224 citações no *Researchgate* (RESEARCHGATE, JUNHO de 2020).
11	(ILBAHAR *et al*., 2018)	O artigo *A novel approach to risk assessment for occupational health and safety using Pythagorean fuzzy AHP & fuzzy inference system*, publicado em 2018, possuía 97 citações no Google Acadêmico em consulta realizada no dia 28/03/2020 às 18:55 h (GOOGLE, MARÇO de 2020). O objetivo do artigo é propor uma nova abordagem integrada para avaliação de riscos para saúde e segurança ocupacional na indústria da construção. Para isso, foi proposto um modelo que integra a *Pythagorean Fuzzy Proportional Risk Assessment* (PFPRA), incluindo o método *Fine Kinney* (Técnica de Avaliação de Risco Proporcional), *Pythagorean fuzzy Analytic Hierarchy Process* (AHP) e o sistema de inferência *fuzzy*. Os principais resultados foram: (i) o método integrado proposto conseguiu avaliar os perigos em um canteiro de obras com base nas opiniões de especialistas; (ii) o método proposto forneceu resultados confiáveis e consistentes contendo mais informações sobre a incerteza dos tomadores de decisão. Os autores citam como o instrumento de intervenção a integração de diferentes ferramentas de avaliação para a elaboração do artigo. Contudo, não apresentam o seu alinhamento à alguma definição de avaliação de desempenho. O autor principal do artigo é Esra Ilbahar, professor assistente no Departamento de Engenharia Industrial na *Yildiz Technical University*, autor de 22 artigos e tinha 241 citações no Google Acadêmico (GOOGLE, JUNHO de 2020).

12	(CHI; HAN, 2013)	O artigo *Analyses of systems theory for construction accident prevention with specific reference to OSHA accident reports* publicado em 2013, possuía 88 citações no Google Acadêmico em consulta realizada no dia 28/03/2020 às 18:05 h (GOOGLE, MARÇO de 2020). O objetivo do artigo é incorporar a teoria dos sistemas no modelo de Heinrich (1936) 'Teoria do dominó' para entender melhor as inter-relações entre os riscos de segurança da construção e revelar a cadeia de causalidade de acidentes. Para isso, o estudo analisou 9.358 casos de acidentes ocorridos na indústria da construção dos EUA entre 2002 e 2011. O grande número de casos apoiou análises práticas, empíricas e estatísticas. Os resultados da pesquisa auxiliarão os gestores de segurança a entender melhor os fatores de risco relacionados a diferentes acidentes e controlar fatores de risco específicos (ex: erros humanos), eliminando os fatores de risco associados (ex: condições mentais ou fontes de lesões) para revelar a cadeia de causalidade de acidentes. Os gestores de segurança também podem priorizar fatores de risco de acordo com a probabilidade de ocorrência de acidentes e características de lesões e prestar mais atenção ao controle de riscos significativos para alcançar um ambiente de trabalho mais seguro. Os autores não citam a utilização de um instrumento de intervenção específico para a elaboração do artigo, bem como não apresentam o seu alinhamento à alguma definição de avaliação de desempenho. O autor principal do artigo é Seokho Chi, professor assistente do Departamento de Engenharia Civil e Ambiental na *Seoul National University*, autor de 97 artigos e tinha 962 citações no Google Acadêmico (GOOGLE, JUNHO de 2020).
13	(FERNÁNDEZ-MUÑIZ; MONTES-PEÓN; VÁZQUEZ-ORDÁS, 2014)	O artigo *Safety leadership, risk management and safety performance in Spanish firms* publicado em 2014, possuía 65 citações no Google Acadêmico em consulta realizada no dia 28/03/2020 às 18:20 h (GOOGLE, MARÇO de 2020). O objetivo do artigo é objetivo estudar o papel da liderança em segurança e da gestão proativa de riscos na melhoria do desempenho da segurança no trabalho. Para isso, os autores desenvolvem e testam um modelo em uma amostra de 188 organizações localizadas na Espanha usando a técnica de modelagem de equações estruturais. Os resultados da pesquisa foram: (i) o teste do modelo proposto demonstrou que o comportamento de segurança dos colaboradores, por meio do cumprimento das normas e procedimentos de segurança, melhora diretamente os resultados de segurança da empresa; (ii) demonstram a importância do fator humano na melhoria dos resultados de segurança; (iii) evidenciou que os erros humanos e atos inseguros podem ser rastreados a determinadas causas ligadas ao sistema e aos processos de gestão; (iv) o cumprimento da segurança depende diretamente do nível de participação dos trabalhadores nas atividades de segurança, na gestão proativa de riscos e na liderança transformadora que seus gestores praticam; (v) identificou o tipo de comportamento que os líderes devem adotar se eles desejam melhorar o comportamento de segurança dos funcionários, os resultados de segurança e a gestão de operações da organização. O modelo conceitual proposto com a construção de escalas de mensuração foi baseado em estudos anteriores encontrados na literatura referente a liderança em segurança, gestão de riscos e desempenho de segurança. Os autores não citam a utilização de um instrumento de intervenção específico para a elaboração do artigo, bem como não apresentam o seu alinhamento à alguma definição de avaliação de desempenho. O autor principal do artigo é Beatriz Fernández-Muñis, professora Departamento de Administração de Empresas da *University of Oviedo*, autor de 35 artigos e tinha 1522 citações no Google Acadêmico (GOOGLE, JUNHO de 2020).

14	(SOUSA; ALMEIDA; DIAS, 2015)	O artigo *Risk-based management of occupational safety and health in the construction industry – Part 2: Quantitative model*, publicado em 2015, possuía 49 citações no Google Acadêmico em consulta realizada no dia 28/03/2020 às 19:20 h (GOOGLE, MARÇO de 2020). O objetivo do artigo é propor um modelo para auxiliar na realização de análises de custo-benefício para a segurança do trabalho e gestão de riscos à saúde na indústria da construção. Para isso, através da revisão de literatura, foi proposto e detalhado o uso do Modelo de Risco Potencial de Segurança e Saúde Ocupacional (OSH-PRM). O modelo permite uma gestão aprimorada dos recursos disponíveis para melhorar as condições de segurança e saúde nas diversas atividades e para diferentes grupos de trabalhadores envolvidos na fase de execução de um projeto de construção dos EUA. Os principais resultados da pesquisa foram: (i) O OSH-PRM foi proposto para aprimorar o meio de quantificar o risco em cada atividade de construção em termos monetários; (ii) O objetivo da OSH-PRM é auxiliar na avaliação do custo benefício de opções de segurança ocupacional e mitigação de riscos à saúde disponíveis para implementação em projetos de construção (ii) a segurança ocupacional e a gestão de riscos à saúde devem conter uma análise quantitativa que permita a avaliação da eficiência relativa e eficácia das medidas de segurança e do custo global. O autor cita como utilização instrumento de intervenção o uso do OSH-PRM para a elaboração do artigo. Contudo, não apresentam o seu alinhamento à alguma definição de avaliação de desempenho. O autor principal do artigo é Vitor Sousa, professor n Departamento de Engenharia Civil, Arquitetura e Georecursos na *Technical University of Lisbon*, autor de 69 artigos e tinha 568 citações no Google Acadêmico (GOOGLE, JUNHO de 2020).
15	(FUNG; LO; TUNG, 2012)	O artigo *Towards a better reliability of risk assessment: Development of a qualitative & quantitative risk evaluation model (Q 2REM) for different trades of construction works in Hong Kong*, publicado em 2012, possuía 48 citações no Google Acadêmico em consulta realizada no dia 28/03/2020 às 18:35 h (GOOGLE, MARÇO de 2020). O objetivo do artigo é a partir da revisão prática, das características dos acidentes, percepções, valores dos profissionais de segurança, elaborar um modelo de avaliação de risco (*Q^2REM*) que não só atua como uma diretriz suplementar útil de avaliação de riscos para os profissionais de segurança da construção, mas também os auxilia a identificar os potenciais riscos no local para os trabalhadores da construção civil sob os respectivos canteiros de obras por meio de treinamentos de segurança e educação. Ele, por sua vez, desperta sua consciência sobre o risco de segurança. Para isso, os autores desenvolvem um modelo com base nos achados a respeito de entrevistas realizadas com profissionais de segurança de da indústria da construção de Hong Kong e nos dados históricos de acidentes de 15 projetos de construção em grande escala. Os resultados revelaram: (i) as deficiências da prática geral atual para avaliação de risco, como a falta de registros de causas de acidentes; (ii) a gestão eficaz da segurança depende de como os riscos são avaliados e das decisões coerentes para reduzi-los e controlá-los; (iii) o sistema de gestão de segurança bem sucedido requer um processo sistemático de avaliação de riscos e uma abordagem de melhoria contínua que possa apoiar os profissionais de segurança no planejamento de medidas eficazes de prevenção; (iv) para identificar uma metodologia eficaz de avaliação de riscos, é vital definir o modelo de risco para reduzir a subjetividade e a má interpretação na estimativa do risco e suas causas; (v) o *Q^2REM* desenvolvido é um exemplo que integra a contribuição ao risco dada por diferentes tipos de acidentes; (vi) aprender com a experiência passada é digno de prevenção de acidentes. O modelo *Q^2REM* foi proposto como instrumento de intervenção específico para a elaboração do artigo. Contudo, os autores não apresentam o seu alinhamento à alguma definição de avaliação de desempenho

		O autor principal do artigo é Ivan W.H. Fung, professor assistente no Departamento de Arquitetura e Engenharia Civil na *City University of Hong Kong*, autor de 79 artigos e tinha 1692 citações no Google Acadêmico (GOOGLE, JUNHO de 2020).
16	(GUO *et al.*, 2017)	O artigo *Using a Pressure-State-Practice Model to Develop Safety Leading Indicators for Construction Projects*, publicado em 2017, possuía 11 citações no Google Acadêmico em consulta realizada no dia 28/03/2020 às 18:40 h (GOOGLE, MARÇO de 2020). O objetivo do artigo é desenvolver um modelo teórico que conceitua o nível de segurança e facilite a concepção dos principais indicadores na indústria da Construção e com isso, desenvolver um conjunto de indicadores com base no modelo teórico; Para isso, foi proposto a elaboração o PSP – 'modelo de prática de estado de pressão do nível de segurança' para o desenvolvimento de indicadores proativos de segurança. Os principais resultados foram: (i) desenvolveu um conjunto de indicadores proativos seguindo um processo sistemático que consiste em conceituação, operacionalização, geração de indicadores e validação e revisão; (ii) O estudo de múltiplos casos proporcionou evidências qualitativa de que os indicadores proativos de segurança têm a capacidade de indicar as fraquezas e pontos fortes do estado de segurança e corresponder aos resultados reais de segurança; (iii) O papel dos principais indicadores é gerar previsão, motivar as pessoas a trabalhar em segurança e contribuir para corrigir problemas de segurança e manter um alto padrão de segurança. (iv) É provável que as construtoras, particularmente aquelas que abraçam a filosofia de 'acidente zero', integrem indicadores proativos em sistemas de gestão de segurança e vinculem as informações às práticas e atividades de segurança vigentes. O modelo PSP foi proposto como instrumento de intervenção específico para a elaboração do artigo. Contudo, os autores não apresentam o seu alinhamento à alguma definição de avaliação de desempenho O autor principal do artigo é Brian Guo, professor no Departamento de Engenharia Civil e Ambiental na *University of Auckland*, autor de 27 artigos e tinha 396 citações no Google Acadêmico (GOOGLE, JUNHO de 2020).
17	(YIU *et al.*, 2019)	O artigo *Implementation of safety management system in managing construction projects: Benefits and obstacles*, publicado em 2019, possuía 6 citações no Google Acadêmico em consulta realizada no dia 28/03/2020 às 19:35 h (GOOGLE, MARÇO de 2020). O objetivo do artigo é iinvestigar os benefícios e os obstáculos percebidos na implementação do sistema de gerenciamento de segurança na indústria da construção em Hong Kong. Para isso, foi utilizado uma combinação de métodos qualitativos e quantitativos, através de uma revisão sistemática da literatura e uma série de entrevistas estruturadas para identificar os obstáculos para a implementação da SMS e um questionário foi desenvolvido e disseminado aos profissionais de gestão de segurança da indústria da construção de Hong Kong para avaliar suas opiniões sobre a implementação de SMS. Os principais resultados da pesquisa foram: (i) a SMS foi introduzida para eliminar os riscos no local de trabalho, reduzir lesões e minimizar a perda de material desde a década de 1980; (ii) cinco categorias de benefícios percebidas e três categorias de obstáculos ao desenvolvimento; (iii) os benefícios mais bem classificados foram "condições de trabalho mais seguras", "danos reduzidos aos trabalhadores", "considerado a gestão da segurança como parte do gerenciamento de projetos" e "melhor gerenciamento de projetos" e os obstáculo foram "colocando a segurança como uma prioridade menor", "alta taxa de rotatividade de trabalhadores", "cronograma apertado do projeto", "participação inativa para a implementação de SMS pelos membros da equipe do projeto", "apenas dispostos a cumprir requisitos mínimos estatutários/contratuais", "insuficiente conhecimento de segurança ou

		conceitos de risco para a equipe do projeto", e "falta de motivação por equipe de projeto ou subcontratados. Os autores não citam a utilização de um instrumento de intervenção específico para a elaboração do artigo, bem como não apresentam o seu alinhamento à alguma definição de avaliação de desempenho. O autor principal do artigo é Nicole S.N. Yiu, professora Departamento de Construção e Imóveis, Faculdade de Construção e Meio Ambiente na *The Hong Kong Polytechnic*, autor de 12 artigos e tinha 41 citações no Google Acadêmico (GOOGLE, JUNHO de 2020).
18	(FUNG; TAM, 2013)	O artigo *Development of an empirical model for selecting accident prevention measures for construction managers*, publicado em 2013, possuía 3 citações no Google Acadêmico em consulta realizada no dia 28/03/2020 às 18:30 h (GOOGLE, MARÇO de 2020). O objetivo do artigo é investigar a associação entre as mentalidades dos gestores de construção sobre a aceitação de teorias de causalidade de acidentes e o vigor da implementação de medidas de segurança na prevenção de acidentes na indústria da construção de Hong Kong. Para isso, um modelo empírico foi desenvolvido a partir da relação entre as teorias de causalidade de acidentes e o vigor da implementação das medidas de prevenção de acidentes. Os dados são explorados por meio de regressão linear e correlações múltiplas, utilizando-se o Pacote Estatístico para as Ciências Sociais (SPSS) versão 18.00. Os resultados da pesquisa evidenciam: (i) que os gerentes de construção de Hong Kong têm demonstrado seu compromisso com a segurança, implementando todas as medidas de prevenção de acidentes com vigor acima da média; (ii) a abordagem sistemática, lógica e estatisticamente baseada no mapeamento das medidas específicas de prevenção de acidentes, pode ser adotada pelos gestores de construção para que possam implementar medidas adequadas para melhorar o desempenho da segurança de forma consistente e eficaz. A aplicação do modelo proposto dá orientações para a implementação de medidas eficazes de prevenção de acidentes. Apesar de propor um modelo empírico, os autores não citam a utilização de um instrumento de intervenção específico para a elaboração do artigo, bem como não apresentam o seu alinhamento à alguma definição de avaliação de desempenho. O autor principal do artigo é Ivan W.H. Fung, professor assistente no Departamento de Arquitetura e Engenharia Civil na *City University of Hong Kong*, autor de 79 artigos e tinha 1692 citações no Google Acadêmico (GOOGLE, JUNHO de 2020).
19	(CHOE; LEITE, 2020)	O artigo *Transforming inherent safety risk in the construction Industry: A safety risk generation and control model* publicado em 2020, não possuía citações no Google Acadêmico em consulta realizada no dia 28/03/2020 às 18:10 h (GOOGLE, MARÇO de 2020). O objetivo do artigo é propor um modelo sistemático de geração e controle de riscos de segurança da indústria da construção civil, que explica padrões de geração de risco de segurança com fatores mensuráveis no momento da análise de risco de segurança. Com base na revisão e análise de 32 relatórios de fatalidades obtidos do programa de Controle e Avaliação de Fatalidades do Instituto Nacional de Segurança e Saúde Ocupacional (NIOSH) dos EUA, o modelo teórico proposto aborda como o risco inerente à segurança de um trabalhador pode ser transformado por diferentes fatores de risco mensuráveis. Esses riscos de atividades específicas podem ser mitigados pelo controle de gestão. O resutado da pesquisa é a implementação de um modelo que melhore a compreensão dos riscos à segurança e fornecer uma base teórica para o desenvolvimento de práticas e métodos de análises de riscos de segurança na indústria da construção. Apesar de propor o 'Modelo de Causalidade e Controle de Riscos de Segurança', os autores não citam a utilização de um instrumento de intervenção específico para a

		elaboração do artigo, bem como não apresentam o seu alinhamento à alguma definição de avaliação de desempenho. O autor principal do artigo é Sooyoung Choe, professor do Departamento de Pesquisa de Estratégia Tecnológica na *Construction & Economy Research Institute of Korea*, autor de 23 artigos e tinha 351 citações no Google Acadêmico (GOOGLE, JUNHO de 2020).
20	(MORGADO; SILVA; FONSECA, 2019)	O artigo *Mapping Occupational Health and Safety Management Systems in Portugal: outlook for ISO 45001:2018 adoption*, publicado em 2019, não possuía citações no Google Acadêmico em consulta realizada no dia 28/03/2020 às 19:10 h (GOOGLE, MARÇO de 2020). O objetivo do artigo é avaliar o estado de prontidão das empresas portuguesas para a certificação ISO 45001 e se essas empresas consideram benéfico o Sistema de Gestão de Saúde e Segurança Ocupacional (OHSMS). Para isso, caracterizou-se a percepção das empresas sobre saúde e segurança no trabalho e avaliar a importância do SMS para cada uma delas. Assim, as informações foram coletadas por meio de questionário online com perguntas abertas e fechadas, sendo realizada análise estatística após a fase de coleta de dados, mapeando o status da Saúde e Segurança Ocupacional em empresas portuguesas. Os principais resultados da pesquisa foram: (i) verificou-se que 61% das empresas entrevistadas são certificadas em OHSMS; (ii) Os benefícios identificados pelas empresas estão focados principalmente na redução de acidentes de trabalho, aumento da satisfação/motivação dos funcionários, redução de custos de acidentes e doenças ocupacionais, melhoria da qualidade de produtos e serviços, redução do absenteísmo e aumento da produtividade; (iii) verificou-se que ainda há um pequeno desconhecimento sobre as obrigações legais que as empresas devem cumprir; (iv) as empresas identificaram as principais dificuldades vivenciadas na adoção de medidas de segurança e saúde, como a falta de cultura de segurança e conscientização dos funcionários, a falta de uso de equipamentos de proteção individual e a necessidade de participação da gestão e o cumprimento voluntário e consciente das regras de segurança por parte dos funcionários; (v) o sucesso do OHSMS depende da liderança, comprometimento e participação de todos os níveis e funções da empresa. Os autores não citam a utilização de um instrumento de intervenção específico para a elaboração do artigo, bem como não apresentam o seu alinhamento à alguma definição de avaliação de desempenho. O autor principal do artigo é Francisco J. G. Silva, professor no Departamento de Engenharia Mecânica na *ISEP – School of Engineering, Polytechnic of Porto*, autor de 233 artigos e tinha 1781 citações no Google Acadêmico (GOOGLE, JUNHO de 2020).

Fonte: Autor (2020).

Em síntese, o Mapeamento dos artigos do PB demonstrou que os estudos possuem relevância internacional, visto a quantidade de citações recebidas por outros autores entusiastas ao tema proposto. Os 20 artigos analisados pertencentes ao PB, totalizam 2090 citações recebidas, conforme pesquisa realizada no Google Acadêmico no dia 28 de março de 2020. Isto representa em média 104,5 citações por artigo. Vale ressaltar que o PB é composto por publicações recentes da literatura, tratam-se de pesquisas desenvolvidas nos últimos dez anos, corroborando o destaque destes artigos frente a comunidade científica.

De modo geral, todas as pesquisas tiveram como objetivo, melhorar o desempenho da segurança do trabalho nas organizações a partir da mitigação de acidentes de trabalhos. Para isso, diferentes abordagens foram exploradas nos estudos, dentre elas: (i) pesquisas que focam nas práticas de segurança do trabalho como instrumento de redução de acidentes (VINODKUMAR; BHASI, 2010; WACHTER; YORIO, 2014; CHENG; RYAN; KELLY, 2012; HINZE; HALLOWELL; BAUD, 2013); (ii) pesquisas que sugerem a aplicação de indicadores de monitoramento do desempenho da segurança do trabalho (HINZE; THURMAN; WEHLE, 2013; LEVESON, 2015; PODGÓRSKI, 2015; GUO *et al.*, 2017); (iii) pesquisas que propõe novas abordagens na gestão de riscos de acidentes de trabalho (FUNG *et al*, 2013; LI *et al.*, 2015; ILBAHAR *et al*., 2018; CHI; HAN, 2013; SOUSA; ALMEIDA; DIAS, 2015; FUNG; LO; TUNG, 2012; CHOE; LEITE, 2020); (iv) pesquisas que apresentam os benefícios da implementação da gestão de segurança do trabalho nas organizações (FERNÁNDEZ-MUÑIZ; MONTES-PEÓN; VÁZQUEZ-ORDÁS, 2012; YIU *et al*., 2019; MORGADO; SILVA; FONSECA, 2019) e (v) pesquisas que centralizam os resultados da segurança do trabalho a partir das características da Liderança (FERNÁNDEZ-MUÑIZ; MONTES-PEÓN; VÁZQUEZ-ORDÁS, 2014; FUNG; TAM, 2013).

Em relação ao contexto decisional dos problemas abordados pelos pesquisadores, o alto índice de acidentes na construção civil foi o mais recorrente, refere-se ao contexto de 14 publicações, representando 70% dos artigos do PB. Destacam-se os estudos desenvolvidos na indústria de construção de Hong Kong (China) e dos EUA, juntos configuram 50% das pesquisas analisadas. Os demais artigos, tratam-se de contextos inseridos na indústria em geral.

Quanto aos métodos utilizados nos estudos, embora, foram identificados 10 artigos científicos que sugerem diferentes tipos de modelos de gestão de riscos (CHOE; LEITE, 2020; FUNG *et al*., 2013; FUNG; LO; TUNG, 2012; FUNG *et al*., 2010; GUO *et al*., 2017; ILBAHAR *et al.*, 2018; LEVESON, 2015; LI *et al*., 2015; PODGÓRSKI, 2015; SOUSA; ALMEIDA; DIAS, 2015), os autores não se preocupam em citar a utilização de um instrumento de intervenção específico, bem como não apresentam o seu alinhamento a alguma definição de Gestão de Riscos.

Os principais achados obtidos nas pesquisas do PB, serão apresentadas no Quadro 34 - Síntese de resultados relevantes e gaps de pesquisa, onde demonstra de maneira sintetizada os resultados relevantes e os gaps de pesquisa identificados pelos autores. Destaca-se que estes autores, fazem parte de um grupo seleto de pesquisadores que se preocupam em solucionar um problema relevante, visto que, os resultados almejados em suas pesquisas estão relacionados diretamente com a saúde do trabalhador e via de consequência, afeta a sociedade como um todo.

Considerando apenas os autores principais do PB, juntos, possuem 7606 citações em pesquisa realizada no Google Acadêmico em Junho de 2020, evidenciando assim, a relevância destes pesquisadores perante a comunidade cientifica.

Por fim, ressalta-se que o Mapeamento da Literatura realizado, seguindo os protocolos da etapa três Análise Sistêmica do *ProKnow-C*, considerou somente 20 artigos científicos dos 25 selecionados que compõe o Portfólio Bibliográfico - PB. Isto, deve-se ao fato de tratar somente daquelas pesquisas caracterizadas como empíricas (práticas). Os demais artigos teóricos (KHAN; RATHNAYAKA; AHMED, 2015; LI; GULDENMUND, 2018; REIMAN; PIETIKÄINEN, 2012; SOUSA; ALMEIDA; DIAS, 2014; SWUSTE, 2016) foram objeto de Análise Bibliométrica e estão presentes na literatura que fundamenta teoricamente este estudo.

4.1.2.2 A Análise Sistêmica em Contextos Sociais

O diversificado entendimento do que seja a Análise Sistêmica, explica-se ao fato da pluralidade de suas aplicações, tais como: (i) na relevância do tema; (ii) na contextualização do tema; (iii) na metodologia seguida no trabalho; (iv) na coerência e alinhamento entre, o título, a pergunta de pesquisa, objetivo geral e objetivos específicos; (v) nas referências bibliográficas; (vi) na coleta de dados e sua análise; (vii) na assertividade científica; (viii) na atualidade dos instrumentos de intervenção; (ix) no resultados e conclusões, dentre outros (ENSSLIN, 2020b).

No entanto, quando se trata de estudos resultando na construção de modelos para apoiar decisões em contextos sociais, antecedendo todas estas questões, existe uma que usualmente é esquecida e que autores como Rittel e Webber (1973) denomina como “dilemas da escolha do caminho a seguir”; Skinner (1986) denomina como “o paradoxo da produtividade”; Roy (1993), denomina como “os limites do conhecimento”; Keeney (1992) denomina como “o que importa são os valores” e Bana e Costa (1993) denomina como “a interprenetabilidade das características das ações com os objetivos dos atores”.

Esta questão em especial é sensível para aqueles conteúdos que objetivam desenvolver modelos para apoiar a gestão no sentido de: (i) assegurar a qualidade das decisões; (ii) ter em conta os esforços individuais e coletivos; (iii) vincular os resultados ao alcance de um objetivo; (iv) poder comprovar ser ou tornar-se competitivo; (v) assegurar que o modelo tenha legitimidade; (vi) valer-se dos conhecimentos mais atualizados (fronteira) que a ciência disponibiliza e (vii) assegurar que os procedimentos utilizados sejam cientificamente válidos. (ENSSLIN, 2020b).

Este assunto é geralmente referido como Construção de Modelos para Apoiar a Gestão ou Avaliação de Desempenho (BITITCI, 2012; HALL, 2008; FRANCO-SANTOS *et al*., 2007; HENRI, 2006; ITTNER *et al*., 2003; NEELY, 1995; NUMAGAMI, 1998; KAPLAN & NORTON, 1992) e Apoio a Decisão (ROY, 1994, 1994, 1996; LAUNDRY, 1995; BANA e COSTA *et al*., 1999; ENSSLIN *et al*., 2010), onde é achado na literatura com as mais diversas e dispersas definições.

As definições de Avaliação de Desempenho podem ser encontradas em estudos de Franco-Santos *et al*. (2007, p. 788), onde 18 definições são propostas. Deste modo, determinar o conceito de Avaliação de Desempenho não é uma questão fácil, não por falta de definição do tema, e sim, pelo fato que as diversas definições existentes evidenciam as grandes diferenças com que este campo de conhecimentos é percebido, no mundo científico e de seus usuários (ENSSLIN, 2020b).

Essa diversidade de elementos explica pelo menos parte dos conflitos, mal-entendidos, e equívocos entre as formas de entendimento e, por conseguinte de intervenção (LANDRY, 1995; ROY, 1993, 1994; NUMAGAMI, 1998; VON HAYEK, 1989; RITTEL; WEBER, 1973; MICHELI; MARI, 2014; BHASKAR, 1978). Segundo Roy (1994), outra maneira para entender a diversidade de entendimentos atribuídos a área de modelagem de contexto envolvendo Gestão ou Avaliação de Desempenho está relacionado com a negligência ou a carência no entendimento das necessidades dos usuários (decisores) dos modelos gerados para Avaliação o Desempenho (Landry, 1995).

Destaca-se que a preocupação com a cientificidade, ou seja, o uso de abordagens Realista para modelar problemas sociais (NUMAGAMI, 1998) das pesquisas, lhes conduz a valer-se de visões de mundo onde o contexto do problema é distorcido e em consequência seus resultados não atendem as necessidades dos usuários. (ROY, 1994). As ciências sociais adotaram a abordagem ‘científica’ de tentar descobrir padrões e leis, e substituíram todas as noções de humanintencionalidade pelo entendimento dos elementos físicos do contexto, isto é, adotaram a abordagem ‘científica’ das ciências ‘*hards*’ (ENSSLIN; ENSSLIN; DUTRA, 2000).

Fato este que levou o Prêmio Nobel a Friedrich Von Hayek ao afirmar que as ciências sociais estão sujeitas à chamada ‘inveja da física’ ou ‘erro cientificista’(NUMAGAMI, 1998), que direciona os pesquisadores a conclusões inadequadas ao adotar metodologias e métodos extraídos das ciências físicas para tratar contextos sociais (VON HAYEK, 1989).

A modelagem de contexto visando avaliar o desempenho é hoje praticada tanto nas áreas da física e engenharia, isto é, nas ciências exatas em geral onde: Rittel e Webber (1973) as denotam por ‘*hard*’ ou ‘*tame*’. Roy (1993) as denomina por realistas ou racionalistas e Micheli

e Mari (2014) por ‘metafísica’. Já, na área da administração e ciências sociais onde estes autores as denominam ‘*wicked*’, ‘*soft*’ ou ‘relativistas’ respectivamente.

Entretanto, ocorre que as ciências exatas se valem da visão ontológica (quando da modelagem o objeto contém toda informação) enquanto as ciências sociais se valem da visão epistemológica (quando da modelagem a informação está na percepção do sujeito) envolvem juízos de valor e preferencias dos atores (BHASKAR, 1978; ROY, 1993, 1994; LAUNDRY 1995; BANA e COSTA *et al*., 1999; ENSSLIN, *et al*., 2001, ENSSLIN, *et al*., 2020b).

Portanto em lugar de serem destinadas a fornecer ‘descrições verdadeiras’ do mundo externo, os contextos sociais e suas teorias podem ser consideradas "uma forma de insight” (introspecção), ou seja, olhando e percebendo o mundo, e não uma forma de conhecimento de como o mundo realmente é (MICHELI; MARI, 2014).

Com o entendimento das diferenças do que seja um contexto social e como o que interessa neste momento é delimitar a natureza e conteúdo, em termos científicos, de utilidade e singularidade dos modelos desenvolvidos para apoiar as decisões em contextos onde se deseja monitorar e aperfeiçoar seu desempenho, centraremos o foco no: (i) atendimento aos preceitos teóricos (MICHELI; MARI, 2014); (ii) em termos práticos a utilidade congruente com seus propósitos (ROY, 1993) e em termos de assertividade; (iii) as singularidades do contexto em termos humanos e materiais (eficácia) “fazer as coisas certas” (Ensslin, *et al*., 2020b).

Tais conhecimentos, podem ser achados nas pesquisas de Rittel e Webber (1973), Skinner (1986), Keeney (1992), Bana e Costa (1993), Roy (1993), Roy (1994), Micheli e Mari (2014), Ensslin Ensslin e Dutra (2000), particularmente ao explorar o atendimento aos fundamentos científico e práticos das pesquisas nas áreas sociais.

Dentre os fundamentos científicos negligenciados na literatura quando da construção de modelos de apoio a decisão destaca-se a definição, conceito ou protocolo que seja operacional, e não ambígua para Avaliação de Desempenho, bem como que tenha em conta o reconhecimento das singularidades do contexto para o qual se destina e os fundamentos teóricos (ENSSLIN, 2020b).

4.1.2.3 Análise sistêmica no *ProKnow-C*

A Análise Sistêmica no *ProKnow-C* tem como objetivo a identificão das lacunas na literatura e oportunidades de pesquisa, por meio da realização de uma análise crítica dos trabalhos que compõem o PB, com a afiliação teórica adotada e que norteia o pesquisador (LACERDA; ENSSLIN; ENSSLIN, 2012; THIEL; ENSSLIN; ENSSLIN, 2017). A Análise

Sistêmica do portfólio bibliográfico levou em consideração as avaliações das: (i) Lente 1 - Harmonia da abordagem com seu uso (aplicação); (ii) Lente 2 – Singularidade; (iii) Lente 3 – Identificar Critérios (objetivos); (iv) Lente 4 – Mensuração; (v) Lente 5 – Integração e (vi) Lente 6 – Gestão

4.1.2.3.1 Lente 1 - Harmonia da abordagem com seu uso (aplicação)

Como propósito de esclarecer as fundamentações que explicam a Lente 1 - Harmonia da abordagem com seu uso (aplicação), apresenta-se as sub-seções a seguir: (i) Abordagens; (ii) Problemas segundo Rittel e Webber (1973); (iii) Como a integração Abordagem e Tipo de Problema permite reconhecer se existe harmonia entre a Abordagem e o Tipo de Problema; (iv) Ilustração da Análise Sistêmica para a Lente 1: Harmonia da Abordagem com seu Uso para os artigos práticos do Portfólio Bibliográfico (v) Conclusões quanto a Lente 1 – Harmonia

4.1.2.3.1.1 *Abordagens*

Para assimilar o entendimento do que é "harmonia da abordagem com seu uso (tipo de problema) ", necessita-se retornar ao contexto onde as decisões são realizadas, ou seja, o ambiente decisional. Ao tomar decisões relevantes, as pessoas refletem antes de agir, pois reconhecem que a improvisação e a intuição apesar de rápidos e fáceis, não possuem o potencial competitivo para atingir seus propósitos (ENSSLIN, 2020b).

Essa reflexão é modelar em senso lacto. Segundo Roy (1996), um modelo é um esquema (visão do conjunto) que para uma certa família de questões, é considerado como uma representação de uma classe de fenômenos que um observador, mais ou menos cuidadosamente, extrai do ambiente decisional para ajudar em uma investigação e para facilitar a comunicação. Régnier (1966) ao abordar o conceito de modelo, afirma que, por um lado, o objeto abstrato é inteiramente constituído por sua definição e que, se por outro lado, o objeto concreto não pode ser exaustivamente descrito, pode-se dizer que: um objeto abstrato é o modelo de um objeto concreto quando a definição do primeiro é aceita como uma representação do segundo.

Na construção de um modelo, quem define o protocolo (conjunto de regras), e orienta quem (atores e ambiente) participa do modelo é a abordagem. Trata-se das visões de mundo que atuam como filtros nos olhares dos pesquisadores. Cada abordagem carrega consigo um conjunto de premissas que condiciona o modo como o problema é entendido e tratado

(ENSSLIN, 2020b). Compreender e utilizar a abordagem apropriada em uma pesquisa é parte do processo de construção de conhecimento.

Visando a aceitação científica e dando significado e credibilidade aos resultados produzidos no processo de modelagem em contextos de apoio e tomada de decisão, os pesquisadores podem seguir dois caminhos (abordagens) ontológicos ou epistemológicos principais: (i) o caminho do realismo com as abordagens normativista e descritivista e (ii) o caminho construtivista com as abordagens prescretivista e construtivista (ROY, 1993). Cada um desses caminhos constrói uma visão muito bem definida do problema e geram soluções diferentes.

Na abordagem do realismo normativista, os modelos são universais e as informações para o modelo adotado são buscadas no ambiente físico específico do contexto decisório em questão, ou em contextos similares (ENSSLIN; MONTIBELLER NETO; NORONHA, 2001; ENSSLIN *et al.*, 2010). Já, a abordagem descritivista também guia-se pelo realismo. Nesta abordagem busca-se descrever o mais próximo possível a forma como os decisores decidem na prática e a partir daí, selecionar e usar as práticas de sucesso (ENSSLIN; MONTIBELLER NETO; NORONHA, 2001; ENSSLIN *et al.*, 2010). Pressupõe-se que o decisor aceita que os resultados do passado se repetirão no futuro. Desta forma, ele concorda com o uso de estatísticas (média, moda e mediana, correlações) como estimativa a ser utilizada para representar as variáveis a serem consideradas, bem como aceita que estas variáveis representam em forma suficiente o problema (ENSSLIN, 2020b).

A abordagem prescretivista coloca a percepção do decisor sobre o contexto físico como o elemento fundamental a ser considerado para a avaliação do problema (ENSSLIN, 2020b). O conhecimento do decisor pode evoluir ao longo do processo em decorrência do aprendizado fruto da realimentação de seu próprio discurso (ENSSLIN; MONTIBELLER NETO; NORONHA, 2001; ENSSLIN *et al.*, 2010). A partir do discurso do decisor, o pesquisador identifica lógicas dedutivas (normas) que permitem perceber os valores e preferências (critérios de decisão e mensuração) do decisor associados ao contexto. Entretanto, caberá ao facilitador, a partir destas normas, construir um modelo de avaliação e prescrever soluções que devem ser aceitas pelos atores (decisor, intervenientes, agidos) do processo decisório (ENSSLIN, 2020b). Na abordagem prescritivista o conhecimento gerado é focado no facilitador (ENSSLIN; MONTIBELLER NETO; NORONHA, 2001; ENSSLIN *et al*., 2010).

A abordagem construtivista, de maneira similar a prescritivista, assume a premissa que o modelo de decisão, com suas variáveis, escalas e a integração destas, deve emergir a partir do discurso do decisor (ENSSLIN, 2020b). Entretanto, a via do construtivismo assume que o

decisor não tem o entendimento suficiente para explicitar os critérios associados aos seus valores e preferências necessários para construir o modelo, mas deseja conhecer. (ENSSLIN, MONTIBELLER NETO; NORONHA, 2001; ENSSLIN, *et al*., 2010). Assim, compreende-se que o decisor deseja que o pesquisador lhe ajude a expandir o conhecimento junto com a construção do modelo e estes são adequados apenas para os valores e preferências de um decisor singular e um contexto específico. (ENSSLIN; MONTIBELLER NETO; NORONHA, 2001; ENSSLIN *et al*., 2010; ENSSLIN, 2020b). Em síntese, Ensslin, Montibeller Neto e Noronha (2001) apresentaram as diferenças dos paradigmas entre as abordagens realistas e construtivistas conforme ilustrado no Quadro 09.

Com o entendimento das características e diferenças das abordagens realistas e construtivistas e visando a continuidade do processo de construção de conhecimento quando da harmonia da abordagem com seu uso (aplicação), deve-se compreender o que se entende por problema de decisão no trato de sistemas sociais, o que será tratado na próxima seção.

4.1.2.3.1.2 Problemas segundo Rittel e Webber (1973)

De acordo com Ensslin (2020b), problemas ou problemas decisórios são entidades ao serem observadas por alguém constata que sua situação não está como ele gostaria que estivesse e então decide investigar como fazer para agir sobre o contexto e segundo o mesmo autor, nas áreas sociais o campo de atuação abrange tanto o ambiente físico, como a percepção do sujeito (decisor), nas áreas físicas a atuação se restringe a atuar sobre o objeto físico e nas áreas psíquicas a atuação se restringe a atuar sobre a mente do sujeito.

Nesse contexto, Rittel e Webber (1976) e Roy (1993) classificam os problemas decisórios em: (i) Quebra-cabeças ou *Puzzles*; (ii) Problemas e (iii) Situações Confusas ou Complexas.

Os problemas tipo Quebra-cabeças ou *Puzzles* diz respeito àquelas situações em que pode ser feita uma Estruturação (modelagem) única para representá-lo, incluindo todas as informações necessárias para sua solução. A missão está clara no modelo e a solução é única e pode ser encontrada e comprovada ser a resposta que se busca (ENSSLIN, 2020b).

Os problemas tipo Problemas são àquelas situações onde a Estruturação (Modelagem) com alguma dificuldade pode ser feita, mas pode ser questionada uma vez que existem várias maneiras para realiza-las. A dificuldade estabelece em que parte da compreensão do contexto é obtida junto a atores do contexto e parte fora do contexto. A solução geralmente estará centrada em encontrar as alternativas e depois escolher a melhor (ENSSLIN, 2020b). Contudo, não é

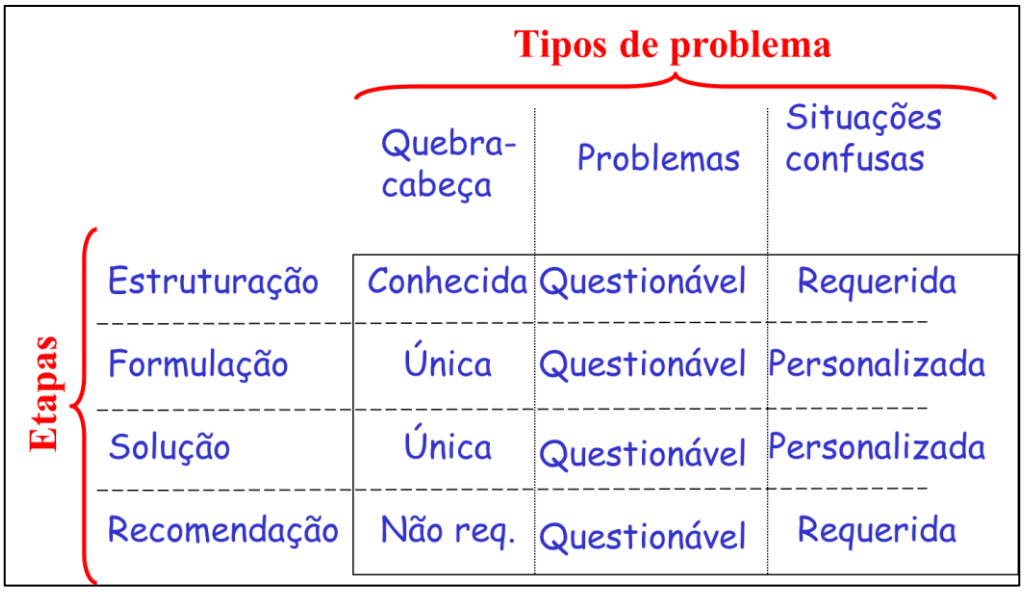
adequado rotulá-las como equivocadas, uma vez que o pesquisador / decisor optaram voluntariamente por elas. Apenas pode-se afirmar que para modelagem em contextos de apoio à gestão, existem formas mais adequadas (RITTEL; WEBBER, 1973; ROY, 1993; ROY, 1994).

Os problemas tipo Situações Confusas ou Complexas são àquelas situações onde a Estruturação (Modelagem) requer informações (conhecimentos) de alguém em especifico (decisor), que ao propor o problema não as possui e a expansão de sua compreensão é que irá permitir a evolução das etapas (ENSSLIN, 2020b). Nos problemas tipo Situações Confusas ou Complexas, o problema é justamente compreender qual é o problema, isto é, quais são os objetivos (critérios) que se deseja gerenciar. A modelagem fica centrado na interlocução com o decisor para expandir sua compreensão que irá resultar no modelo. As soluções estão condicionadas a este aprendizado. Não se pode modelar sem que o decisor conheça como o contexto afeta seus valores (RITTEL; WEBBER, 1973; ROY, 1993; ROY, 1994).

4.1.2.3.1.3 Como a integração Abordagem e Tipo de Problema permite reconhecer se existe harmonia entre a Abordagem e o Tipo de Problema

Segundo Rittel e Webber (1973) as etapas dos processos de modelagem de contextos decisórios são: (i) Estruturação (Qual é o problema); (ii) Formulação (Modelar o problema); (iii) Avaliação (Mensurar as consequências) e (iv) Recomendações (Monitorar e gerar ações). Os mesmos autores analisaram as etapas dos processos de modelagem em conjunto com os tipos de problemas e as abordagens possíveis e como resultado, demonstraram por meio de uma representação matricial a evidenciação apropriada da metodologia/abordagem para cada tipo de problema, conforme demonstrado na Figura 20.

Figura 20 - Demandas das etapas em cada tipo de problema



Fonte: Rittel e Webber (1973).

Desta forma, para o tipo de problema Quebra-cabeça ou *Puzzle*, a única abordagem aceita é a realista. Deve-se ao fato da existência de uma formulação única que admite uma única solução independente gerada ao tomador de decisão no contexto. Além disso, o modelo construído indicará uma solução ótima que não pode ser questionada pelo decisor, trata-se da melhor solução possível. Consequentemente, caso o decisor não utilize a solução única proposta, o mesmo será enquadrado como não racional.

Já, para o problema Situações Confusas, a única abordagem permitida é a construtivista, visto que, para esse tipo de problema, os objetivos não são definidos, o problema é desconhecido e seu entendimento precisa ser construído a partir do desenvolvimento do conhecimento do decisor.

Entretanto, para o tipo Problemas, ambas abordagens podem ser admissíveis. Quando se analisa as características deste problema, observa-se que o entendimento é parcial, pois dentre um conjunto de alternativas, deve-se avaliar qual a solução ótima. A solução é dada por meio de um conjunto de critérios, objetivos que auxiliam a escolha. Logo, esse tipo de problema, ajusta-se parcialmente tanto em abordagens realistas quanto construtivistas.

Com este esclarecimento apresentado, o Quadro 11 sintetiza a harmonia / alinhamento entre os tipos de abordagens aplicadas conforme o tipo de problema apresentado.

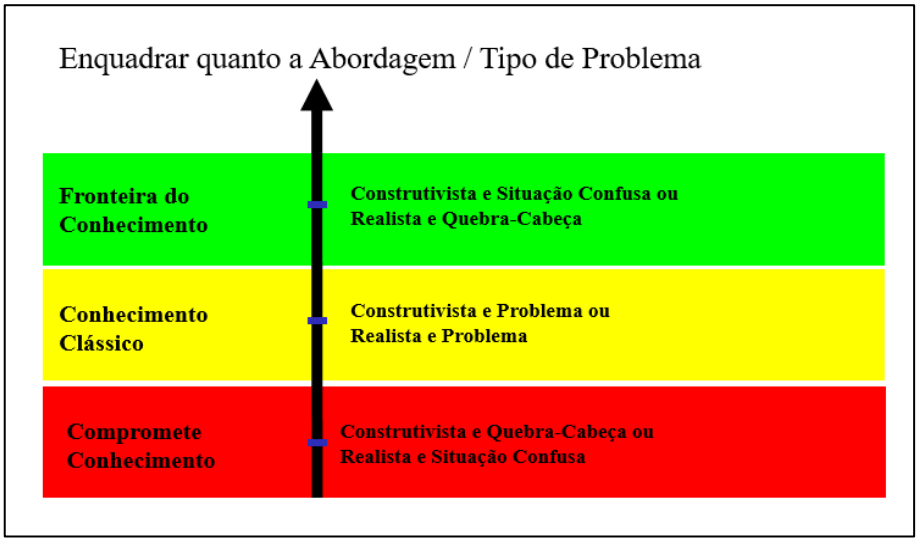
Quadro 11 - Harmonia da abordagem com seu uso

Abordagem	Tipo do Problema	Harmonia / Alinhamento
Realista	Quebra-cabeça (*Puzzle*)	Sim
	Problema	Parcial
	Situação Confusa	Não tem
Construtivista	Quebra-cabeça (*Puzzle*)	Não tem
	Problema	Parcial
	Situação Confusa	Sim

Fonte: Ensslin (2020b).

Pelas razões apresentadas no Quadro 12, pode-se construir uma escala ordinal que mensura o alcance da Lente 1 - Harmonia da abordagem com seu uso, conforme ilustrado na Figura 21.

Figura 21 - Escala ordinal de mensuração da Lente 1 - Harmonia da abordagem com seu uso



Fonte: Ensslin (2020b).

Assim, o propósito da Lente 1 - Harmonia da abordagem com seu uso (aplicação) é analisar a adequacidade da abordagem utilizada em uma pesquisa para atender aos desafios e propósitos de um pesquisador quando se propõe a desenvolver um modelo para a apoiar a gestão de um contexto (ENSSLIN, 2020b). Ressalta-se que o uso de uma abordagem não adequada conduzirá a respostas impróprias (ROY, 1994).

4.1.2.3.1.4 Ilustração da Análise Sistêmica para a Lente 1: Harmonia da Abordagem com seu Uso para os artigos práticos do Portfólio Bibliográfico

No presente estudo, O Quadro 12 demonstra o enquadramento das abordagens adotadas pelos pesquisadores nas publicações científicas que compõem o Portfólio Bibliográfico bem como o fragmento textual que evidencia a sua aplicação nos artigos.

Quadro 12 - Abordagens adotadas nos artigos do PB

#	**Forma de citação do artigo**	**Abordagem: Realista; Construtivista**	**Evidências**
1	(VINODKUMAR; BHASI, 2010)	Realista	Nenhuma participação do Decisor na construção do modelo: "*This study measured employees' perceptions on six safety management practices and self-reported safety knowledge, safety motivation, safety compliance and safety participation by conducting a survey using questionnaire among 1566 employees belonging to eight major accident hazard process industrial units in Kerala, a state in southern part of India*".
2	(HINZE; THURMAN; WEHLE, 2013).	Realista	O modelo é Genérico, se vale de conhecimentos já existente de contextos similares: "*Leading indicators were being employed by a large firm on all of its large projects. There were a total of 14 projects with over 10,000,000 worker hours expended that employed the use of the leading indicators. While several leading indicators were utilized the focus here will be confined to two leading indicator measures".*
3	(WACHTER; YORIO, 2014)	Realista	O modelo é Genérico, se vale de conhecimentos já existente de contextos similares: "*In order to develop a characterization model for safety management practices, we started with a review of the existing literature (e.g., Makin and Winder, 2008 and those highlighted above) and we subsequently conducted a series of exploratory interviews with representatives from large U.S. domestic and multi-national organizations as well as human performance consulting firms. These organizations (most of which were in safety- and human performance-critical sectors) were known to be leaders in the field of human performance. These representatives consisted of safety executives, corporate strategic advisors, global safety and healthmanagers, and human performance consultants".*
4	(LEVESON, 2015)	Realista	Nenhuma participação do Decisor na construção do modelo: "*How do we identify the safety-related assumptions that need to be included in a leading indicator program? This section describes a concrete process. The process is based on an accident causality model, STAMP (System-Theoretic Accident Model and Processes), that is more comprehensive than traditional models. The process also includes a new hazard analysis method STPA (System Theoretic Process Analysis) built on STAMP as a theoretical foundation. STPA can be used to identify safety critical*

			assumptions that can then form the basis for a leading indicator program".
5	(PODGÓRSKI, 2015)	Realista	Nenhuma participação do Decisor na construção do modelo: "*A review of literature on leading pro-active safety performance indicators (PPIs) provided a rationale for a concept to elaborate a relatively small number of key performance indicators (KPIs) for measuring OSH MS operational performance. As a basis for this process an initial set of 109 PPIs was developed, composed of 20 sub-sets assigned respectively to individual OSH MS components".*
6	(FUNG *et al*, 2013)	Realista	O modelo é Genérico, se vale de conhecimentos já existente de contextos similares: "*After the discovery of the problems that exist in construction safety risk assessment in Hong Kong, this paper highlighted the need for a systematic risk assessment approach for safety professionals. A Risk Assessment Model (RAM) was developed for the prototype of an eficiente risk evaluation tool for promoting occupational injury prevention priorities for workers from different trades*".
7	(LI *et al*., 2015)	Realista	Nenhuma participação do Decisor na construção do modelo*: "This paper proposes an extension of BBS for construction called proactive behavior-based safety (PBBS), which combines traditional BBS management with novel information technology called the Proactive Construction Management System (PCMS), which was developed by the authors and the construction virtual prototyping laboratory (CVPL) of the Hong Kong Polytechnic University".*
8	(CHENG; RYAN; KELLY, 2012)	Realista	Nenhuma participação do Decisor na construção do modelo: *"A survey was administered in Hong Kong. Prior to conducting the survey, the exploratory study approach was adopted to select local general practices. Given the exploratory nature of the study, such an approach was appropriate to generate the tested model specifying the hypothesized relationships (Cavana et al., 2001). Based on a review of the existing literature (e.g., Barraza et al., 2004; Cheng et al., 2000, 2007; Jannadi and Bu-Khamsin, 2002; Langford et al., 2000; Sawacha et al., 1999; Teo et al., 2005; Toole, 2002; Wang et al., 2006) and the comments from eight construction professionals, the present research identified 15 SMPs (see Table 1) and five project performance criteria (quality, cost, time, scope of work, and profit), which were perceived to be general".*
9	(FERNÁNDEZ-MUÑIZ; MONTES-PEÓN; VÁZQUEZ-ORDÁS, 2012)	Realista	O modelo é Genérico, se vale de conhecimentos já existente de contextos similares: *"In order to achieve the proposed objectives the authors carried out an empirical study using a target population of all firms located in Spain, whether Spanish or non-Spanish, that possessed the OHSAS 18001 health and safety certificate on 1 May 2008. To determine the size of the population the authors accessed the websites of the main certifying bodies. They detected 606 OHSAS 18001 certified firms.3 Subsequently, in May and June 2008 the authors phoned each of these firms. The*

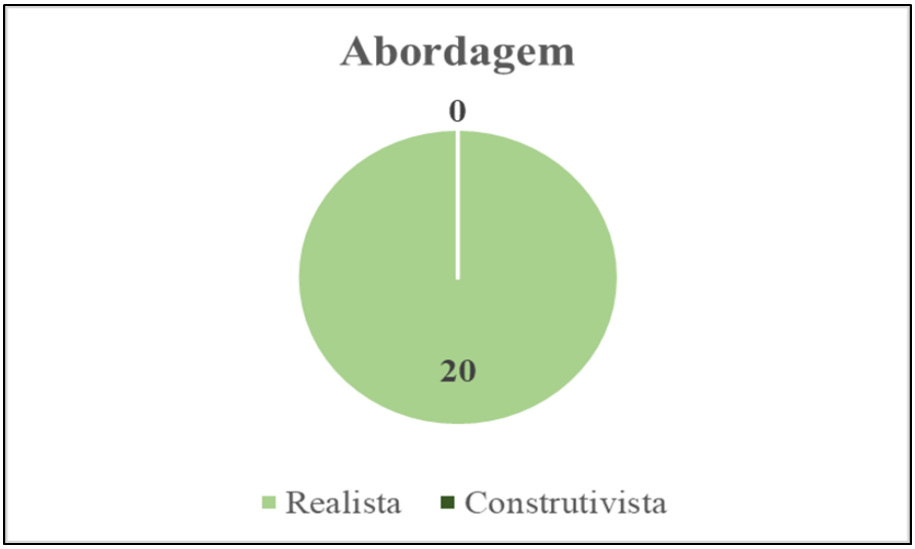
			authors identified themselves, briefly explained the purpose of the call, and asked to speak to the firm's safety officer".
10	(HINZE; HALLOWELL; BAUD, 2013).	Realista	O modelo é Genérico, se vale de conhecimentos já existente de contextos similares: *"Once the strategies were identified (n ¼ 104), the research team conducted interviews with representatives from 57 projects in the United States to determine which strategies were implemented on each project and the project's recordable injury rate (RIR). The data were then analyzed to determine the total proportion of potential strategies implemented and examine the relationship between each strategy and the RIR".*
11	(ILBAHAR *et al*., 2018)	Realista	Nenhuma participação do Decisor na construção do modelo*: "In the proposed integrated method, probability and severity parameters will be determined by the Pythagorean fuzzy AHP (PFAHP) method. Along with frequency parameter directly obtained from experts, the obtained values for probability and severity parameters will be used as inputs for Fuzzy Inference System (FIS), and it will provide a risk value as na output. Reliability of our integrated method will be discussed by comparing it with the Failure Modes and Effects Analysis (FMEA) method".*
12	(CHI; HAN, 2013)	Realista	O modelo vale-se a partir de análises estatísticas, a forma de como os decisores decidem e selecionam os critérios de excelência: "*Through both empirical and statistical analyses of 9358 accidents which occurred in the U.S. construction industry between 2002 and 2011, the study investigates relationships between accidents and injury elements (e.g., injury type, part of body, injury severity) and the nature of construction injuries by accident type".*
13	(FERNÁNDEZ-MUÑIZ; MONTES-PEÓN; VÁZQUEZ-ORDÁS, 2014)	Realista	O modelo é Genérico, se vale de conhecimentos já existente de contextos similares: "*This paper aims to study the role of the safety leadership and of the proactive risk management in the improvement of occupational safety performance. To this end, the authors develop and test a model on a sample of 188 organisations located in Spain using the structural equation modelling technique".*
14	(SOUSA; ALMEIDA; DIAS, 2015)	Realista	O modelo é Genérico, se vale de conhecimentos já existente de contextos similares "*The OSH-PRM was proposed to enhance the application of the ALARP principle by providing a means to quantify the risk in each construction activity in monetary terms. The model was developed to quantify the uncertainty in all components explicitly, following the spirit of the international standard ISO 31000:2009. The objective of the OSH-PRM is to assist in the evaluation of the cost-benefit of occupational safety and health risk mitigation options available for implementation in construction projects".*

15	(FUNG; LO; TUNG, 2012)	Realista	O modelo é Genérico, se vale de conhecimentos já existente de contextos similares: *"At the second stage, the deficiencies of the current general practice for risk assessment can be sorted out firstly. Based on the findings from Stage 1 and the historical accident data from 15 large-scaled construction projects in 3-year average, a risk evaluation model prioritizing the risk levels of different trades of works and which cause different types of site accident due to various accident causes will be developed quantitatively".*
16	(GUO *et al*., 2017)	Realista	O modelo é Genérico, se vale de conhecimentos já existente de contextos similares: "*The safety level of a construction project is conceptualized as a high-level abstract construct that can be assessed by state indicators, pressure indicators, and practice indicators. Criterion validity (i.e., concurrent validity and predictive validity), practicability, and cost-effectiveness of the leading indicators were qualitatively tested and supported by the empirical evidence collected from three construction projects".*
17	(YIU *et al*., 2019)	Realista	Nenhuma participação do Decisor na construção do modelo*: "A combination of qualitative and quantitative methods was used to achieve the goals of this study. First, a systematic literature review and a series of structured interviews were conducted to identify the perceived benefits and obstacles for implementing SMS".*
18	(FUNG; TAM, 2013)	Realista	O modelo é Genérico, se vale de conhecimentos já existente de contextos similares: "*Therefore, this paper investigates the association between the mindsets of construction managers on the acceptance of accident causation theories and the vigour of implementing safety measures on accident prevention in the Hong Kong construction industry".*
19	(CHOE; LEITE, 2020)	Realista	O modelo é Genérico, se vale de conhecimentos já existente de contextos similares: *"This study proposes a systematic safety risk generation and control model of the construction industry, which explains patterns of safety risk generation with measurable factors at the time of safety risk analysis".*
20	(MORGADO; SILVA; FONSECA, 2019)	Realista	O modelo é Genérico, se vale de conhecimentos já existente de contextos similares: *"The present study aimed to assess the status of readiness of Portuguese companies for ISO 45001 certification and if these firms consider Occupational Health and Safety Management System (OHSMS) beneficial".*

Fonte: Autor (2020).

A Figura 22 apresenta o resultado da análise das abordagens adotadas nos artigos do PB.

Figura 22 - Lente 1 - Abordagem



Fonte: Autor (2020).

Observa-se que para os artigos que compõem o PB, evidenciou-se que a totalidade das pesquisas utilizam a abordagem realista, ou seja, apresentam modelos genéricos que se valem de conhecimentos já existente de contextos similares ou que retratam nenhuma participação do decisor na construção do modelo.

O Quadro 13 demonstra a aplicação / tipo de problema considerado nos artigos do PB e evidencia as situações onde os pesquisadores e/ou decisores preferiram buscar os conhecimentos necessários externamente de forma integral ou parcial

Quadro 13 - Aplicação / tipo de problema nos artigos do PB

#	**Forma de citação do artigo**	**Aplicação / Tipo de Problema: Puzzle; Problema; Situação Confusa**	**Evidências**
1	(VINODKUMAR; BHASI, 2010)	Problema	Solução via aplicação de *Surveys*: *"The questionnaire contained 35 questions to measure the perceptions of the employees about the six safety management practices, 12 questions to measure the participants' level of safety knowledge and safety motivation and 12 questions to measure self-rated safety compliance and safety participation".*
2	(HINZE; THURMAN; WEHLE, 2013).	Problema	Solução via aplicação de Métodos Estatísticos: *"Worker observations were based on jobsite audits and the positive reinforcements were based on the reported incidences when workers were praised for working safely. To use these variables (A and B), some manipulation of the data was required. These two variable were used to develop an overall score for each project. For simplicity, each variable was assigned a score of 1, 2 or 3.*

			The score was based on the distribution of the values associated with each of the variables".
3	(WACHTER; YORIO, 2014)	Problema	Solução via aplicação de *Surveys*: "*Data were collected using safety manager, supervisor and employee surveys designed to assessand link safety management system practices, employee perceptions resulting from existing practices, and safety performance outcomes".*
4	(LEVESON, 2015)	Problema	Solução via Literatura: "*The approach is based on the STAMP (System Theoretic Accident Model and Processes) model of accident causation and tools that have been designed to build on that model. STAMP extends current accident causality to include more complex causes than simply component failures and chains of failure events or deviations from operational expectations. It incorporates basic principles of systems thinking and is based on systems theory rather than traditional reliability theory".*
5	(PODGÓRSKI, 2015)	Problema	Solução via aplicação do AHP: *"The objective of this paper is to demonstrate the application of the AHP method for the selection of leading KPIs for measuring OSH MS operational performance. The proposed set of KPIs should be tailored to specific conditions of an enterprise, such as the size, industry sector, types of occurring hazards, or the maturity of OSH management processes".*
6	(FUNG *et al*, 2013)	Problema	Solução via Dados Estatísticos: "*A Risk Assessment Model (RAM) is then developed for assessing risk levels as various project stages with various work trades. A case study is used to prove the workability and reliability of the developed RAM in the practical industry. The developed RAM is found to be benefit for predicting high-risk construction activities and thus preventing accidents occurred based on a set of historical accident data".*
7	(LI *et al.*, 2015)	Problema	Solução via Literatura: "*However, there is little research on the application of BBS in the construction industry. This research proposes an extension of the BBS approach, Proactive Behavior-based Safety (PBBS), to improve construction on safety. PBBS integrates the theory of BBS with the technology of Proactive Construction Management System (PCMS) ".*
8	(CHENG; RYAN; KELLY, 2012)	Problema	Solução via aplicação de *Surveys*: *"A pilot test was administered to the same group of construction professionals to clarify and refine the questionnaire. By incorporating their comments, a final questionnaire was devised that consisted of three sections – questions regarding the background of the respondents, measures of the SMPs, and measures of the project performance criteria. The final paper-and-pencil questionnaire was then sent to 15 companies involved in construction projects, and these companies asked their employees to complete the questionnaire. The types of companies included clients, contractors, consultants, and subcontractors. From a total of 772 questionnaires distributed, there were 235 responses, of which three were removed due to incomplete data. As a result, 232 responses were used for subsequent analyses, representing a response rate of 30%".*

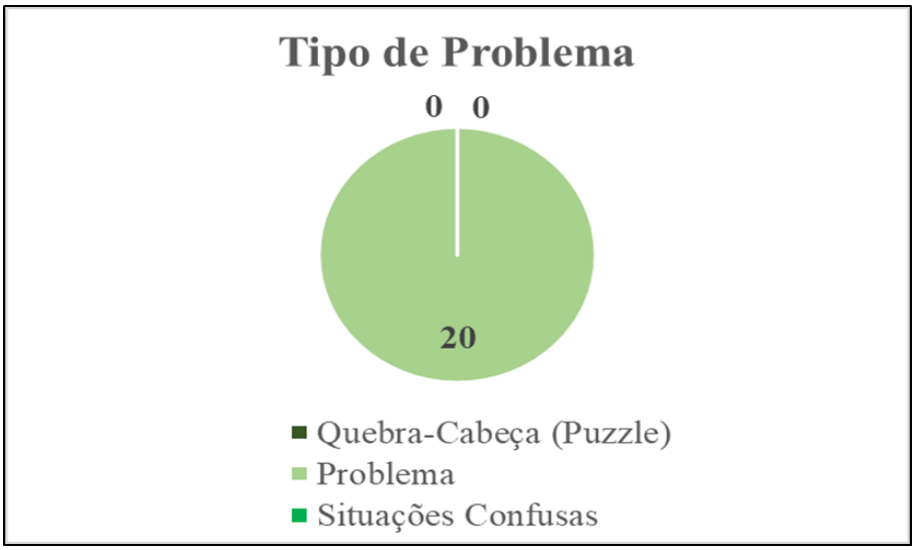
9	(FERNÁNDEZ-MUÑIZ; MONTES-PEÓN; VÁZQUEZ-ORDÁS, 2012)	Problema	Solução via Literatura: *"For the data collection the authors designed a questionnaire based on an exhaustive review of the previous literature on safety management (Ai Lin Teo and Yean Yng Ling, 2006; Basso et al., 2004; Fernández-Muñiz et al., 2007; Hale et al., 1997; Hurst, 1997; McDonald et al., 2000; Rasmussen and Gronberg, 1997; Santos-Reyes and Beard, 2002), quality management and environmental management (Quazi et al., 2001; Babakri et al., 2003; Terziovski et al., 2003; Gavronski et al., 2008)".*
10	(HINZE; HALLOWELL; BAUD, 2013).	Problema	Solução via Especialistas: *"The research team consisted of 25 safety professionals who are recognized safety leaders in the U.S. architecture, engineering, and construction community. The experience of the research team was quite extensive, consisting of 318 years of experience in the construction industry, with 33 years of experience as field workers, 176 years as middle managers, and 109 years as upper-level safety personnel".*
11	(ILBAHAR *et al*., 2018)	Problema	Solução via aplicação do AHP: "*Different from the literature, in this study, a novel integrated approach, Pythagorean Fuzzy Proportional Risk Assessment (PFPRA), including Fine Kinney, Pythagorean fuzzy analytic hierarchy process, and a fuzzy inference system is used for risk assessment in the field of occupational health and safety".*
12	(CHI; HAN, 2013)	Problema	Solução via Literatura: "*The study presented in this paper incorporates systems theory into Heinrich's (1936) model to better understand interrelationships between construction safety risks and to break the chain of accident causation".*
13	(FERNÁNDEZ-MUÑIZ; MONTES-PEÓN; VÁZQUEZ-ORDÁS, 2014)	Problema	Solução via aplicação de *Surveys*: "*The authors then calculated the number of questionnaires needed for the study to be representative of the total population, accepting a maximum error of 8% for a confidence level of 95%. The result was 150 questionnaires".*
14	(SOUSA; ALMEIDA; DIAS, 2015)	Problema	Solução via Literatura: *"Based on the safety equilibrium model developed by Hallowell and Gambatese (2007) and the demand-capacity model proposed by Mitropoulos et al. (2009), the Occupational Safety and Health Potential Risk Model (OSH-PRM) is proposed".*
15	(FUNG; LO; TUNG, 2012)	Problema	Solução via Especialistas*: "In general practice, the construction safety professionals, including safety managers, safety officers, assistant safety officers and assistant safety supervisors, are the key decision makers to carry out risk assessment. Therefore, the accuracy of the risk assessment is subject to their judgment and perceptions of safety risk. In this regard, the safety professionals are selected as the target group in this research".*
16	(GUO *et al*., 2017)	Problema	Solução via Literatura: *"To conceptualize the safety level, this paper developed a pressure-state-practice (PSP) model by drawing upon concepts and models from systems theory. The*

			validity of the model was established by seeking scientific knowledge from safety literature".
17	(YIU *et al.*, 2019)	Problema	Solução via Especialistas*: "Second, based on the identified benefits and obstacles, a questionnaire was developed and disseminated to the safety management professionals in the construction industry of Hong Kong to gauge their views of implementing SMS".*
18	(FUNG; TAM, 2013)	Problema	Solução via aplicação de *Surveys*: *"The questionnaires were distributed to 65 construction managers from the pool of low accident rate group of construction firms (company accident rate < ½ average accident rate in the Hong Kong construction industry in the past 3 years) ".*
19	(CHOE; LEITE, 2020)	Problema	Solução via Dados Estatísticos: *"In order to understand how and why risk is generated, this study examined 32 fatality reports obtained from the National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH) Fatality Assessment Control and Evaluation (FACE) program".*
20	(MORGADO; SILVA; FONSECA, 2019)	Problema	Solução via aplicação de *Surveys*: *"Thus, information was collected through an online questionnaire with open and closed questions, a statistical analysis was performed after the data collection phase, mapping the status of OHS in Portuguese companies".*

Fonte: Autor (2020).

Da mesma maneira, a Figura 23 ilustra o resultado obtido após análise do Quadro 14.

Figura 23 - Lente 01 - Aplicação / tipos de problema



Fonte: Autor (2020).

Percebe-se no Figura 23 que todos os artigos do PB apresentam o tipo Problema. Estes são evidenciados por meio das soluções preferidas pelos pesquisadores, onde: (i) 30% dos artigos, as soluções encontradas pelos pesquisadores foram por intermédio da aplicação de *Surveys*; (ii) 30 % dos artigos via consulta à literatura existente; (iii) 15% dos artigos por meio de informações de especialistas; (iv) 15% dos artigos através de dados ou métodos estatísticos e (v) 10% dos artigos via aplicação do AHP - *Analytic Hierarchy Process.*

Com o conhecimento das abordagens utilizadas e da aplicação dos tipos de problemas usados pelos pesquisadores nos artigos do PB, pode-se agora avaliar a harmonia / alinhamento entre os tipos de abordagens aplicadas conforme o tipo de problema, conforme demonstrado no Quadro 07 - Harmonia da abordagem com seu uso, sugerido por Ensslin (2020b). O Quadro 14 apresenta a análise realizada no âmbito do PB.

Quadro 14 - Harmonia entre abordagem e uso no PB

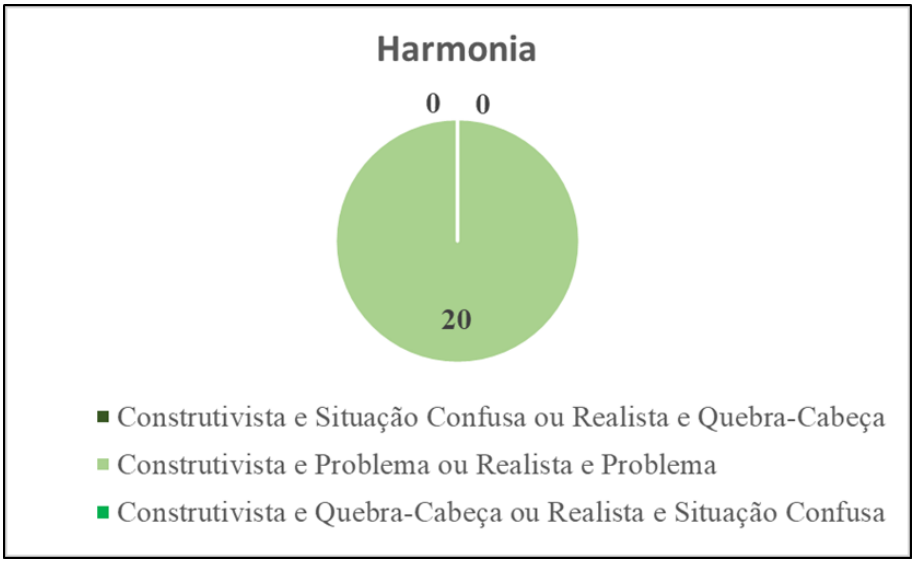
#	**Forma de citação do artigo**	**Abordagem: Realista; Construtivista**	**Aplicação / Tipo de Problema: Puzzle; Problema; Situação Confusa**	**Harmonia**
1	(VINODKUMAR; BHASI, 2010)	Realista	Problema	Parcial
2	(HINZE; THURMAN; WEHLE, 2013).	Realista	Problema	Parcial
3	(WACHTER; YORIO, 2014)	Realista	Problema	Parcial
4	(LEVESON, 2015)	Realista	Problema	Parcial
5	(PODGÓRSKI, 2015)	Realista	Problema	Parcial
6	(FUNG *et al*, 2013)	Realista	Problema	Parcial
7	(LI *et al*., 2015)	Realista	Problema	Parcial
8	(CHENG; RYAN; KELLY, 2012)	Realista	Problema	Parcial
9	(FERNÁNDEZ-MUÑIZ; MONTES-PEÓN; VÁZQUEZ-ORDÁS, 2012)	Realista	Problema	Parcial
10	(HINZE; HALLOWELL; BAUD, 2013).	Realista	Problema	Parcial
11	(ILBAHAR *et al*., 2018)	Realista	Problema	Parcial

12	(CHI; HAN, 2013)	Realista	Problema	Parcial
13	(FERNÁNDEZ-MUÑIZ; MONTES-PEÓN; VÁZQUEZ-ORDÁS, 2014)	Realista	Problema	Parcial
14	(SOUSA; ALMEIDA; DIAS, 2015)	Realista	Problema	Parcial
15	(FUNG; LO; TUNG, 2012)	Realista	Problema	Parcial
16	(GUO *et al.*, 2017)	Realista	Problema	Parcial
17	(YIU *et al.*, 2019)	Realista	Problema	Parcial
18	(FUNG; TAM, 2013)	Realista	Problema	Parcial
19	(CHOE; LEITE, 2020)	Realista	Problema	Parcial
20	(MORGADO; SILVA; FONSECA, 2019)	Realista	Problema	Parcial

Fonte: Autor (2020)

Com essa análise, observa-se que a totalidade dos artigos do PB apresentam a abordagem realista e utilizam o tipo problema. Desta maneira, atendem parcialmente a harmonia da escolha da abordagem com o tipo do seu uso. A Figura 24 resume os resultados obtidos.

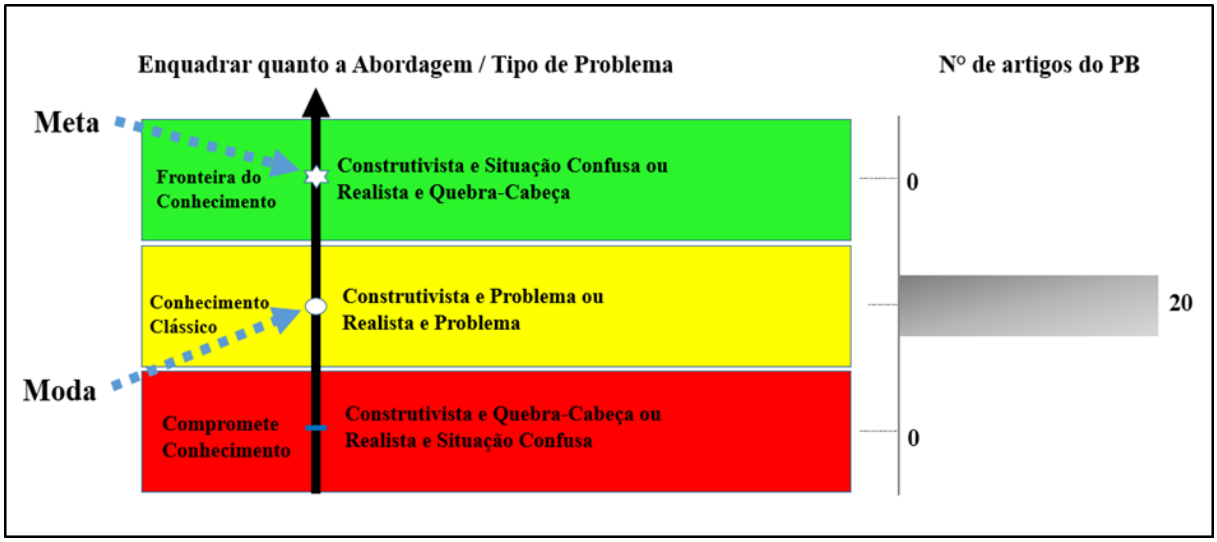
Figura 24 - Lente 1 – Harmonia entre abordagem e uso



Fonte: Autor (2020).

Ao findar a etapa da Análise Sistêmica da Lente 01 – Harmonia da abordagem com seu uso (aplicação), pode-se mensurar ordinalmente o alcance da lente 1 e revelar as oportunidades para contribuir ao tema para este fragmento da literatura, representado pelos artigos empíricos do PB. A Figura 25 ilustra o processo completo da Análise Sistêmica conforme protocolo do *ProKnow-C*, enfatizando a Lente 1 – Abordagem.

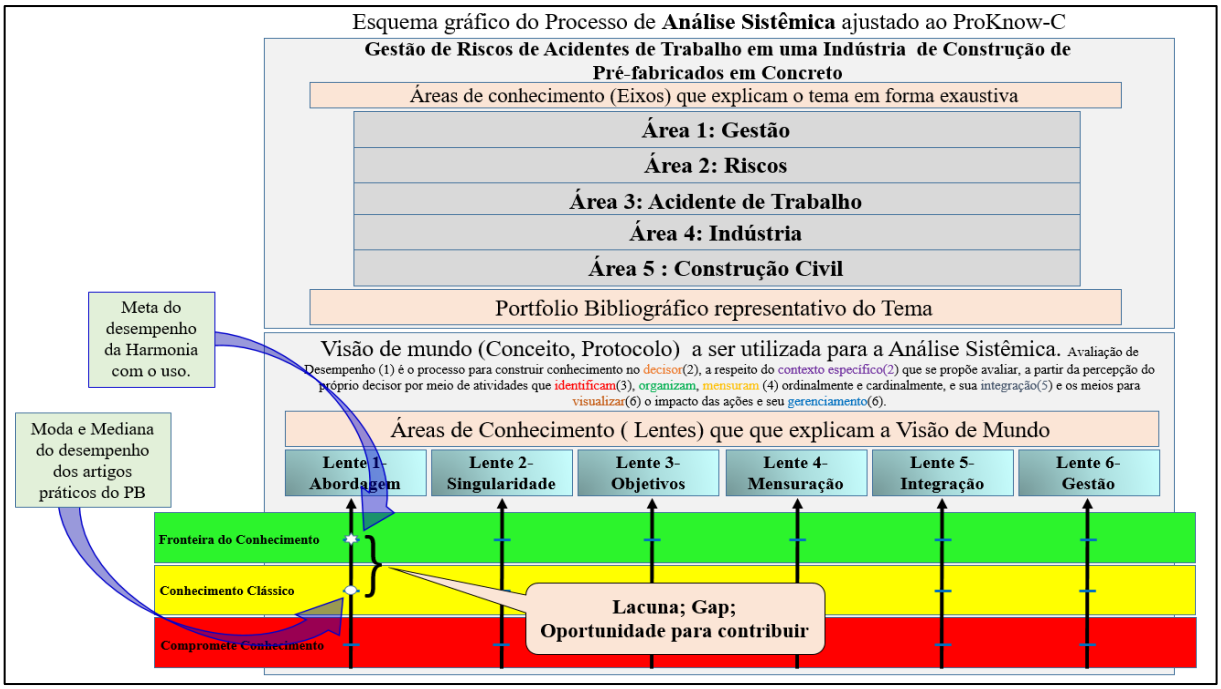
Figura 25 - Escala ordinal de mensuração da lente 1 – Harmonia da abordagem com seu uso e distribuição de frequência dos artigos para o PB



Fonte: Adaptado de Ensslin (2020b).

Com estes resultados, o processo de Análise Sistêmica ajustado ao *ProKnow-C* – Lente 1 - Harmonia da abordagem com seu uso (aplicação) é ilustrado na Figura 26.

Figura 26 - Processo de Análise Sistêmica ajustado ao ProKnow-C – Lente 1



Fonte: Adaptado de Ensslin (2020b).

Ao observar a mensuração da Lente 1, a moda das propriedades analisadas qualifica o atendimento parcial da harmonia da escolha da abordagem com o tipo do seu uso decorrente dos 20 artigos do PB que adotaram abordagens realistas considerando o tipo problema. Com este achado, evidenciou-se que o alcance da Lente 1 para os artigos científicos do portfólio situa-se em estágio de Conhecimento Clássico.

4.1.2.3.1.5 Conclusões quanto a Lente 1 – Harmonia

O enquadramento pelos pesquisadores dos artigos do portfólio em problemas tipo problemas na classificação de Rittel e Webber (1973) informa que os pesquisadores preferem valer-se dos conhecimentos externos notadamente via análises estatísticas para estabelecer os objetivos do ambiente onde deseja um modelo para apoiar suas decisões, isto compromete a legitimidade do modelo. Este procedimento não é equivocado, mas como a ciência informa que a legitimidade é uma dimensão importante nos atributos de um modelo emerge como oportunidade para contribuir para este fragmento da literatura o uso da abordagem construtivista (RITTEL; WEBBER, 1973; ROY, 1993; ROY, 1994; ENSSLIN; MONTIBELLER NETO; NORONHA, 2001). Como nenhum artigo do PB utilizou desta abordagem tratando de

problemas complexos, configura-se em oportunidades para novas pesquisas contribuírem com a fronteira do conhecimento.

4.1.2.3.2 Lente 2 - Singularidade

As Lentes no processo proposto pelo *ProKnow-C* representam as áreas de conhecimentos (dimensões, disciplinas) que são utilizados no desenvolvimento de modelagem de apoio a decisão (ENSSLIN, 2020b). Se ausente uma ou mais destas áreas de conhecimento, acarreta-se no comprometimento cientifico e prático do modelo, por sua vez, na legitimidade de seus resultados (RITTEL; WEBER, 1973; ROY, 1986; SMITH, 1989; SKINNER, 1986; KEENEY, 1992; BANA e COSTA, 1993; ROY, 1993; ROY, 1994; LANDRY, 1995; BANA e COSTA, 1999; ENSSLIN *et al*., 2010; MICHELI; MARI, 2014)

A Lente 2, que versa sobre a Singularidade (contexto e atores), tem como propósito a reflexão dos problemas sob a perspectiva de onde deve-se buscar dados para a geração do conhecimento, assim, compreender o contexto onde o problema está inserido e deste modo, criar condições para construir conhecimento que possibilitem a atuação sobre o mesmo (modelar), com isso, mitigando ou eliminando os fatores que o levaram a ser um problema (ENSSLIN, 2020b).

Destaca-se que Skinner (1986), Landry (1995), Bana e Costa (1993), Roy (1993) em períodos distintos enfatizam que é indispensável a explicitação da singularidade do contexto, ou seja, do ambiente físico e dos atores quando da modelagem de contextos sociais com fins de apoiar a gestão dos respectivos contextos. Com propósito de elucidar as fundamentações destes autores, apresenta-se as seções a seguir: (i) Problemas e sua aptidão para produzir conhecimentos; (ii) Problemas na Ciência da Ajuda à Decisão; (iii) Mensuração do atendimento desta área de conhecimento por cada artigo e do portfólio; (iv) Ilustração da Análise Sistêmica para a Lente 2 - Singularidade: Ambiente e Atores para os artigos práticos do Portfólio Bibliográfico e (v) Conclusões quanto a Lente 2 – Singularidade.

4.1.2.3.2.1 Problemas e sua aptidão para produzir conhecimentos

Landry (1995) esclarece e conceitua por meio da identificação de áreas de ambiguidade o que é problema, e como tal, como afeta a sua modelagem quando da construção de modelos de apoio a gestão em contextos sociais. O entendimento do problema pode ser captado por diversas maneiras, desde a sua complexidade até ao seu grau de sofisticação científica e

consequentemente da escolha adequada da abordagem para trata-la. A maneira de como perceber esse contexto (visão, perspectiva) é uma opção do pesquisador, entretanto, cada visão conduz a um entendimento do contexto diferente e por conseguinte a um modelo diferente e a uma solução diferente (ENSSLIN, 2020b).

Outra maneira de perceber o entendimento de problemas é examina-lo no que se refere a sua capacidade de gerar, produzir e construir conhecimento acerca do mesmo. É difícil reconhecer a existência de um problema em sua plenitude sem fazer referência ao conhecimento adquirido na forma de experiências passadas que o levaram a ser o ambiente físico e humano atual (Landry, 1995). Desta maneira, a modelagem e solução de um problema, não podem ser separados do entendimento do contexto físico e humano onde o mesmo se insere (SKINNER, 1986; SMITH, 1989; ROY, 1993; LANDRY, 1995; BANA e COSTA *et al.*, 1999). Segundo Smith (1989), problemas não têm existência física, mas são, ao contrário, entidades conceituais, construções que os atores criam sobre um dado contexto.

Em acordo a doutrina fundamental de Piaget (1967) onde afirma que qualquer atividade de produção de conhecimento necessariamente implica na existência de um sujeito de conhecimento e um objeto ou ideal a ser investigado, Landry (1995) distingue três tendências epistemológicas (visões) principais que diferem com relação a importância dada ao sujeito e ao objeto na atividade do conhecimento quando do enquadramento do que é o problema, sendo eles: (i) Objetivismo; (ii) Subjetivismo e (iii) Construtivismo. Com este entendimento, Ensslin (2020b) caracteriza os problemas conforme as perspectivas de cada visão, conforme demonstrado no Quadro 15.

Quadro 15 - Caracterizando problema, nas três tradições

2. Visão Correspondente dos Problemas	Tradições Epistemológicas		
	Objetivista	**Subjectivist**	**Constructivist**
a) Origem do problema	O problema é a realidade. Intervir no problema significa atuar sobre a realidade.	O problema não tem existência própria é uma entidade criada pela mente do sujeito. A origem do problema está na mente do sujeito.	A origem de um problema aparece quando um sujeito não está satisfeito com o desempenho de um contexto.
Estruturação / Reconhecimento do Problema	O sujeito percebe na realidade elementos que apresentam irregularidades ou inconsistências, segundo determinados padrões.	Estruturar a mente. O sujeito experimenta um estado mental incômodo que deve ser aliviado. A mente do sujeito é quem estrutura as percepções novas.	Reconhece o interesse de investigar sobre as razões desta insatisfação para mudar a situação
Formulação do Problema - Modelagem	Descobrir sua estrutura chegando ao ponto, onde uma intervenção é considerada possível.	Implica traduzir articuladamente um estado incômodo experimentado pela mente para explicar a origem do problema.	Implica na construção (modelagem) pelo sujeito de uma representação do objeto concreto segundo sua percepção, logo, não são neutros.
Resolução do Problema	Procurar os meios apropriados para passar de uma realidade insatisfatória à uma realidade desejada. É um exercício de meios - fins	É um processo de investigar e selecionar os meios mais convenientes para transformar o estado incômodo em outro estado mais conveniente em relação aos valores estéticos, morais, racionais ou pessoais do sujeito.	Implica em a partir do uso do modelo refletir e identificar ações (intervenções) que resultem em um contexto percebido como mais favorável. Esta adaptação feita pelo sujeito tem uma infinidade de representações de um mesmo fenômeno.

Fonte: Ensslin (2020b).

Ensslin (2020b) caracteriza que os problemas na visão objetivista é utilizado nas ciências exatas (física, matemática, estatística, astronomia, etc.). Os problemas na visão subjetivista são utilizados na psicologia, filosofia, etc., contudo, problemas na visão construtivista são utilizados nas ciências sociais, em Administração, notadamente quando da modelagem para apoio a decisão. Destaca-se, que quando cada visão é utilizada na área de conhecimento para a qual foi criada, os protocolos estão integralmente atendidos e a ciência em sua plenitude está atendida. Porém, a solução oferecida para um problema é equivocada quando uma visão é utilizada em outra área de conhecimento onde os elementos integrantes do problema são diferentes.

Como se observa o entendimento de qual é o problema e quais as entidades (objeto, pessoas, etc.) que o compõe é central quando da modelagem de contextos, particularmente quando para prover apoio a decisão para sua gestão (RITTEL; WEBER, 1973; SKINNER, 1986; SMITH, 1989; ROY, 1993; LANDRY, 1995; ENSSLIN, 2020b). Nas áreas sociais, no entanto, onde o problema é sempre constituído pelas entidades objeto e sujeito, sua descrição e entendimento são parte do problema e, portanto, sua omissão, conduzirá a resolução de outro problema. (SMITH, 1989; ROY, 1993; ROY, 1994; LANDRY, 1995; PIAGET, 1967). Segundo Bana e Costa (1993) o contexto onde está inserido um problema, ao ser modelado, para disponibilizar um instrumento de apoio a sua gestão, é formado pelo amalgamento (interprenetabilidade) das características objetivas do contexto com os valores do decisor (ENSSLIN, 2019).

Assumir o controle de um problema na área social e, consequentemente, modelar o problema não pode ser encarado independentemente da relação entre um indivíduo (decisor) e a realidade (contexto físico).

4.1.2.3.2.2 Problemas na ciência da ajuda à decisão

O problema como definido por Skinner (1986), Smith (1989), Roy (1993), Landry (1995) e Bana e Costa *et al.* (1999), trata-se da percepção que um ator faz a respeito de um contexto onde ele observa que existe uma discrepância entre a sua forma aparente e a forma a qual gostaria que fosse. Como o desejo de atuar sobre o problema é por meio da decisão, o problema, na realidade, é um processo decisório. Para tal, a ciência apropriada, que se preocupa com este processo e disponibiliza o suporte para esses conhecimentos é a Ciência da Ajuda a Decisão.

Para Ensslin (2020b) a Ciência da Ajuda a Decisão é a atividade que, através de caminhos científicos, ajuda a obter elementos para entender decisões de formas a fornecer aos atores as condições mais favoráveis para aumentar: (i) a coerência em seu processo decisório e (ii) a performance dos objetivos e o sistema de valores dos atores.

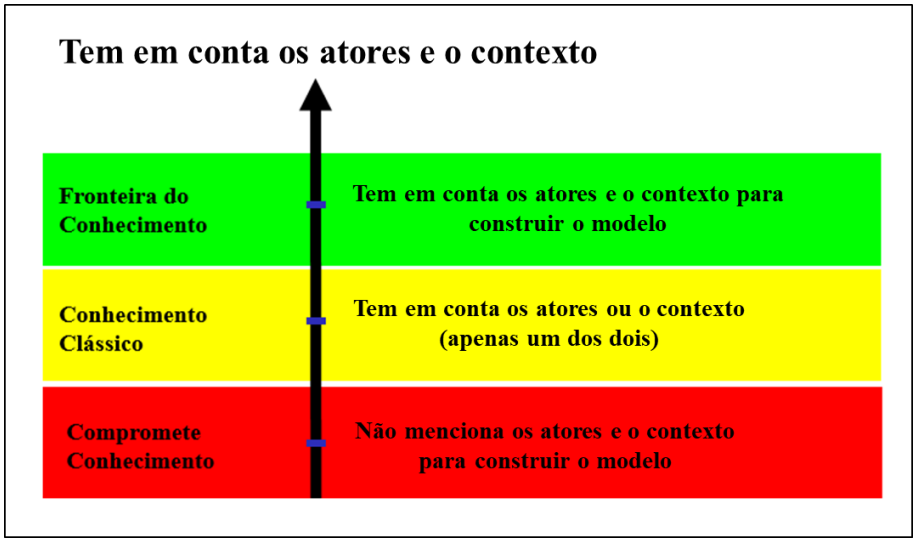
Contribuir para esta ciência equivale em desenvolver um conjunto de conceitos, modelos, procedimentos e resultados para estruturar os conhecimentos, e estes, em conjunto com hipóteses, servem como uma base para guiar a decisão e facilitar a comunicação daquilo que o decisor percebe como importante.

Os modelos e métodos usados na Ciência da Ajuda a Decisão ao contrário de suas equivalentes nas ciências físicas e naturais, podem em raríssimos casos descrever realidades que serão independentes do observador e que existem independentemente de outros atores humanos (ROY, 1993; ENSSLIN, 2020b). O que nos leva a impor limites (restrições) para a objetividade (ter em conta apenas o ambiente físico), nos processos decisórios (ROY, 1996). Reconhecer os limites da objetividade nos processos decisórios, significa reconhecer a impossibilidade de construir um modelo de decisão baseado único e exclusivamente em uma visão objetiva, necessita-se também a participação do sujeito, da mesma forma, não se pode ter a construção de um modelo para apoiar um contexto que envolve objetos físicos sem considera-los.

4.1.2.3.2.3 Mensuração do atendimento desta área de conhecimento para cada artigo e do Portfólio

O *ProKnow-C*, em sua Lente 2 - Singularidade, possibilita a realização da Análise Sistêmica para as pesquisas em contextos sociais a partir da verificação da explicitação dos componentes: (i) os atores e (ii) o contexto para o qual o modelo de apoio a gestão está inserido. Esta orientação visa garantir que o modelo seja construído em acordo do que o decisor julga como importante, segundo suas percepções, valores e preocupações. Deste modo, assegura-se que a pesquisa se caracterize como singular frente ao contexto e assim, assegure a sua legitimidade. A partir deste entendimento, pode-se construir uma escala ordinal que represente o grau de atendimento que os artigos do PB apresentam no que se refere ao alcance da Lente 2 – Singularidade, conforme proposto por Ensslin (2020b) e ilustrado na Figura 27 para os possíveis estados das propriedades: contextos e atores (decisor).

Figura 27 - Escala ordinal de mensuração da Lente 2 - Singularidade



Fonte: Ensslin (2020b).

Com a mensuração da Lente 2 – Singularidade, pode-se avaliar se o modelo construído considera os atores e o contexto nas pesquisas e deste modo, contribuir para entender o grau de atendimento no contexto global por meio da Análise Sistêmica.

4.1.2.3.2.4 Ilustração da análise sistêmica para a lente 2: Singularidade: ambiente e atores para os artigos práticos do portfólio bibliográfico

Para efeito da Análise Sistêmica dos artigos do Portfólio Bibliográfico, que representa o fragmento da literatura do tema Gestão de Riscos de Acidentes de Trabalho em uma Indústria

de Construção de Pré-fabricados em Concreto, o procedimento adotado pelo *Proknow-C* consiste em verificar a evidenciação das dimensões ambiente físico (contexto) e atores.

No presente estudo, o Quadro 16 apresenta a identificação dos atores, evidenciados conforme mencionados pelos autores nas pesquisas.

Quadro 16 - Identificação dos atores no PB

Artigo		**Lente 2 - Singularidade**		
#	**Forma de citação do artigo**	**Atores**		**Evidência**
		Identifica?	**Quem é o Decisor?**	
1	(VINODKUMAR; BHASI, 2010)	Sim	*1566 employees*	*This study measured employees' perceptions on six safety management practices and self-reported safety knowledge, safety motivation, safety compliance and safety participation by conducting a survey using questionnaire among 1566 employees belonging to eight major accident hazard process industrial units in Kerala, a state in southern part of India.*
2	(HINZE; THURMAN; WEHLE, 2013).	Não	-	-
3	(WACHTER; YORIO, 2014)	Sim	*342 Safety managers*	*Through the American Society of Safety Engineers' member-ship database, a 69 item survey was distributed to ~2400 safety managers mainly across the U.S. The response rate was 14% (342 safety managers fully completed this survey in study number one).*
4	(LEVESON, 2015)	Não	-	-
5	(PODGÓRSKI, 2015)	Não	-	-
6	(FUNG *et al*, 2013)	Sim	*Safety professionals*	*After the discovery of the problems that exist in construction safety risk assessment in Hong Kong, this paper highlighted the need for a systematic risk assessment approach for safety professionals.*
7	(LI *et al*., 2015)	Sim	*198 employees*	*This construction enterprise had a safety production committee and one safety training center charged with safety education and training. Of the workers, 198 from 2 subcontractors showed interest in PBBS management and agreed to participate in the study.*
8	(CHENG; RYAN; KELLY, 2012)	Sim	*232 employees*	*Although safety management is known to be vital to construction projects, very few studies have solicited views from construction practitioners*

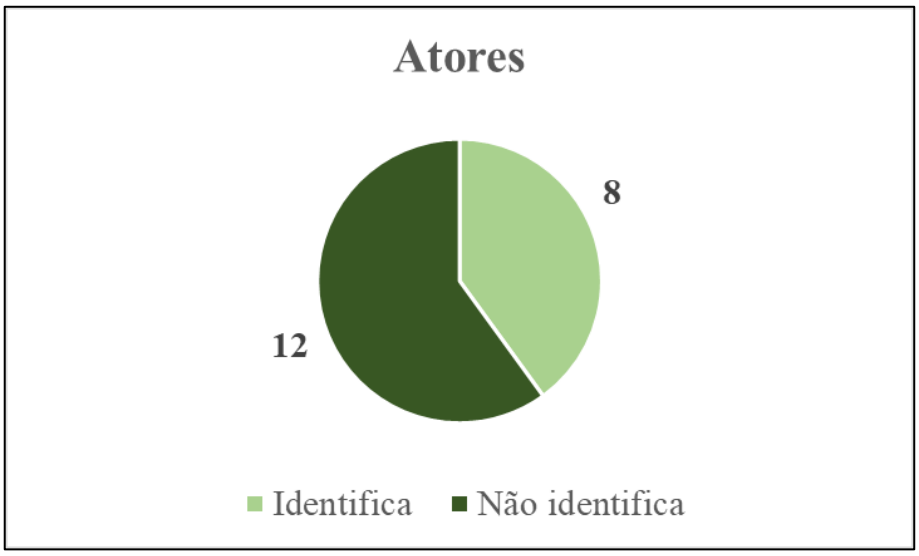
				about their perceptions of which safety management practices (SMPs) are important to construction projects and related to project performance. An empirical study was undertaken in Hong Kong in order to shed more light on this topic. In the study, the importance levels of 15 popular SMPs and five project performance criteria were rated by 232 respondents.
9	(FERNÁNDEZ-MUÑIZ; MONTES-PEÓN; VÁZQUEZ-ORDÁS, 2012)	Não	-	-
10	(HINZE; HALLOWELL; BAUD, 2013).	Não	-	-
11	(ILBAHAR *et al*., 2018)	Não	-	-
12	(CHI; HAN, 2013)	Não	-	-
13	(FERNÁNDEZ-MUÑIZ; MONTES-PEÓN; VÁZQUEZ-ORDÁS, 2014)	Sim	*Manager responsible for safety in each firm*	*To collect the information the authors designed a questionnaire and sent it to the manager responsible for safety in each firm. The authors opted for the safety manager because these organisation members occupy an intermediate position between the management and the workers, and since the authors required information from both parties they considered that the information that this manager could give would be less biased and more accurate.*
14	(SOUSA; ALMEIDA; DIAS, 2015)	Não	-	-
15	(FUNG; LO; TUNG, 2012)	Sim	*Safety managers, safety officers, assistant safety officers and assistant safety supervisors*	*In general practice, the construction safety professionals, including safety managers, safety officers, assistant safety officers and assistant safety supervisors, are the key decision makers to carry out risk assessment. Therefore, the accuracy of the risk assessment is subject to their judgment and perceptions of safety risk. In this regard, the safety professionals are selected as the target groupin this research.*
16	(GUO *et al*., 2017)	Não	-	-
17	(YIU *et al*., 2019)	Sim	*Safety management professionals*	*A combination of qualitative and quantitative methods was used to achieve the goals of this study. First, a systematic literature review and a series of structured interviews were conducted to identify the perceived benefits and obstacles for implementing SMS. Second, based on the identified benefits and obstacles, a questionnaire was developed and disseminated to the safety management*

				professionals in the construction industry of Hong Kong to gauge their views of implementing SMS
18	(FUNG; TAM, 2013)	Não	-	-
19	(CHOE; LEITE, 2020)	Não	-	-
20	(MORGADO; SILVA; FONSECA, 2019)	Não	-	-

Fonte: Autor (2020)

No que corresponde a identificação dos atores nas pesquisas empíricas contidas no PB, a Figura 28 apresenta o gráfico com a síntese dos resultados.

Figura 28 - Identificação dos Atores



Fonte: Autor (2020).

Observa-se na Figura 45 que foram achados oito (8) pesquisas que identificaram os atores (decisor) para quem o modelo se destina. Isto representa 40% dos artigos empíricos que compõem o PB, em contrapartida, 60% das pesquisas não os fizeram.

Em relação ao reconhecimento do ambiente físico, o Quadro 17 identifica os contextos abordados nos artigos do PB, evidenciando conforme descrito pelos autores nas pesquisas.

Quadro 17 - Identificação do contexto no PB

Artigo		**Lente 2 - Singularidade**	
#	**Forma de citação do artigo**	**Contexto**	**Evidência**

		Identifica?	Qual é o contexto?	
1	(VINODKUMAR; BHASI, 2010)	Sim	*Eight major accident hazard process industrial units in Kerala, a state in southern part of India.*	*This study attempts to examine the various safety management practices and their influence on safety performance in eight major accident hazard process industrial units in Kerala, a state in the southern part of India.*
2	(HINZE; THURMAN; WEHLE, 2013).	Sim	*A large firm on all of its large projects. There were a total of 14 projects in USA.*	*Leading indicators of safety performance are measures of the safety process as it applies to construction work, while lagging indicators pertain to the safety results, namely the extent of the occurrence of worker injuries ... Leading indicators were being employed by a large firm on all of its large projects. There were a total of 14 projects with over 10,000,000 worker hours expended that employed the use of the leading indicators.*
3	(WACHTER; YORIO, 2014)	Não	-	
4	(LEVESON, 2015)	Não	-	-
5	(PODGÓRSKI, 2015)	Não	-	-
6	(FUNG *et al*, 2013)	Sim	*The construction industry in Hong Kong*	*After the discovery of the problems that exist in construction safety risk assessment in Hong Kong, this paper highlighted the need for a systematic risk assessment approach for safety professionals*.
7	(LI *et al*., 2015)	Sim	*The construction site of an on-going 34–story public housing project in Hong Kong.*	*A pilot study of a Hong Kong construction site practicing PBBS was conducted. The experiment results showed that PBBS performed well on construction accident prevention and the Safety Index (SI) of the two project teams, with increased improvements by 36.07% and 44.70% respectively. It is concluded that PBBS is effective and adaptable to construction industry.*
8	(CHENG; RYAN; KELLY, 2012)	Sim	*The construction industry in Hong Kong*	*Although safety management is known to be vital to construction projects, very few studies have solicited views from construction practitioners about their perceptions of which safety management practices (SMPs) are important to construction projects and related to project performance. An empirical study was undertaken in Hong Kong in order to shed more light on this topic. In the study, the importance levels of 15 popular SMPs and five project performance criteria were rated by 232 respondents.*
9	(FERNÁNDEZ-MUÑIZ; MONTES-PEÓN; VÁZQUEZ-ORDÁS, 2012)	Sim	*131 OHSAS 18001 certified organisations in Spain*	*In order to achieve the proposed objectives the authors carried out an empirical study using a target population of all firms located in Spain,*

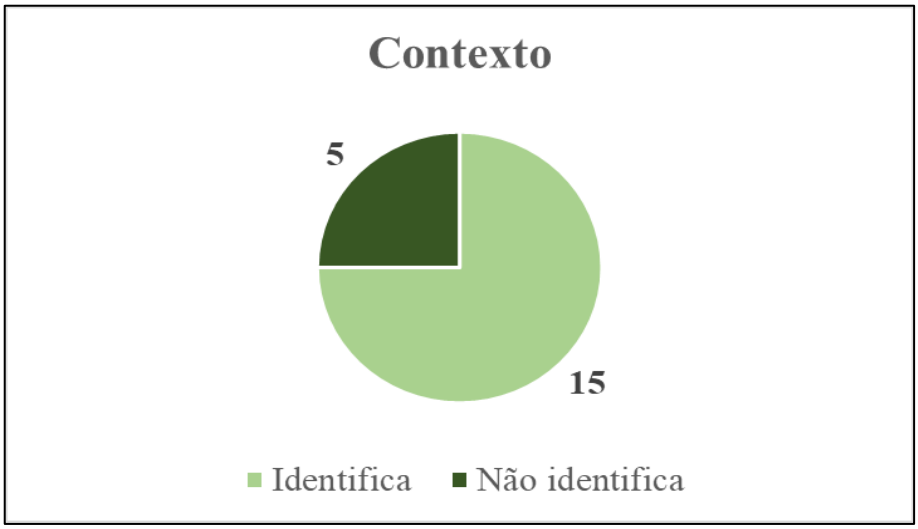
				whether Spanish or non-Spanish, that possessed the OHSAS 18001 health and safety certificate on 1 May 2008 ... The current work examines the reasons why these firms implement OHSAS 18001, identifies the obstacles they have to overcome to obtain certification, and analyses their perceptions and attitudes about the audit process, using a sample of 131 OHSAS 18001 certified organisations
10	(HINZE; HALLOWELL; BAUD, 2013).	Sim	*The construction industry in USA*	*This research addresses this knowledge gap by creating a comprehensive list of construction-safety strategies from relevant literature and supplementing it with input from an expert panel. Once the strategies were identified (n=104), the research team conducted interviews with representatives from 57 projects in the United States to determine which strategies were implemented on each project and the project's recordable injury rate (RIR).*
11	(ILBAHAR *et al*., 2018)	Sim	*Excavation process in a construction yard in Turkey*	*In this section, the proposed method is applied to evaluate the risks of excavation process in a construction yard. After the risk assessment is performed with the proposed method, a comparative analysis with PFFMEA is carried out ... In order to validate the results of the model, current accident statistical Turkey have been used.*
12	(CHI; HAN, 2013)	Sim	*The construction industry in USA*	*This study incorporates the systems theory into Heinrich's domino theory to explore the interrelationships of risks and break the chain of accident causation. Through both empirical and statistical analyses of 9358 accidents which occurred in the U.S. construction industry between 2002 and 2011...*
13	(FERNÁNDEZ-MUÑIZ; MONTES-PEÓN; VÁZQUEZ-ORDÁS, 2014)	Sim	*188 organisations in Spain*	*This paper aims to study the role of the safety leadership and of the proactive risk management in the improvement of occupational safety performance. To this end, the authors develop and test a model on a sample of 188 organisations located in Spain using the structural equation modelling technique.*
14	(SOUSA; ALMEIDA; DIAS, 2015)	Sim	*The construction industry in USA*	*Weahrer was also the author of the DHHS (NIOSH) Publication No. 2009–154 (NIOSH, 2009), were the mean and median total costs of accidents in the U.S. construction industry are presented. In this publication the total cost only includes direct and indirect costs. In the present study, the values published in NIOSH (2009) for the construction industry in general, and the building and the civil engineering sub-sectors, by type of accident, were prorated by the values obtained by Waehrer et al. (2007) to establish the total cost of fatal accidents.*

15	(FUNG; LO; TUNG, 2012)	Sim	*The construction industry in Hong Kong*	*It is encouraging that the safety performance in Hong Kong construction industry is improving which can be reflected in the construction accident statistics as published by the Labour Department (2009a,b). The year 2009 recorded a notable drop in the number of site accidents, from 11925 in 2000 to 2755 in 2009, representing a decrease of 76%. The accident rate per 1000 workers in 2009 also dropped by 63% (54.6) when compared with the figure of 2000 (149.8).*
16	(GUO *et al.*, 2017)	Não	-	-
17	(YIU *et al.*, 2019)	Sim	*The construction industry in Hong Kong*	*A combination of qualitative and quantitative methods was used to achieve the goals of this study. First, a systematic literature review and a series of structured interviews were conducted to identify the perceived benefits and obstacles for implementing SMS. Second, based on the identified benefits and obstacles, a questionnaire was developed and disseminated to the safety management professionals in the construction industry of Hong Kong to gauge their views of implementing SMS*
18	(FUNG; TAM, 2013)	Sim	*The construction industry in Hong Kong*	*Therefore, this paper investigates the association between the mindsets of construction managers on the acceptance of accident causation theories and the vigour of implementing safety measures on accident prevention in the Hong Kong construction industry.*
19	(CHOE; LEITE, 2020)	Não	-	-
20	(MORGADO; SILVA; FONSECA, 2019)	Sim	*483 companies in Portugal*	*This work aims to characterize the Portuguese reality, regarding the relevance given to OHS, independently of the sector of activity or size of the companies. Approximately 500 companies (certified and uncertified) were invited to participate through an online survey, with open and closed questions.*

Fonte: Autor (2020)

Em relação ao contexto no qual o modelo está inserido, 75% do PB, ou seja, 15 artigos os evidenciaram. Entretanto, cinco (5) pesquisas não se preocuparam em identificar o contexto onde o modelo foi aplicado, conforme ilustrado na Figura 29.

Figura 29 - Identificação do Contexto



Fonte: Autor (2020).

Ao considerar a identificação de atores e do contexto simultaneamente nas pesquisas e enquadrando os artigos empíricos do PB em conformidade a Lente 2 – Singularidade, o Quadro 18 demonstra o resumo dos achados após análise desta dimensão.

Quadro 18 - Resumo dos resultados da Lente 2 – Singularidade

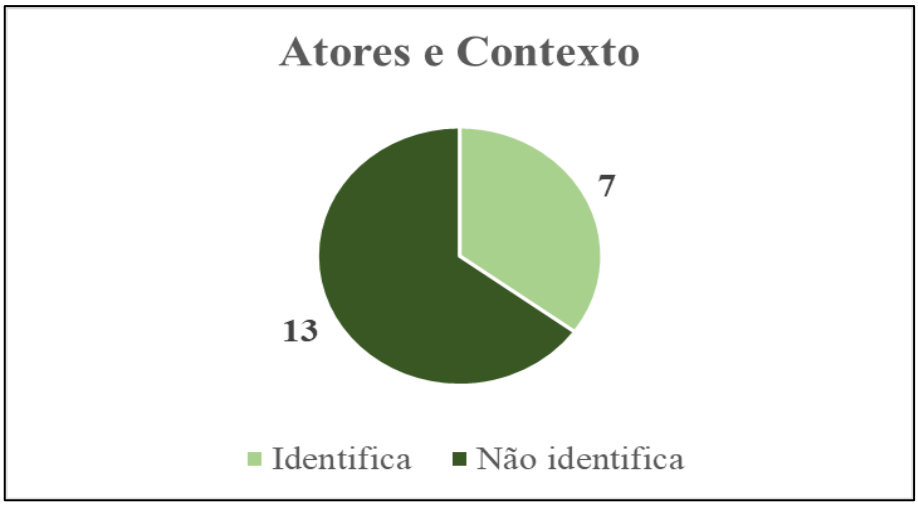
#	Forma de citação do artigo	Atores		Contexto		Atores e Contexto
		Identifica?	Quem é o Decisor?	Identifica?	Qual é o contexto?	
1	(VINODKUMAR; BHASI, 2010)	Sim	*1566 employees*	Sim	*Eight major accident hazard process industrial units in Kerala, a state in southern part of India.*	Sim
2	(HINZE; THURMAN; WEHLE, 2013).	Não	-	Sim	*A large firm on all of its large projects. There were a total of 14 projects in USA.*	Não
3	(WACHTER; YORIO, 2014)	Sim	*342 Safety manager, Supervisors and employees*	Não	-	Não
4	(LEVESON, 2015)	Não	-	Não	-	Não
5	(PODGÓRSKI, 2015)	Não	-	Não	-	Não
6	(FUNG *et al*, 2013)	Sim	*Safety professionals*	Sim	*The construction industry in Hong Kong*	Sim
7	(LI *et al*., 2015)	Sim	*198 employees*	Sim	*The construction site of an on-going 34–story public housing project in Hong Kong.*	Sim

8	(CHENG; RYAN; KELLY, 2012)	Sim	*232 employees*	Sim	*The construction industry in Hong Kong*	Sim
9	(FERNÁNDEZ-MUÑIZ; MONTES-PEÓN; VÁZQUEZ-ORDÁS, 2012)	Não	-	Sim	*131 OHSAS 18001 certified organisations in Spain*	Não
10	(HINZE; HALLOWELL; BAUD, 2013).	Não	-	Sim	*The construction industry in USA*	Não
11	(ILBAHAR *et al*., 2018)	Não	-	Sim	*Excavation process in a construction yard in Turkey*	Não
12	(CHI; HAN, 2013)	Não	-	Sim	*The construction industry in USA*	Não
13	(FERNÁNDEZ-MUÑIZ; MONTES-PEÓN; VÁZQUEZ-ORDÁS, 2014)	Sim	*Manager responsible for safety in each firm*	Sim	*188 organisations in Spain*	Sim
14	(SOUSA; ALMEIDA; DIAS, 2015)	Não	-	Sim	*The construction industry in USA*	Não
15	(FUNG; LO; TUNG, 2012)	Sim	*Safety managers, safety officers, assistant safety officers and assistant safety supervisors*	Sim	*The construction industry in Hong Kong*	Sim
16	(GUO *et al*., 2017)	Não	-	Não	-	Não
17	(YIU *et al*., 2019)	Sim	*Safety management professionals*	Sim	*The construction industry in Hong Kong*	Sim
18	(FUNG; TAM, 2013)	Não	-	Sim	*The construction industry in Hong Kong*	Não
19	(CHOE; LEITE, 2020)	Não	-	Não	-	Não
20	(MORGADO; SILVA; FONSECA, 2019)	Não	-	Sim	*483 companies in Portugal*	Não

Fonte: Autor (2020).

Para melhor entendimento, a Figura 30 resume os resultados da identificação de atores e do contexto simultaneamente nas pesquisas.

Figura 30 - Identificação dos Atores e do Contexto

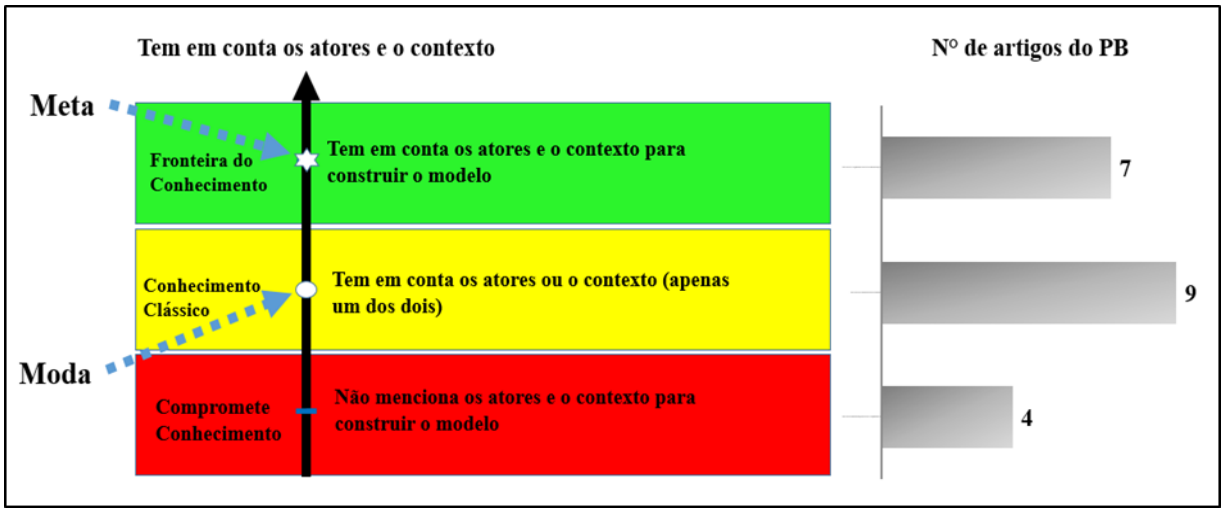


Fonte: Autor (2020).

Ao avaliar conjuntamente os atores e o contexto aplicado, observa-se que sete (7) artigos, representando 35% dos estudos do PB, os autores se preocuparam na identificação de ambas as dimensões (atores e contexto) na mesma pesquisa. Entretanto, a maioria das pesquisas (65% do PB), ora, os pesquisadores identificaram somente os atores, ora, somente o contexto, ora, nenhum deles.

Com estes resultados e de acordo ao processo da Análise Sistêmica ajustado ao *ProKnow-C*, consegue-se mensurar ordinalmente o alcance da Lente 2 - Singularidade e indicar as oportunidades para contribuir ao tema para este fragmento da literatura, representado pelos artigos empíricos do PB, conforme ilustrado na Figura 31.

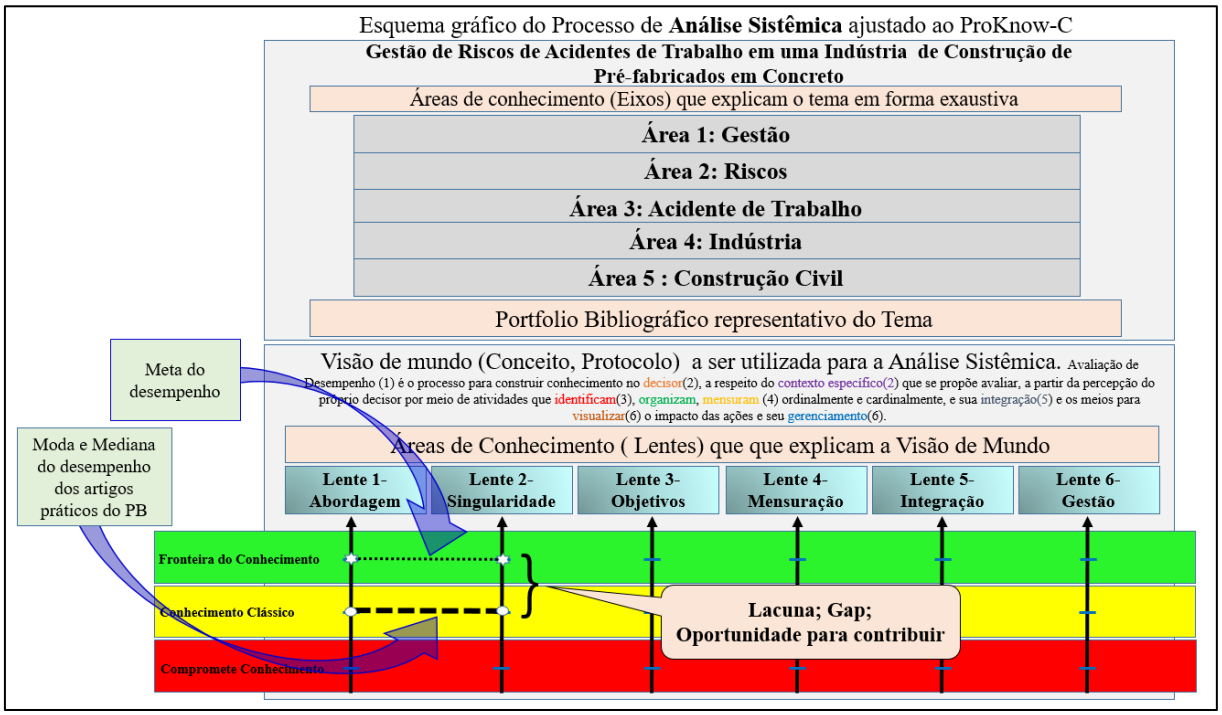
Figura 31 - Escala ordinal de mensuração da Lente 2 – Singularidade e distribuição de frequência dos artigos para o PB



Fonte: Adaptado de Ensslin (2020b).

E deste modo, o processo de Análise Sistêmica ajustado ao *ProKnow-C*, apresentado na Figura 32.

Figura 32 - Processo de Análise Sistêmica ajustado ao *ProKnow-C* – Lente 2



Fonte: Adaptado de Ensslin (2020b).

Ao avaliar a Lente 2 – Singularidade, observa-se que a moda dos resultados (9 artigos) encontrados em relação a identificação de atores e contextos, encontra-se no estágio de Conhecimento Clássico. Destes, as pesquisas têm em conta apenas uma das propriedades avaliadas nessa área de conhecimento, ou seja, ou reconhecem os atores ou reconhecem o contexto na construção dos modelos, com isso, comprometendo sua legitimidade, mesmo que sua validade esteja assegurada. Contudo, vale destacar que em sete (7) artigos, as pesquisas situam-se se em estágio de Fronteira de Conhecimento, atendendo as propriedades integralmente da Lente 2 (VINODKUMAR; BHASI, 2010; FUNG *et al*, 2013; LI *et al*., 2015; CHENG; RYAN; KELLY, 2012; FERNÁNDEZ-MUÑIZ; MONTES-PEÓN; VÁZQUEZ-ORDÁS, 2014; FUNG; LO; TUNG, 2012; YIU *et al.*, 2019).

4.1.2.3.2.5 Conclusão quanto a Lente 2 – Singularidade

Ao findar a Analise Sistêmica considerando a Lente 2 – Singularidade, informações relevantes foram evidenciadas durante essa etapa e que caracterizam os artigos empíricos do

Portfólio Bibliográfico que representa o fragmento da literatura do tema Gestão de Riscos de Acidentes de Trabalho em uma Indústria de Construção de Pré-fabricados em Concreto.

Em 40% das pesquisas, os autores se preocuparam em identificar os decisores envolvidos na construção do modelo. Destes artigos, em 62,5% os decisores identificados são os profissionais envolvidos diretamente com a gestão da segurança do trabalho nas organizações, entre eles, gerentes, engenheiros e supervisores. As demais pesquisas, os autores consideraram como atores que contribuíram com a construção dos modelos os funcionários, empregados em geral das empresas.

Considerando o ambiente físico, em 75% das pesquisas foram identificados os contextos onde os modelos foram construídos. Observa-se que o contexto mais recorrente, representando 73% destes artigos, são os estudos que aplicaram o desenvolvimento dos modelos na Industria da Construção Civil. As demais pesquisas, o contexto identificado foram as Industrias em Geral, onde os pesquisadores não segregaram o setor econômico. Destaca-se, em 47% das pesquisas que identificaram os contextos, os modelos foram aplicados na Indústria da Construção Civil da China, especificadamente na região de Hong Kong, seguido da Industria da Construção Civil dos Estados Unidos, representando 26% dos artigos. As demais pesquisas que aplicaram os modelos na Industria em Geral, foram realizadas na Espanha, Portugal, Índia e Turquia. Deste modo, as evidências demonstram que a preocupação da gestão destes contextos sociais nas pesquisas analisadas é mundial, pois foram identificados a sua aplicação em países de grande parte dos continentes.

Considerando os tipos de problemas, observa-se evidências da maneira de como o pesquisador examinou e interpretou os problemas. Na totalidade dos artigos do PB, os autores enquadram-nos como tipo ‘problema’, visto que parte do entendimento do contexto é obtida junto a atores do contexto e parte fora do contexto por meio de *surveys,* via consulta a literatura existente, através de especialistas e por meio de dados ou métodos estatísticos. Ao utilizar essa postura, os pesquisadores simplificaram a complexidade dos problemas, entretanto, em virtude disso, fizeram com que os modelos e estudos perdessem legitimidade.

Por fim, segundo Roy (1993) o caminho (modelo) que contempla as necessidades cientificas e empíricas da construção de um instrumento de apoio a gestão de um contexto social necessita reconhecer que o conhecimento requerido não pode ser independente do ambiente para o qual o instrumento se destina e dos valores, preferencias e conhecimentos do sujeito. A busca científica por formulações de problemas de apoio a decisão, em ambientes distintos daqueles para os quais se destina está fadado ao fracasso. (RITTEL; WEBBER; 1973; SMITH, 1989; ROY, 1994; ROY, 1993; LANDRY, 1995). Portanto, constata-se que para este fragmento

da literatura representado pelos artigos científicos do PB, a construção de modelos de apoio a decisão por meio de dados extraídos especificadamente do ambiente físico e atores para o qual se destina é uma oportunidade para contribuir com seu estado da arte.

4.1.2.3.3 Lente 3 – Identificar critérios (objetivos)

O *ProKnow-C* em sua Lente 3 – Identificar critérios (objetivos) se propõe a orientar as pesquisas para assegurar que os objetivos (critérios) sejam identificados a partir do decisor a quem o modelo se destina e que seja utilizado processo para ajudar ao decisor a expandir seu entendimento de como o ambiente decisório afeta seus valores contribuindo para que o modelo tenha legitimidade.

Roy (1993) e Bana e Costa (1995) refletem sob as perspectivas e consequências dos atos de um decisor e alegam que quando bem definido o ator e procedendo segundo seu sistema de valor e preferências, inserido em um contexto decisório, interage com as propriedades do ambiente, formando novas entidades que são específicas ao decisor e ao ambiente.

A partir deste conceito e com o propósito de assegurar legitimidade ao modelo, ao construir um modelo de apoio a decisão, o mesmo exige ser elaborado a partir do decisor a quem se destina. Trata-se de um processo de construção de conhecimento do decisor para permitir compreender como as propriedades do ambiente interagem com seu sistema de valor para compor as entidades (critérios, Pontos de Vista) ‘valor U propriedade’ (ENSSLIN, 2020b).

A Lente 3 - Processo para Identificar em acordo aos protocolos do *ProKnow-C* identifica três pontos essenciais ao realizar a Análise Sistêmica quando da construção de um modelo de apoio a decisão em contextos sociais: (i) se o modelo reconhece a necessidade de expandir o conhecimento do decisor; (ii) se os critérios do modelo são identificados integralmente a partir do decisor e (iii) se as escalas do modelo são determinadas integralmente a partir do decisor.

Com o objetivo de esclarecer os conceitos teóricos e responder estas questões relevantes para mensuração do alcance da Lente 3 – Identificar critérios (objetivos), serão discutidos nas seções seguintes: (i) O modelo se propõe a ajudar a quem? (ii) A modelagem da atividade de Ajuda a Decisão; (iii) escala para mensurar o grau de atendimento da explicitação do processo para identificar os critérios que compõem o modelo; (iv) Ilustração da Análise Sistêmica para da Lente 3 – Identificar Critérios (objetivos) para os artigos práticos do Portfólio Bibliográfico e (v) Conclusões quanto a Lente 3- Identificar critérios (objetivos).

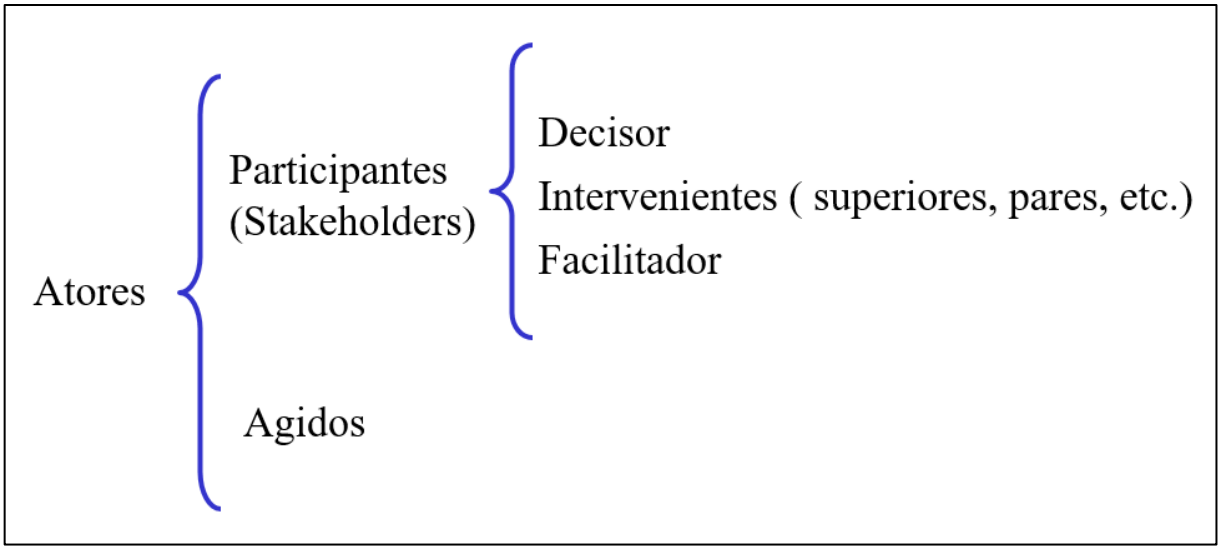
4.1.2.3.3.1 O modelo se propõe a ajudar a quem?

Na construção de um modelo de apoio a decisão geralmente é um dos participantes (*stakeholders*, atores) quem está sendo ajudado. Contudo, os diversos participantes no processo poderão ter objetivos e valores distintos (ROY, 1996; ENSSLIN 2020b). Deste modo, uma aplicação específica da Ajuda à Decisão dificilmente será suficientemente ampla para abranger a todos, por este motivo, o processo demanda que um dos participantes em específico seja identificado. Este, denomina-se como decisor.

O decisor usualmente tem uma função crítica no desenvolvimento do processo, visto que, em seu nome que a Ajuda à Decisão é realizada. Portanto, o decisor é o responsável pela avaliação das possibilidades e dos objetivos da construção do modelo, expressando as suas preferências, valores e preocupações e tem o interesse em fazer valer seus pontos de vista na evolução do processo (ROY, 1996; ENSSLIN; 2020b). Entretanto, Isto não representa que o decisor não considere as opiniões, estratégias, ou preferências dos demais participantes envolvidos.

No contexto de Ajuda à Decisão, os atores envolvidos no processo estão identificados segundo proposto por Ensslin (2020b), demonstrado na Figura 33.

Figura 33 - Identificação dos atores no contexto de Ajuda à Decisão



Fonte: Ensslin (2020b).

Os intervenientes interagem e são afetados diretamente com o problema no processo decisório, seus propósitos são fazer prevalecer e preponderar seus sistemas de valores. Os agidos são influenciados e suportam inertes os resultados das consequências das decisões. O facilitador encarregado no desenvolvimento e disseminação do conhecimento ao decisor. As

atribuições do facilitador serão exploradas em seção específica a ser apresentada (Quem ajuda?).

A abordagem Construtivista é a mais apropriada para a solução de problemas em contextos de Ajuda à Decisão (RITTEL; WEBBER, 1973; ROY, 1993). Destaca-se, quando da construção do modelo de apoio a decisão, que a centralidade está no decisor, visto que sob essa ótica (Construtivismo), a proposta é desenvolver o conhecimento do decisor a partir da identificação dos critérios julgados por ele essenciais, e assim, melhorar sua compreensão do contexto e o entendimento do problema. Deste modo, mesmo quando o decisor delega suas atribuições para terceiros, o decisor continua sendo aquele para quem a ajuda (modelo) se destina, mesmo que os critérios (objetivos) sejam de outros (ENSSLIN *et al.*, 2020a).

4.1.2.3.3.2 A modelagem da atividade de ajuda à decisão

Ao tomar decisões, as pessoas refletem antes de agir, planejam e projetam os resultados, para conhecer antecipadamente as prováveis, consequências de suas decisões. Trata-se de uma habilidade humana para representar fenômenos em forma abstrata de maneira hipotética, a esta atividade, denomina-se modelagem. A modelagem quando realizada visando esclarecer os interesses, motivações e preocupações daquele a quem o modelo se destina em um processo decisório, é que essencialmente consiste em a Ajuda à Decisão (ROY, 1993; LANDRY, 1995; ENSSLIN *et al.*, 2020b).

A Ajuda à Decisão é uma atividade realizada por meio de entrevistas com o decisor que resulta em um modelo que representa como o mesmo percebe as propriedades físicas do ambiente. Este processo exige participação comprometida do decisor (Ensslin *et al.*, 2020a). Para Roy (1993) a Ajuda à Decisão é o processo que auxilia a obter elementos de resposta para as questões colocadas pelo decisor quanto as consequências das propriedades físicas do ambiente em seus valores e preferências.

Neste contexto, estes elementos se propõem a entender as consequências da decisão e geralmente possibilitam recomendações, ou favorecem um comportamento que irá favorecer a: (i) a coerência entre a evolução do processo e (ii) o entendimento de como os valores dos participantes são afetados pelo contexto (ROY, 1993). Ensslin *et al.* (2020a) destaca que mesmo buscando representar as percepções do decisor, não significa buscar (modelar) precisamente o que o mesmo tem em mente, e sim, construir uma representação que permita ajudá-lo a melhor entender o contexto e organizar seu entendimento.

A Ciência da Ajuda à Decisão igualmente se preocupa em assegurar que seu processo de construção do modelo seja eficaz, ou seja, solucionar o problema correto. Este propósito se preocupa com o grau ou a capacidade do modelo formal de: (i) descrever e representar o contexto conforme o decisor o percebe em termos dos critérios (objetivos) e as escalas para mensurar seu desempenho; (ii) assegurar que quando do processo de construção do modelo de apoio a decisão oportunize ao decisor expandir seu entendimento de como as propriedades do contexto afetam seus valores (ROY, 1993; ENSSLIN *et al.*, 2020a; ENSSLIN, 2020b).

4.1.2.3.3.3 Quem ajuda?

O desenvolvimento e a implementação do instrumento de Ajuda à Decisão devem ser reconhecidos como parte de uma mudança consensual e, assim poder impactar o contexto organizacional com legitimidade (ENSSLIN, 2020b). Estas condições são alcançadas por meio da participação e comprometimento do decisor em sua plenitude.

Entretanto, durante o processo de modelagem, o decisor pode não ter o conhecimento suficiente para a construção do modelo. Deste modo, aquele que realiza a Ajuda à Decisão é geralmente uma pessoa diferente do decisor, denominado facilitador (ENSSLIN, 2020b). O facilitador durante o processo decisório não atua meramente como um ator externo ao contexto, mas ele também o influencia por meio de seu conhecimento de perito ou especialista. Salienta-se que não é suficiente que o facilitador se convença dos resultados, estes, somente serão válidos, se ajudarem ao decisor no entendimento do contexto.

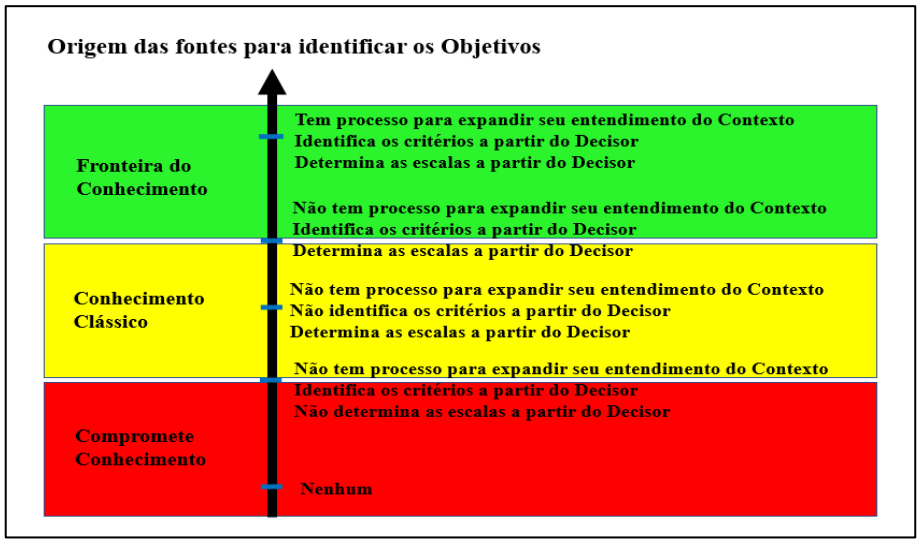
Para Ensslin (2020b), as principais atribuições do facilitador são: (i) interagir com o decisor e a partir do discurso do decisor construir e explicar o modelo; (ii) usar o modelo para obter respostas que esclareçam ao decisor as consequências de certos comportamentos traduzindo-os em uma forma que o decisor entenda; (iii) gerar recomendações de ações, ou metodologias, facilitar a comunicação entre os participantes.

4.1.2.3.3.4 Escala para mensurar o grau de atendimento da explicitação do processo para identificar os critérios que compõem o modelo

Com o entendimento das propriedades da Lente 3 – Identificar Critérios (objetivos) de acordo aos protocolos do *ProKnow-C*, além das características da modelagem da atividade de Ajuda à Decisão e das atribuições dos atores envolvidos no contexto decisório, tem-se discernimento para a construção de uma escala ordinal que represente o grau de atendimento

da Lente 3, ao avaliar o fragmento da literatura representado pelas publicações científicas do PB. Esta escala é proposta por Ensslin (2020b) e apresentado na Figura 34.

Figura 34 - Escala ordinal de mensuração da Lente 3 - Identificar Critérios (objetivos)



Fonte: Ensslin (2020b).

Com a mensuração da Lente 3 – Identificar critérios (objetivos) pode-se avaliar se o modelo construído considera a expansão do entendimento do decisor sobre como o contexto afeta seus valores, verificar se os critérios são determinados integralmente a partir do decisor e por fim, verificar se as escalas são construídas integralmente a partir do decisor.

4.1.2.3.3.5 Ilustração da análise sistêmica para da lente 3 – Identificar critérios (objetivos) para os artigos práticos do portfólio bibliográfico

No presente estudo, a Análise Sistêmica visando mensurar o alcance da Lente 3 - Identificar Critérios (objetivos) para os artigos compostos pelo PB, que configuram o fragmento da literatura do tema Gestão de Riscos de Acidentes de Trabalho em uma Indústria de Construção de Pré-fabricados em Concreto, inicia-se com a verificação nas pesquisas no que tange ao reconhecimento da necessidade de expandir o conhecimento do decisor, conforme demonstrado no Quadro 19.

Quadro 19 - Reconhece a necessidade de expandir o conhecimento do decisor

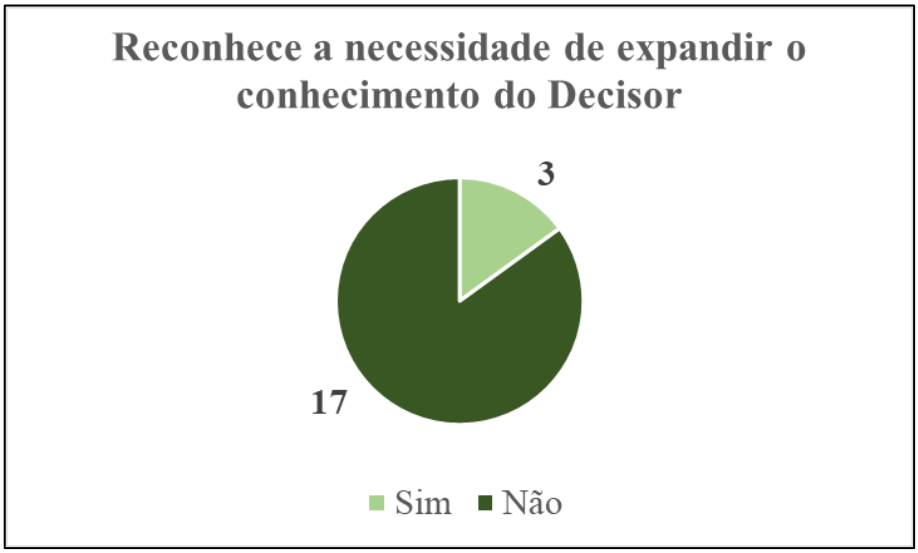
Artigo		**Lente 3 – Identificar critérios (objetivo)**	
#	**Forma de citação do artigo**	**Reconhece a necessidade de expandir o conhecimento do Decisor?**	**Evidência**
1	(VINODKUMAR; BHASI, 2010)	-	-
2	(HINZE; THURMAN; WEHLE, 2013).	-	-
3	(WACHTER; YORIO, 2014)		
4	(LEVESON, 2015)	-	-
5	(PODGÓRSKI, 2015)	-	-
6	(FUNG *et al*, 2013)	Sim	*A Risk Assessment Model (RAM) is developed for assisting the safety professionals' risk assessment work and helping workers understand risks existing in their work trades.*
7	(LI *et al*., 2015)		
8	(CHENG; RYAN; KELLY, 2012)		
9	(FERNÁNDEZ-MUÑIZ; MONTES-PEÓN; VÁZQUEZ-ORDÁS, 2012)	-	-
10	(HINZE; HALLOWELL; BAUD, 2013).	-	-
11	(ILBAHAR *et al*., 2018)	-	-
12	(CHI; HAN, 2013)	-	-
13	(FERNÁNDEZ-MUÑIZ; MONTES-PEÓN; VÁZQUEZ-ORDÁS, 2014)		
14	(SOUSA; ALMEIDA; DIAS, 2015)	-	-
15	(FUNG; LO; TUNG, 2012)	Sim	*Learning from past experience is worthy for accident prevention. The safety professionals who gained different experience from each unique project are encouraged to sharing their experience and information. Through the available advanced computer network system, they can share the safety related statistics among different construction companies with the implementation of the model as*

			developed in this study. This encourages exchanging useful information on safety issues and share their safety knowledge and experience among the safety professionals. This is the ultimate goal which all construction practitioners expect to reach.
16	(GUO *et al.*, 2017)	-	-
17	(YIU *et al.*, 2019)	Sim	*Therefore, this study can contribute to the current body of knowledge of construction safety. Furthermore, the findings from this study can provide in-depth understanding of implementing SMS for the industry practitioners and thereby benefiting the practice.*
18	(FUNG; TAM, 2013)	-	-
19	(CHOE; LEITE, 2020)	-	-
20	(MORGADO; SILVA; FONSECA, 2019)	-	-

Fonte: Autor (2020).

Para melhor visualização dos achados, a Figura 35 apresenta o gráfico com a síntese dos resultados.

Figura 35 - Reconhece a necessidade de expandir o conhecimento do decisor



Fonte: Autor (2020).

Percebe-se que dentre os 20 artigos empíricos do PB, em três (3) publicações os pesquisadores se preocuparam em identificar a necessidade de expandir o conhecimento do

decisor para a construção do modelo decisório. Este resultado representa 15% do Portfólio Bibliográfico.

Com o propósito de averiguar se os critérios são determinados integralmente a partir do decisor, o Quadro 20 apresenta o resultado da análise, bem como as evidências de acordo observadas nas pesquisas.

Quadro 20 - Determinação dos critérios integralmente a partir do decisor

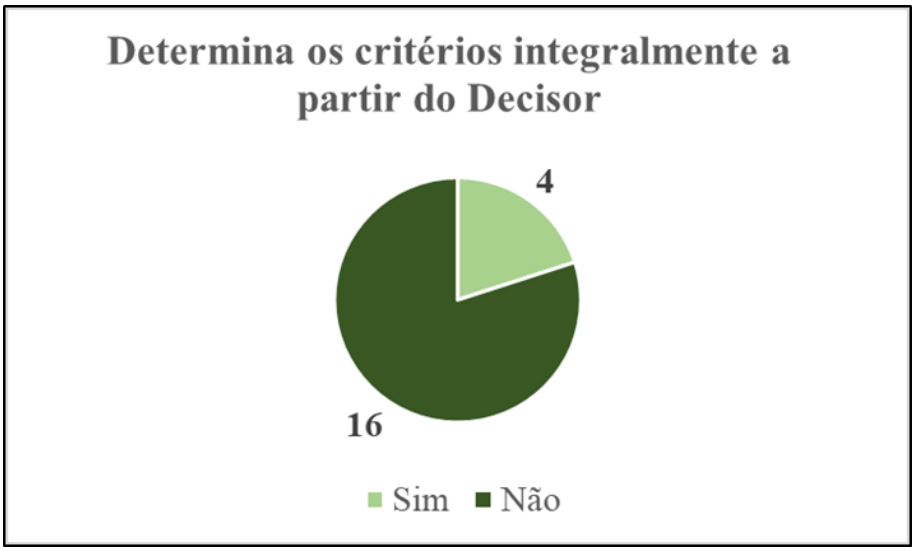
Artigo		**Lente 3 – Identificar critérios (objetivo)**	
#	**Forma de citação do artigo**	**Determina os critérios integralmente a partir do Decisor?**	**Evidência**
1	(VINODKUMAR; BHASI, 2010)	-	-
2	(HINZE; THURMAN; WEHLE, 2013).	-	-
3	(WACHTER; YORIO, 2014)	Sim	*Our role was toask a series of open ended and clarifying questions designed tounderstand the types of management system practices used to formally manage human safety performance within organizations.A consistent set of ten formalized practices emerged: employeeinvolvement; pre- and post-task safety reviews; safe work procedures; hiring for safety; cooperation facilitation; safety training; information sharing; accident investigation; detection and monitoring of deviation; and safe task assignment*
4	(LEVESON, 2015)	-	-
5	(PODGÓRSKI, 2015)	-	-
6	(FUNG *et al*, 2013)	-	-
7	(LI *et al*., 2015)	Sim	*Accordingly, a worker location-based behavior checklist is adopted as the tool for observation. The checklist is developed based on several on-site workshops with site management and safety officers and supervisors and is combined with the real-time location capabilities of the technology of the PCMS.*
8	(CHENG; RYAN; KELLY, 2012)	-	-
9	(FERNÁNDEZ-MUÑIZ; MONTES-PEÓN; VÁZQUEZ-ORDÁS, 2012)	-	-

10	(HINZE; HALLOWELL; BAUD, 2013).	-	-
11	(ILBAHAR *et al*., 2018)	-	-
12	(CHI; HAN, 2013)	-	-
13	(FERNÁNDEZ-MUÑIZ; MONTES-PEÓN; VÁZQUEZ-ORDÁS, 2014)	-	-
14	(SOUSA; ALMEIDA; DIAS, 2015)	-	-
15	(FUNG; LO; TUNG, 2012)	Sim	*There are 2 steps to develop the questionnaire in this stage. In Stage 1A, Delphi technique is employed to gather information about aspects that the construction safety professionals would consider during risk assessment ... Through the survey, their general perceptions on safety and risk issues can be highlighted. Since the safety professionals are the key decision makers for project safety and risk assessment, the degree of their differentiations on perceptions on risk levels of different trades of works, recognitions of accident causes and the occurrence of different types of accidents would affect the quality of risk assessment.*
16	(GUO *et al*., 2017)	-	-
17	(YIU *et al*., 2019)	Sim	*Second, based on the identified benefits and obstacles, a questionnaire was developed and disseminated to the safety management professionals in the construction industry of Hong Kong to gauge their views of implementing SMS ... The second section requested the respondents to indicate their endorsement of the identified benefits according to their practical OSH experience within the construction industry of Hong Kong.*
18	(FUNG; TAM, 2013)	-	-
19	(CHOE; LEITE, 2020)	-	-
20	(MORGADO; SILVA; FONSECA, 2019)	-	-

Fonte: Autor (2020).

Nesta verificação, encontrou-se 20% das publicações do PB, ou seja, quatro (4) artigos científicos que evidenciaram a determinação dos critérios integralmente a partir do decisor, conforme apresentado na Figura 36.

Figura 36 - Determinação dos critérios integralmente a partir do decisor



Fonte: Autor (2020).

Por fim, a última verificação do alcance da Lente 3 – Identificar critérios (objetivo) sob a luz do *ProKnow-C,* é reconhecer se as escalas dos critérios foram determinadas a partir do decisor, ou seja, daquele para quem o modelo se destina. O Quadro 21 retrata a análise elaborada.

Quadro 21 - Determinação das escalas a partir do decisor

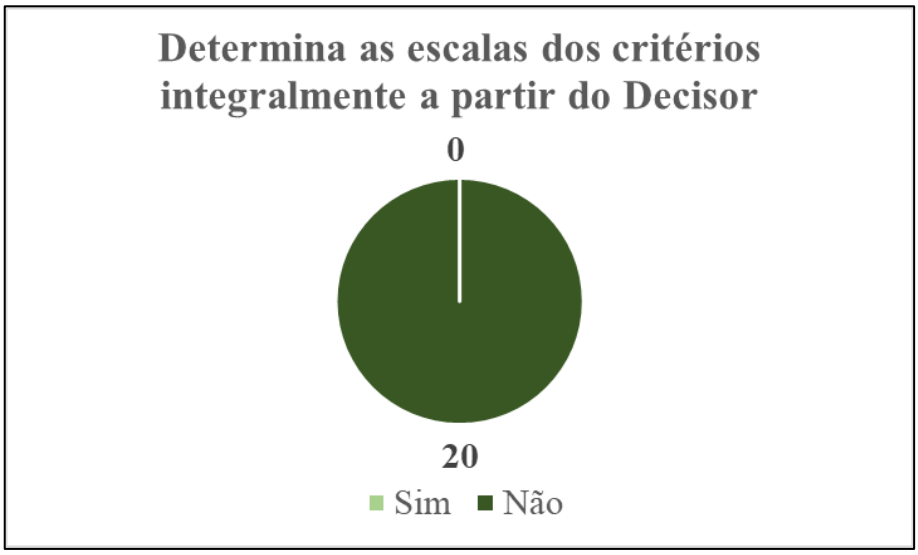
Artigo		**Lente 3 – Identificar critérios (objetivo)**	
#	**Forma de citação do artigo**	**Identifica as escalas a partir do Decisor?** (Aquele para quem o modelo se destina)	**Evidência**
1	(VINODKUMAR; BHASI, 2010)	-	-
2	(HINZE; THURMAN; WEHLE, 2013).	-	-
3	(WACHTER; YORIO, 2014)	-	-
4	(LEVESON, 2015)	-	-
5	(PODGÓRSKI, 2015)	-	-
6	(FUNG *et al*, 2013)	-	-
7	(LI *et al*., 2015)	-	-

8	(CHENG; RYAN; KELLY, 2012)	-	-
9	(FERNÁNDEZ-MUÑIZ; MONTES-PEÓN; VÁZQUEZ-ORDÁS, 2012)	-	-
10	(HINZE; HALLOWELL; BAUD, 2013).	-	-
11	(ILBAHAR *et al*., 2018)	-	-
12	(CHI; HAN, 2013)	-	-
13	(FERNÁNDEZ-MUÑIZ; MONTES-PEÓN; VÁZQUEZ-ORDÁS, 2014)	-	-
14	(SOUSA; ALMEIDA; DIAS, 2015)	-	-
15	(FUNG; LO; TUNG, 2012)		-
16	(GUO *et al*., 2017)	-	-
17	(YIU *et al*., 2019)	-	-
18	(FUNG; TAM, 2013)	-	-
19	(CHOE; LEITE, 2020)	-	-
20	(MORGADO; SILVA; FONSECA, 2019)	-	-

Fonte: Autor (2020).

Neste quesito, em sua totalidade, os autores dos artigos empíricos do PB não se preocuparam em evidenciar se as escalas dos critérios foram determinadas integralmente a partir do decisor, conforme ilustrado na Figura 37.

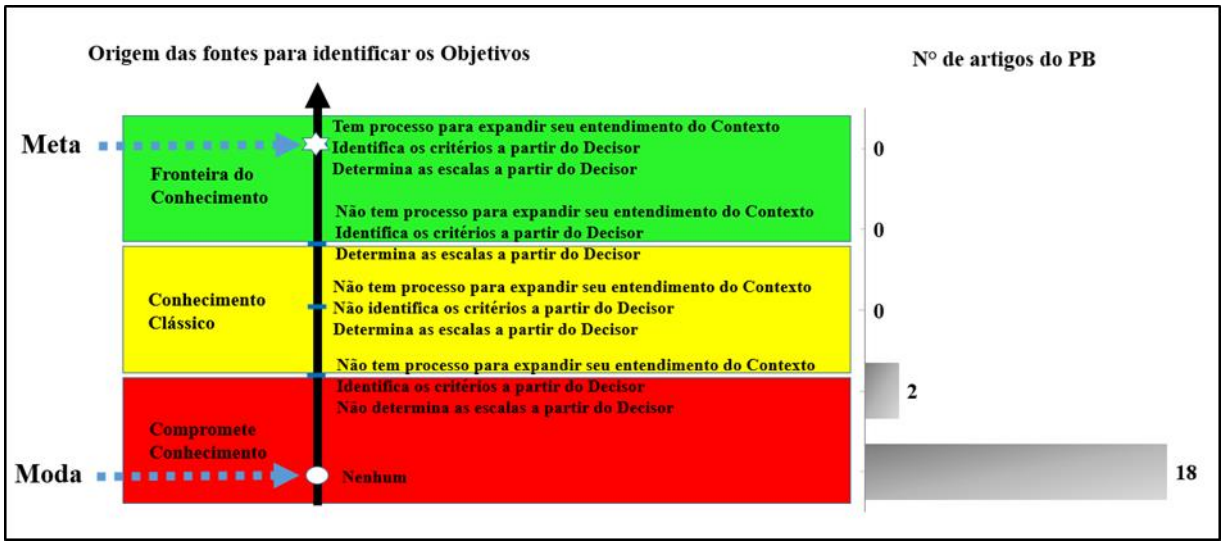
Figura 37 - Determinação das escalas dos critérios a partir do decisor



Fonte: Autor (2020).

Com estes achados, pode-se mensurar ordinalmente o alcance da Lente 3 – Identificar critérios (objetivos), de acordo a escala ordinal proposta por Ensslin (2020b), ilustrado na Figura 38.

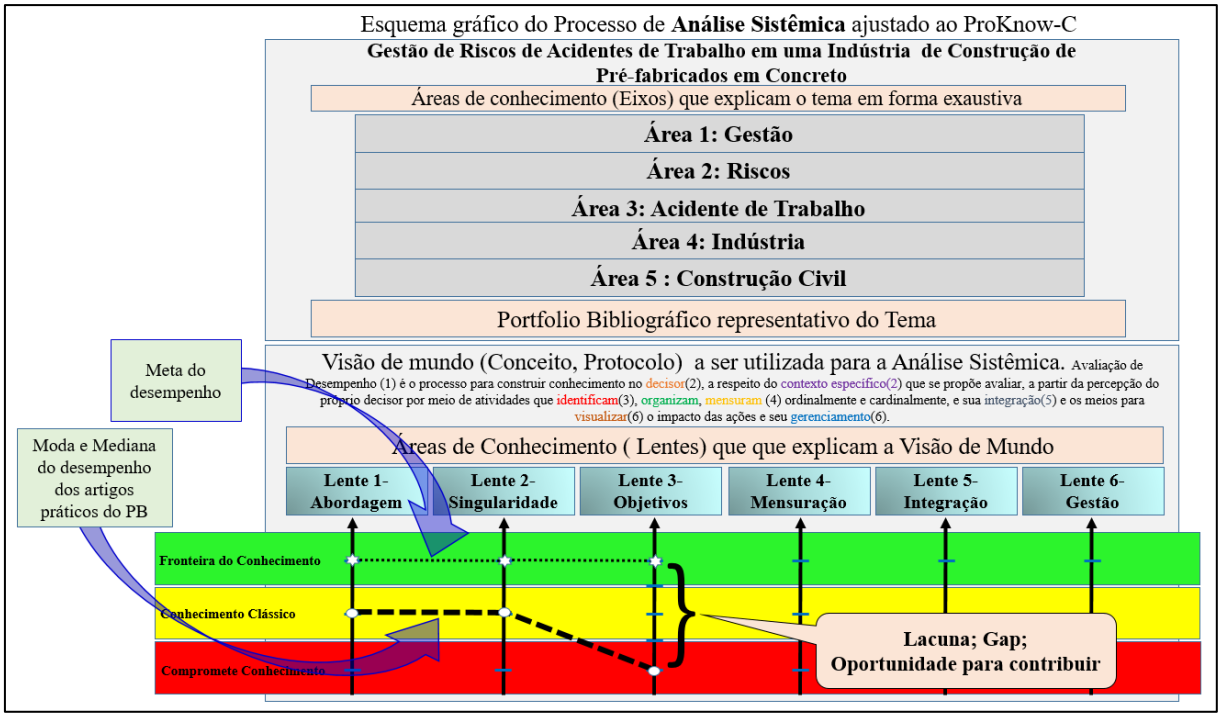
Figura 38 - Escala ordinal de mensuração da Lente 3 – Identificar critérios (objetivos) e distribuição de frequência dos artigos para o PB



Fonte: Adaptado de Ensslin (2020b).

Ao contemplar o resultado encontrado para o alcance da Lente 3, consegue-se integrar ao processo de Análise Sistêmica ajustado ao *ProKnow-C*, apresentado na Figura 39.

Figura 39 - Processo de Análise Sistêmica ajustado ao *ProKnow-C* – Lente 3



Fonte: Adaptado de Ensslin (2020b).

Observa-se na Figura 39, que a moda dos resultados representados por 18 artigos do PB, encontra-se no estágio de Conhecimento Comprometedor, demonstrando que a maioria das publicações científicas do PB não reconhece a necessidade de expandir o conhecimento do decisor, não identifica a determinação dos critérios integralmente pelo decisor e não identifica a determinação das escalas integralmente pelo decisor. Em quatro (4) pesquisas (FUNG; LO; TUNG, 2012; YIU *et al.*, 2019), foram identificados somente os critérios a partir do decisor, sem a sua participação na determinação das escalas, além de não ter evidências de processo para expandir o entendimento do contexto.

4.1.2.3.3.6 Conclusão quanto a lente 3 – Identificar critérios (objetivos)

Ao avaliar os artigos empíricos do Portfólio Bibliográfico, que simboliza o fragmento da literatura do tema Gestão de Riscos de Acidentes de Trabalho em uma Indústria de Construção de Pré-fabricados em Concreto, pode-se concluir o alcance da Lente 3 – Identificar critérios (objetivos) em acordo ao estabelecido pelo *ProKnow-C.*

Quanto ao reconhecimento da necessidade de expandir o conhecimento do decisor na construção do modelo em contexto de Ajuda à Decisão, somente em três (3) pesquisas, representando 15% do PB, os autores se preocuparam em demonstrar este critério. Fung *et al.*,

(2013) evidenciaram em sua pesquisa que o desenvolvimento do Modelo de Avaliação de Risco (RAM) tem como um dos seus propósitos auxiliar o trabalho de avaliação de risco dos profissionais de segurança e ajudar os trabalhadores a entender os riscos existentes em suas atividades profissionais. Já, Fung, Lo e Tung (2012) afirmam que a implantação do modelo desenvolvido na pesquisa incentiva os profissionais de segurança a compartilhar suas experiências e informações e essa troca de referências possibilitam a construção do conhecimento dos envolvidos. Yiu *et al.*, (2019) reconhecem que o modelo construído pode contribuir para o atual corpo de conhecimentos dos profissionais em segurança da construção e fornecer um entendimento aprofundado da implementação do sistema de gestão de segurança do trabalho para os profissionais da indústria e, assim, beneficiar a sua prática.

Considerando ao reconhecimento da necessidade da determinação dos critérios de forma integral pelo decisor, quatro (4) artigos do Portfólio Bibliográfico (WACHTER; YORIO, 2014; LI *et al*., 2015; FUNG; LO; TUNG, 2012; YIU *et al*., 2019) os evidenciaram, representando 20% das pesquisas empíricas. De modo geral, os critérios foram determinados a partir de pesquisas, questionários aplicados aos decisores com o objetivo de estabelecer os requisitos essenciais julgados por eles indispensáveis na construção do modelo. Já, em relação ao reconhecimento da determinação das escalas dos critérios a partir do decisor, os artigos científicos do PB, em sua totalidade não os evidenciaram, demonstrando assim, que os autores de modo integral, não consideram relevante o requisito ter escala para mensurar a performance dos critérios.

Deste modo, corrobora-se que para a Lente 3, em seus critérios, apresentam lacunas de conhecimentos expressivas, indicando a existência de oportunidades para contribuir com o tema que representa o fragmento de literatura representados pelos artigos empíricos do Portfólio Bibliográfico.

Por fim, salienta-se que o processo de Análise Sistêmica do *ProKnow-C* tem suas lentes (áreas de conhecimento, perspectivas) sustentadas em três alicerces (dimensões, pilares) para analisar os modelos de Ajuda à Decisão dos artigos do portfólio, sendo eles: (i) a legitimidade, (ii) a validade e (iii) a utilidade do modelo. As três primeiras lentes do *ProKnow-C*, o foco da análise é avaliar a legitimidade dos artigos científicos.

Na Lente 1 – Abordagem, a legitimidade é examinada durante o processo de construção do modelo ao reconhecer o grau de complexidade do problema proposto a modelar e a partir deste reconhecimento, definir a abordagem apropriada (Realista ou Construtivista) de acordo ao proposto por Rittel e Weber (1973). Na Lente 2 – Singularidade, a legitimidade é examinada ao assegurar que o problema a ser tratado é único, considerado como um aspecto singular ao

reconhecer o contexto físico e os atores inseridos no contexto decisório (RITTEL; WEBER, 1973; ROY, 1986; SMITH, 1989; SKINNER, 1986; KEENEY, 1992; BANA e COSTA, 1993; ROY, 1993; ROY, 1994; LANDRY, 1995; BANA e COSTA, 1999; ENSSLIN *et al*., 2010; MICHELI; MARI, 2014). A Lente 3 – Identificar critérios (objetivos), por sua vez, se preocupa em examinar a legitimidade, reconhecendo os valores, as preferências, as motivações e as preocupações do decisor, isto é, avaliar se estas características ou propriedades estão contidas no modelo construído (ROY, 1996; ENSSLIN, 2020b).

As escalas ordinais de mensuração das três lentes identificaram lacunas (gaps) entre o que está sendo feito e o que a ciência da Ajuda à Decisão recomenda fazer, mostrando que as legitimidades dos modelos das pesquisas estão comprometidas e assim evidenciando oportunidades para novas investigações inovadoras no tema.

4.1.2.3.4 Lente 4 - Mensuração

Autores como Rittel e Webber (1973), Roy (1986), Smith (1989), Skinner (1986), Keeney (1992), Bana e Costa (1993), Roy (1993), Roy (1994), Landry (1995), Bana e Costa (1999), Ensslin *et al.,* (2010), Micheli e Mari (2014), Ensslin *et al.,* (2020a) destacam as áreas de conhecimento como propriedades presentes quando da construção de modelos de Apoio à decisão em contextos sociais. A estas áreas de conhecimento, o *Proknow-C* as nomeiam como lentes.

A mensuração está presente nas atividades do cotidiano. Para conhecer o desempenho / performance de critérios, necessita-se medir e confrontar com padrões (meta) estabelecidos e assim, buscar ações de melhorias. Como se trata de uma atividade relevante e intensamente utilizada e pesquisada seus fundamentos científicos também necessitam ser observados.

Segundo protocolos do *ProKnow-C,* a Lente 4 - Mensuração representa a área de conhecimentos que se preocupa com o conhecimento (esclarecimento) da forma de mensuração da performance da (s) propriedade (s) que se deseja monitorar e/ou aperfeiçoar (ENSSLIN, 2020b) e por meio da etapa de Análise Sistêmica verifica o quão bem cada artigo está atendendo os fundamentos práticos e científicos (teóricos) dos procedimentos de mensuração, além de identificar e mensurar o grau de adequacidade da pesquisa apresentada no artigo quanto ao atendimento destas propriedades.

Destaca-se que as contribuições da mensuração por sua vez para apoiar a gestão, particularmente quando apresentada em trabalhos científicos, exigem que seu uso seja evidenciado e contemple os fundamentos da Teoria da Mensuração quanto as propriedades

qualitativas e cardinais. Sua ausência implica em uma lacuna com consequências práticas e cientificas com viés que pode comprometer suas recomendações e resultados (ENSSLIN, 2020b).

Com o propósito de elucidar as fundamentações deste assunto, são apresentados a seguir as seções: (i) Mensuração e Escalas de Mensuração? (ii) Classificação das Escalas Qualitativas e Cardinais; (iii) Propriedades das Escalas Qualitativas e Cardinais; (iv) Mensuração do atendimento desta área de conhecimento por cada artigo e do portfólio; (v) Ilustração da Análise Sistêmica para a Lente 4 - Mensuração para os artigos práticos do Portfólio Bibliográfico; (vi) Conclusões quanto a Lente 4 - Mensuração.

4.1.2.3.4.1 Mensuração e escalas de mensuração

Para Ensslin (2020b), mensuração é ato de atribuir, segundo regras bem definidas, símbolos (numéricos, descritivos, pictóricos, etc.) às propriedades observáveis de um contexto que visa adquirir e codificar informações sobre propriedades de entidades empíricas. (FRIGERIO; GIORDANI; MARI, 2010). Trata-se de um conjunto de procedimentos a serem seguidos para mapear as propriedades a serem medidas em uma escala.

Uma escala pode ser definida como um método ou regra que associa propriedades físicas, químicas e sensoriais a algum tipo de representação simbólica (números, desenhos, descrições, etc.), e estas, podem ter vários graus de exigências (número de informações requeridas no processo de mapeamento) para serem construídas, o que faz com que seu uso esteja condicionado às estas exigências (ENSSLIN, 2020b). Deste modo, as escalas são o meio utilizado para medir o desempenho, performance de algo.

Para a avaliação de desempenho quando utilizada para apoiar a decisão, necessita-se a utilização de escalas de mensuração, e estas, devem atender aos Fundamentos da Teoria da Mensuração em suas vertentes empírica e teórica. Estes requisitos são necessários para assegurar que as informações geradas a partir do modelo não sejam distorcidas e possam comprometer as informações oriundas do modelo quanto a sua legitimidade e/ou validade. (ENSSLIN, 2020b; STEVENS, 1946; MICHELI; MARI, 2014).

Destaca-se que as escalas de mensuração permitem conhecer (monitorar) a situação atual para a partir deste conhecimento buscar ações para sua melhoria, sendo deste modo, uma ferramenta de suporte aos gestores para potencializar seus resultados.

4.1.2.3.4.2 Classificação das escalas qualitativa e cardinais

Considerando a definição de Stevens (1946) onde afirma que uma escala pode ser determinada como ‘qualquer série de itens que pode ser arranjada em classes de acordo com seu valor ou magnitude de acordo com sua quantificação’, e estas, podem ser classificadas de acordo com as operações estatísticas permissíveis por elas em: (i) Nominais; (ii) Ordinais; (iii) Intervalo e (iv) De razão.

A escala nominal é o tipo mais simples de escala. Os números (símbolos alfanuméricos) ou letras atribuídos a propriedades dos atributos servem apenas como símbolos para identificação ou classificação. É a mais simples das escalas, tem somente um requisito: todos os objetos do mesmo nível devem ser equivalentes (ENSLLIN, 2020b).

A escala ordinal é aquela que organiza os objetos ou ações de acordo com a magnitude ou valor da propriedade, que está sendo avaliada, segundo uma relação de ordem. Os requisitos desta escala são os mesmos da escala Nominal (Níveis =) e os níveis da escala devem estar hierarquicamente ordenados (>) (ENSLLIN, 2020b).

A escala intervalar que tem todas as características de uma balança ordinal e adicionalmente são conhecidas as magnitudes entre dois níveis quaisquer da escala. Os requisitos são os mesmos da escala Ordinal (=; >) além do conhecimento da diferença entre os níveis. As Escalas de Intervalo por terem o zero e a unidade arbitrados são escalas em que: números podem ser associados aos estados dos objetos de tal forma que as operações aritméticas tenham sentido se realizadas na diferença entre estes números. As diferenças nas escalas de Intervalo são isomórficas (semelhantes) as estruturas aritméticas (ENSLLIN, 2020b).

As escalas de razão realizam medidas absolutas e para tal necessitam além de todas propriedades das escalas de intervalo, que o zero seja natural, isto é, o zero represente ausência de medida, o que lhe confere a propriedade de medida ou escala absoluta. É uma escala que realiza medidas absolutas e que tem todas as características (propriedades) de uma escala de intervalos e, além disso, tem um ponto zero significando ausência de medida como sua origem (ENSLLIN, 2020b).

Ressalta-se que a teoria da Mensuração classifica as escalas de acordo com o grau de sofisticação ou requisitos (operações estatísticas permissíveis). Realizar uma medição, trata-se de um processo que permite codificar informações sobre propriedades de entidades empíricas (via escalas), e a partir destas estruturas de modelagem matemática, realizar operações da álgebra linear, estatísticas, etc. Visando esclarecer este entendimento, Ensslin (2020b)

apresenta um quadro demonstrando as operações permitidas para cada escala, conforme ilustrado no Quadro 22.

Quadro 22 - Operações permitidas para cada escala

Escala	Informação presente	Exemplo de estatísticos apropriados	Estrutura Matemática	Testes Estatísticos permissíveis
Nominal	-Equivalência	Moda Frequência Contagem	Grupo de permutação y = f(x) f(x) significa trocas uma-por-uma.	Testes de Estatística Não Paramétrica
Ordinal	-Equivalência - Maior que	Moda Frequência Contagem Mediana	Grupo isotônico y = f(x) f(x) qualquer função monotonicamente crescente	
Intervalo	-Equivalência - Maior que - Conhece diferença entre quaisquer dois intervalos	Moda Frequência Contagem Mediana Média Desvio padrão Correlação	Grupo Linear Geral y = a*f(x) +b	Testes de Estatística Não Paramétrica e Paramétrica
Razão	-Equivalência - Maior que - Conhece relação entre quaisquer dois intervalos - Conhece relação entre quaisquer dois níveis	Moda Frequência Contagem Mediana Média Desvio padrão Correlação Média Geométrica	Grupo de similaridade y = a*f(x)	

Fonte: Ensslin (2020b).

Por meio da análise do Quadro 23, verifica-se que a quantidade das informações do objeto empírico incorporado a escala permitirá determinar a exequibilidade das operações que lhe serão permitidas.

4.1.2.3.4.3 Propriedades das escalas qualitativa e cardinais

Segundo Micheli e Mari (2014) a análise epistemológica de medição permite entender as propriedades fundamentais de medição para verificar sua adequacidade ao uso, ou seja, mede o que se propõe medir. Os mesmos autores afirmam que ao realizar a medição de desempenho em contextos sociais deve-se considerar alguns aspectos, dentre eles: (i) Como uma ‘forma de visão’, em vez de o ‘verdadeiro conhecimento’ de como os sistemas são percebidos; (ii) Reconhecendo que o entendimento do desempenho da propriedade do contexto ou do sistema

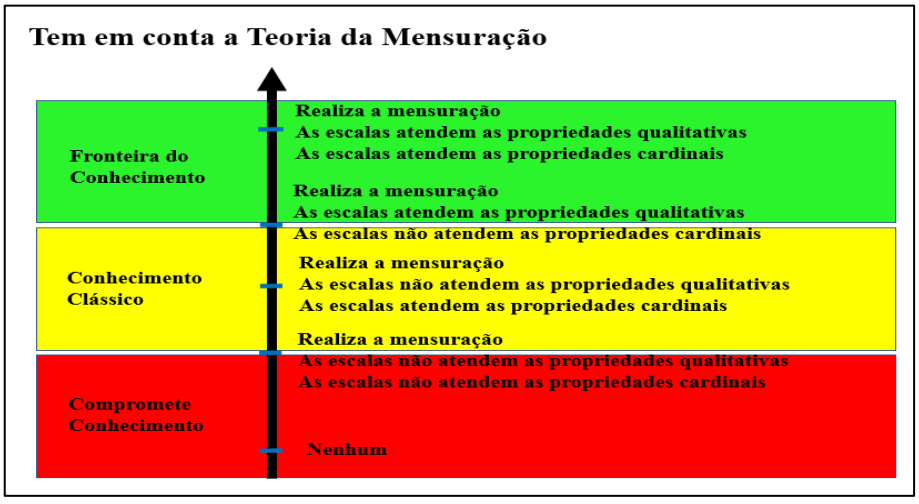
é parcial (limitado) e (iii) A objetividade, exatidão e precisão devem ser atendidas quando da construção das escalas.

Desta maneira, com o objetivo de atender as propriedades fundamentais da Teoria de Mensuração, as escalas devem ser construídas em formas a assegurar a objetividade, exatidão e precisão (legitimidade) e para Keeney (1992), operacionalizadas via as propriedades de: (i) Não ambígua: não ter o mesmo desempenho da propriedade sendo medida em mais de um nível na escala; (ii) Inteligibilidade: ser interpretável da mesma maneira por sujeitos diferentes; (iii) Operacionalidade: ser fisicamente possível mensurar a propriedade a ele associado; (iv) Mensurabilidade: representar a percepção de valor daquilo que o decisor deseja monitorar e não a medida mais fácil de obter associada ao nome do descritor; (v) Homogeneidade: em todos seus níveis são mensuradas as mesmas propriedades do contexto e (vi) Permitir distinguir o desempenho melhor e pior: informar em cada nível o que diferencia um desempenho superior ao dos níveis inferiores.

Já, os Fundamentos formais Matemáticos estabelecem as características de cada tipo de escala (nominal, ordinal, intervalo e razão) e as estatísticas permitidas em cada uma delas (STEVENS, 1946), ou seja, as propriedades Cardinais das escalas devem ter seu uso limitado aos graus de liberdade de sua construção de acordo a Teoria da Mensuração.

Em razão destes conhecimentos, para Análise Sistêmica quando realizada segundo o foco da Avaliação de Desempenho, como proposta pelo *ProKnow-C*, esta deverá ter em conta também o atendimento aos Fundamentos da Teoria da Mensuração, deste modo, Ensslin (2020b) propõe uma escala ordinal que represente o grau de atendimento dos artigos do PB apresentam quanto ao alcance da Lente 4 – Mensuração, conforme ilustrado na Figura 40.

Figura 40 - Escala ordinal de mensuração da Lente 4 – Mensuração



Fonte: Ensslin (2020b).

Por meio da mensuração da Lente 4, o modelo construído permite avaliar se as pesquisas realizam mensurações e se as escalas construídas atendem as propriedades qualitativas e cardinais, deste modo, avaliar o grau de atendimento no contexto global por meio da Análise Sistêmica.

4.1.2.3.4.4 Ilustração da análise sistêmica para a lente 4- Mensuração para os artigos práticos do portfólio bibliográfico propriedades das escalas qualitativa e cardinais

Com o propósito de verificar o alcance da Lente 4 – Mensuração nas pesquisas que compõem o Portfólio Bibliográfico, que representam o fragmento da literatura acerca do tema Gestão de Riscos de Acidentes de Trabalho em Indústria de Construção de Pré-fabricados em Concreto, a primeira etapa é identificar se os estudos realizam alguma mensuração por meio do modelo construído de Apoio à Decisão em contextos sociais. No presente estudo, o Quadro 23 identifica este aspecto, bem como evidencia de acordo descritos pelos autores do PB em suas pesquisas.

Quadro 23 - Identificação se realiza Mensuração

Artigo		**Lente 4 – Mensuração**	
#	**Forma de citação do artigo**	**Realiza Mensuração?**	**Evidência**
1	(VINODKUMAR; BHASI, 2010)	Sim	*The first purpose of this study was to establish the unidimensionality and reliability of the six safety management practices scales, safety knowledge, safety motivation, safety compliance and safety participation ... Table 3 contains the means, standard deviations and intercorrelations of all the measures. There are significant negative correlations between the six safety management practices and selfreported accident data indicating that better safety management practices reduce accidents.*
2	(HINZE; THURMAN; WEHLE, 2013).	Sim	*Leading indicators were being employed by a large firm on all of its large projects. There were a total of 14 projects with over 10,000,000 worker hours expended that employed the use of the leading indicators. While several leading indicators were utilized, the focus here will be confined to two leading indicator measures. The two leading indicators of particular interest were the following: Percent of worker observations that were safe (A).*

			Number of positive reinforcements provided per 200,000 h (B).
3	(WACHTER; YORIO, 2014)	Sim	*In order to answer the first two research questions, simple correlations were first performed. Pearson correlations were calculatedand the significance of these correlations was determined usinga two-tailed test. In order to further address these questions (aswell as to provide information required to support the mediationanalyses), regression analyses were then performed. Regression coefficients were determined and reported along with their significance levels and the coefficients of determination (R2).*
4	(LEVESON, 2015)	Não	-
5	(PODGÓRSKI, 2015)	Sim	*A review of literature on leading pro-active safety performance indicators (PPIs) provided a rationale for a concept to elaborate a relatively small number of key performance indicators (KPIs) for measuring OSH MS operational performance.*
6	(FUNG *et al*, 2013)	Sim	*A Risk Assessment Model (RAM) is then developed for assessing risk levels as various project stages with various work trades. A case study is used to prove the workability and reliability of the developed RAM in the practical industry.*
7	(LI *et al*., 2015)	Sim	*PBBS integrates the theory of BBS with the technology of Proactive Construction Management System (PCMS). The innovations of PBBS are: (1) automatically monitoring location-based behaviors; (2) quantitatively measuring safety performance; (3) investigating potential causes of unsafe behaviors; and (4) improving the efficiency of safety management.*
8	(CHENG; RYAN; KELLY, 2012)	Sim	*In order to achieve the research objectives, some strategies were adopted to analyze the findings. Firstly, three categories of SMPs were extracted from the factor analysis. If the importance level of an SMP category was higher than 3.00 (in the five-point scale), then this category was regarded as more important; otherwise it was less important. It is because at an importance level higher than 3.00, the category was said to be of some degree of importance (in accordance with the definition of the scale).*
9	(FERNÁNDEZ-MUÑIZ; MONTES-PEÓN; VÁZQUEZ-ORDÁS, 2012)	Sim	*To facilitate interpretation of the data, the 5-point Likert scales measuring the reasons for adopting OHSAS 18001 and the obstacles to obtaining certification were aggregated into three categories*

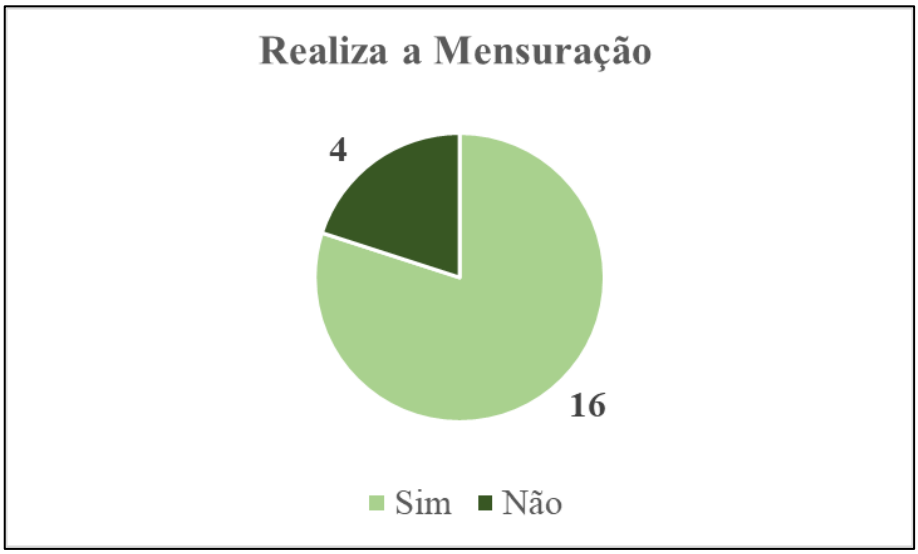
			(1+2 = not very important, 3 = quite important, and 4 + 5 = very important).
10	(HINZE; HALLOWELL; BAUD, 2013).	Sim	*The data were coded to facilitate statistical analyses and the tests were performed with Statistical Package for the Social Sciences, version 16. Because a measure of safety performance was desired, information on the worker hours and the number of recordable injuries was used to compute the OSHA RIR.*
11	(ILBAHAR *et al*., 2018)	Sim	*Hazards in a construction yard are classified as given in Table 10. Firstly, main hazard groups are subjected to pairwise comparison, then the hazards in the same group are compared in pairs by experts with respect to probability and severity. The consistency ratios of the pairwise comparison matrices are calculated based on the corresponding numerical values in classical AHP method for the linguistic scale given in Table 6. Pairwise comparisons and the obtained weights (w) for probability and severity are given in Tables 11–22 together with their consistency ratios (CR).*
12	(CHI; HAN, 2013)	Sim	*The authors first determined correlations between accident types and injury elements. As shown in Table 3, the p-values between (1) accidents and injury types, (2) accidents and parts of body injured, and (3) accidents and injury severity were less than 1%, which explained significant correlations between the investigated variables. The results verified Heinrich's (1936) accident and injury relationship with recent accident data and indicated that different accident types may show different impacts on injury severity, types, and parts, and could result in different injury characteristics. The authors then performed frequency analysis to seek detailed information.*
13	(FERNÁNDEZ-MUÑIZ; MONTES-PEÓN; VÁZQUEZ-ORDÁS, 2014)	Sim	*The authors subjected the proposed scales to a process of evaluation, focusing on the study of their psychometric properties. Specifically, they analysed their dimensionality, examined the reliability of their composition and evaluated the content, convergente and discriminant validity of each scale, following the original proposal of Churchill (1979) and Anderson and Gerbing (1988). For this purpose, the authors conducted confirmatory factor analyses using structural equation modelling, employing the statistics program EQS version 6.1 for Windows. Table 3 reports the means, standard deviations, Cronbach a coefficients and inter-correlations of all the measures.*
14	(SOUSA; ALMEIDA; DIAS, 2015)	Não	-

15	(FUNG; LO; TUNG, 2012)	Sim	*The relative importance of different aspects for risk assessment was measured in terms of mean score as shown in Table 8. From the table, it was found that 'safety professionals' understanding of possible accident causes from past working experience' was the most important aspect for risk assessment with negative and significant correlations between this aspect and accident rates* (r =−0.292, p = 0.021) under the Pearson Correlation Test. 'Construction workers' past working experience on site' was considered as the second important aspect for risk assessment with positive and significant correlations with accident rates (r = 0.291, p = 0.022). 'Accident statistics from the Labour Department' was considered as the least important aspects but the correlation with accident rate was significantly negative (r =−0.270, p = 0.034).*
16	(GUO *et al.*, 2017)	Sim	*In order to compare the safety state of the three construction projects, a scoring system was designed (Table 7). The scoring system explicates how the value of each state variable and safety outcomes were determined ... In order to compare the safety state among the three projects, the values of proposed leading indicators were calculated according to the scoring system.*
17	(YIU *et al.*, 2019)	Sim	*Table 4 shows assessment results of all benefits and benefit categories. For the result of each category, it was computed by averaging all the benefits within the category.*
18	(FUNG; TAM, 2013)	Sim	*The survey results reflect construction managers' vigour in implementing different accident prevention measures (see Table 3). The results indicate that the construction [managers tend to actively implement accident prevention measures with a vigour rating of about 4.798 (out of 7). The vigour of implementing the accident prevention measures are categorised A to C based on the collected mean scores in the survey results.*
19	(CHOE; LEITE, 2020)	Não	-
20	(MORGADO; SILVA; FONSECA, 2019)	Não	-

Fonte: Autor (2020).

Para melhor visualização dos achados, a Figura 41 apresenta o gráfico com a síntese dos resultados quanto a identificação de mensuração nas pesquisas.

Figura 41 - Identificação se realiza Mensuração



Fonte: Autor (2020).

Dentre as pesquisas do PB, em 80% dos estudos, os autores demonstram a realização de mensurações nos modelos construídos.

Contudo, para avaliar se as pesquisas consideram se as escalas construídas atendem as propriedades Qualitativas, o Quadro 24 apresenta os resultados da análise.

Quadro 24 - Verificação se as escalas atendem as propriedades Qualitativas

Artigo		**Lente 4 – Mensuração**	
#	**Forma de citação do artigo**	**As Escalas atendem as propriedades Qualitativas?**	**Evidência**
1	(VINODKUMAR; BHASI, 2010)	Não	-
2	(HINZE; THURMAN; WEHLE, 2013).	Não	-
3	(WACHTER; YORIO, 2014)	Não	-
4	(LEVESON, 2015)	Não	-
5	(PODGÓRSKI, 2015)	Sim	*As a basis for this process an initial set of 109 PPIs was developed, composed of 20 sub-sets assigned respectively to individual OSH MS components. Next, for the selection of KPIs the method of the Analytic Hierarchy Process (AHP) was employed. The ranking and prioritization of leading performance indicators was made in relation to a*

			set of SMART (Specific, Measurable, Achievable, Relevant and Time-bound) criteria.
6	(FUNG *et al*, 2013)	Não	-
7	(LI *et al*., 2015)	Não	-
8	(CHENG; RYAN; KELLY, 2012)	Não	-
9	(FERNÁNDEZ-MUÑIZ; MONTES-PEÓN; VÁZQUEZ-ORDÁS, 2012)	Não	-
10	(HINZE; HALLOWELL; BAUD, 2013).	Não	-
11	(ILBAHAR *et al*., 2018)	Não	-
12	(CHI; HAN, 2013)	Não	-
13	(FERNÁNDEZ-MUÑIZ; MONTES-PEÓN; VÁZQUEZ-ORDÁS, 2014)	Não	-
14	(SOUSA; ALMEIDA; DIAS, 2015)	Não	-
15	(FUNG; LO; TUNG, 2012)	Não	-
16	(GUO *et al*., 2017)	Não	-
17	(YIU *et al*., 2019)	Não	-
18	(FUNG; TAM, 2013)	Não	-
19	(CHOE; LEITE, 2020)	Não	-
20	(MORGADO; SILVA; FONSECA, 2019)	Não	-

Fonte: Autor (2020).

Na análise, encontrou-se somente um estudo no PB, representando 5%, onde o autor se preocupou em evidenciar o atendimento das propriedades qualitativas na construção de escalas. Trata-se da pesquisa de Podgórski (2015). Para melhor visualização dos achados a Figura 42 apresenta o resultado deste requisito.

Figura 42 - Verificação se as escalas atendem as propriedades qualitativas

Fonte: Autor (2020).

O Quadro 25 apresenta a verificação do atendimento das propriedades de cardinalidade nas pesquisas do PB.

Quadro 25 - Verificação se as escalas atendem as propriedades de cardinalidade

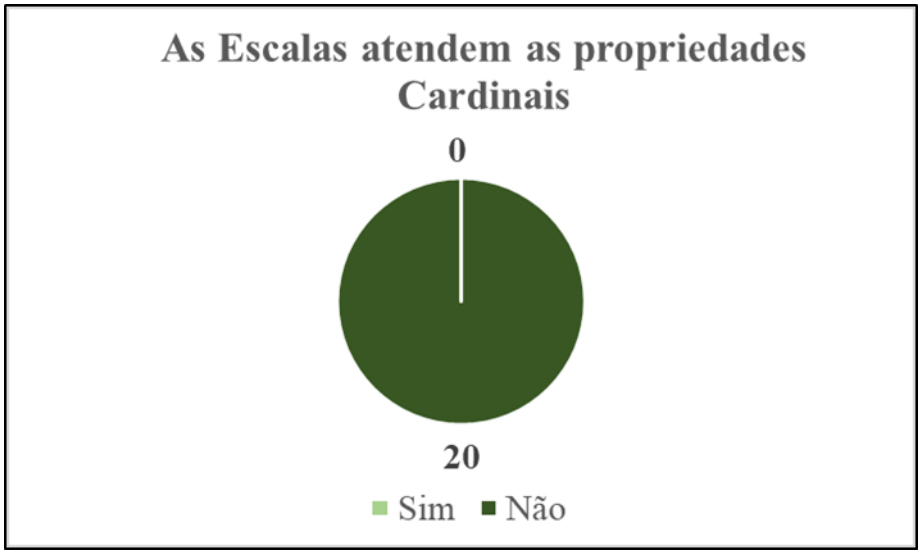
Artigo		**Lente 4 – Mensuração**	
#	**Forma de citação do artigo**	**As Escalas atendem as propriedades de Cardinalidade?**	**Evidência**
1	(VINODKUMAR; BHASI, 2010)	Não	-
2	(HINZE; THURMAN; WEHLE, 2013).	Não	-
3	(WACHTER; YORIO, 2014)	Não	-
4	(LEVESON, 2015)	Não	-
5	(PODGÓRSKI, 2015)	Não	-
6	(FUNG *et al*, 2013)	Não	-
7	(LI *et al*., 2015)	Não	-
8	(CHENG; RYAN; KELLY, 2012)	Não	-
9	(FERNÁNDEZ-MUÑIZ; MONTES-PEÓN; VÁZQUEZ-ORDÁS, 2012)	Não	-

10	(HINZE; HALLOWELL; BAUD, 2013).	Não	-
11	(ILBAHAR *et al*., 2018)	Não	-
12	(CHI; HAN, 2013)	Não	-
13	(FERNÁNDEZ-MUÑIZ; MONTES-PEÓN; VÁZQUEZ-ORDÁS, 2014)	Não	-
14	(SOUSA; ALMEIDA; DIAS, 2015)	Não	-
15	(FUNG; LO; TUNG, 2012)	Não	-
16	(GUO *et al.*, 2017)	Não	-
17	(YIU *et al.*, 2019)	Não	-
18	(FUNG; TAM, 2013)	Não	-
19	(CHOE; LEITE, 2020)	Não	-
20	(MORGADO; SILVA; FONSECA, 2019)	Não	-

Fonte: Autor (2020).

Em sua totalidade, os autores dos artigos empíricos do PB não se preocuparam em identificar se as escalas atendem as propriedades de Cardinalidade, de acordo ilustrado na Figura 43.

Figura 43 - Verificação se as escalas atendem as propriedades de cardinalidade



Fonte: Autor (2020).

Ao considerar simultaneamente os requisitos da Lente 4 – Mensuração como proposto pelo *ProKnow-C*, o Quadro 26 sintetiza os resultados das verificações nas pesquisas do PB.

Quadro 26 - Síntese dos resultados das identificações dos requisitos da Lente 4 – Mensuração

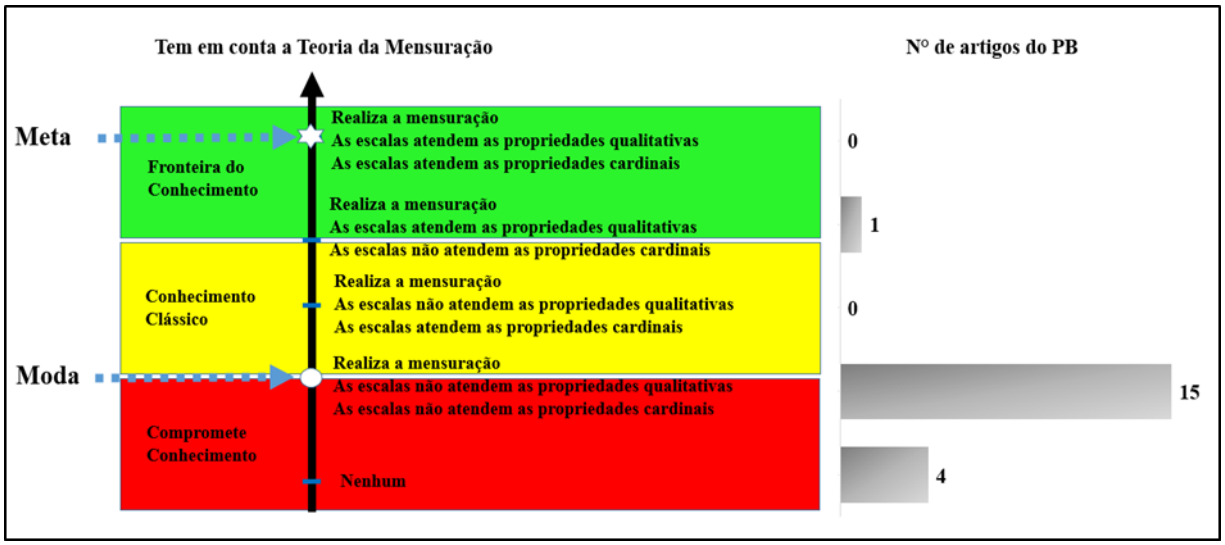
Artigo		**Lente 4 – Mensuração**		
#	**Forma de citação do artigo**	**Realiza Mensuração?**	**As Escalas atendem as propriedades Qualitativas?**	**As Escalas atendem as propriedades de Cardinalidade?**
1	(VINODKUMAR; BHASI, 2010)	Sim	Não	Não
2	(HINZE; THURMAN; WEHLE, 2013).	Sim	Não	Não
3	(WACHTER; YORIO, 2014)	Sim	Não	Não
4	(LEVESON, 2015)	Não	Não	Não
5	(PODGÓRSKI, 2015)	Sim	Sim	Não
6	(FUNG *et al*, 2013)	Sim	Não	Não
7	(LI *et al*., 2015)	Sim	Não	Não
8	(CHENG; RYAN; KELLY, 2012)	Sim	Não	Não
9	(FERNÁNDEZ-MUÑIZ; MONTES-PEÓN; VÁZQUEZ-ORDÁS, 2012)	Sim	Não	Não
10	(HINZE; HALLOWELL; BAUD, 2013).	Sim	Não	Não
11	(ILBAHAR *et al*., 2018)	Sim	Não	Não
12	(CHI; HAN, 2013)	Sim	Não	Não
13	(FERNÁNDEZ-MUÑIZ; MONTES-PEÓN; VÁZQUEZ-ORDÁS, 2014)	Sim	Não	Não
14	(SOUSA; ALMEIDA; DIAS, 2015)	Não	Não	Não
15	(FUNG; LO; TUNG, 2012)	Sim	Não	Não
16	(GUO *et al.*, 2017)	Sim	Não	Não

17	(YIU *et al.*, 2019)	Sim	Não	Não
18	(FUNG; TAM, 2013)	Sim	Não	Não
19	(CHOE; LEITE, 2020)	Não	Não	Não
20	(MORGADO; SILVA; FONSECA, 2019)	Não	Não	Não

Fonte: Autor (2020).

Com estes resultados, por meio da Análise Sistêmica, pode-se mensurar ordinalmente o alcance da Lente 4 – Mensuração de acordo a escala ordinal proposta por Ensslin (2020b), conforme retratado na Figura 44.

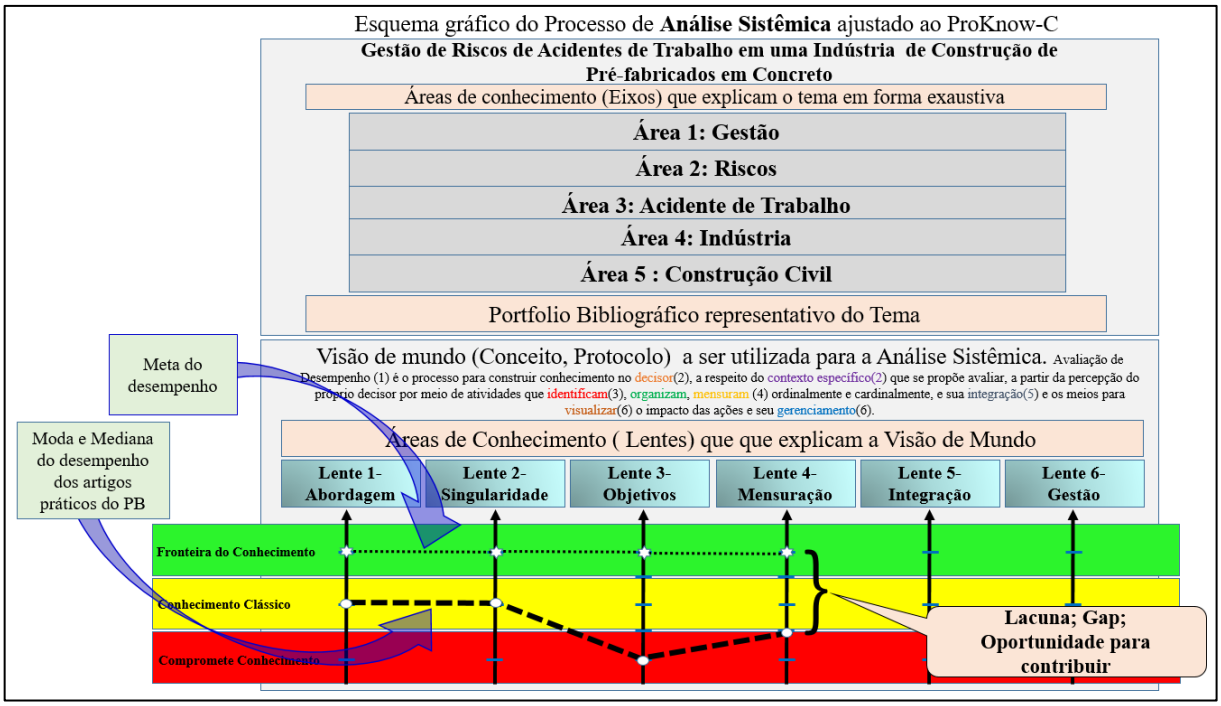
Figura 44 - Escala ordinal de mensuração da Lente 4 – Mensuração e distribuição de frequência dos artigos para o PB



Fonte: Adaptado de Ensslin (2020b)

Assim, agrega-se o resultado atingido pelo alcance da Lente 4 - Mensuração ao processo de Análise Sistêmica ajustado ao *ProKnow-C* para avaliação global, ilustrado na Figura 45.

Figura 45 - Processo de Análise Sistêmica ajustado ao ProKnow-C – Lente 4



Fonte: Adaptado de Ensslin (2020b).

Constata-se que o grau de atendimento dos requisitos referente a Lente 4 - Mensuração encontram-se em nível Comprometedor, visto que, em 19 artigos do PB, os pesquisadores deixaram de valorizar os conhecimentos científicos, por não levar em conta o atendimento das propriedades qualitativas e cardinais no processo da construção de escalas em seus modelos. Este cenário representa uma oportunidade para expandir as fronteiras do conhecimento na área, visto que, existem oportunidades para aperfeiçoar o conhecimento respeitando os fundamentos da Teoria da Mensuração quando da construção das escalas ordinais e cardinais do modelo de apoio a decisão.

4.1.2.3.4.5 Conclusão quanto a lente 4 – Mensuração

A Análise Sistêmica do *ProKnow-C* ao analisar as seis lentes que sustentam as áreas de conhecimento necessárias quando da construção de um modelo de Apoio a Decisão está por meio das três primeiras Lentes analisando a Legitimidade do modelo. As duas seguintes (Lente 4 – Mensuração e Lente 5 – Integração) analisam a Validade cientifica do modelo e a Lente 6 sua Utilidade. (RITTEL; WEBER, 1973; ROY, 1986; SMITH, 1989; SKINNER, 1986; KEENEY, 1992; BANA e COSTA, 1993; ROY, 1993; ROY, 1994; LANDRY, 1995; BANA e COSTA, 1999; ENSSLIN *et al.*, 2010; MICHELI; MARI, 2014).

Ao avaliar a Lente 4 – Mensuração, condicionado ao entendimento da visão epistemológica como colocado na definição de Avaliação de Desempenho apresentado por Ensslin et *al.*, 2007, permite identificar se os artigos do PB que representa o fragmento da literatura do tema Gestão de Riscos de Acidentes de Trabalho em Industria de Pré-fabricados em Concreto atendem aos fundamentos da Teoria da Mensuração, considerando se: (i) se realiza mensuração; (ii) se atende as propriedades qualitativas, principalmente no que se refere a objetividade, exatidão e precisão explicadas por Keeney (1992) e (iii) se atendem as propriedades cardinais no que se refere a formação do tipo de escalas e suas operações permissíveis.

No presente estudo, constata-se que o grau de atendimento dos requisitos referente a Lente 4 - Mensuração em nível Comprometedor, evidencia que distintos pesquisadores deixaram de considerar os conhecimentos científicos disponíveis na Teoria da Mensuração ao construir seus modelos. Este cenário representa uma oportunidade para expandir as fronteiras do conhecimento na área, visto que a mensuração possibilita conhecer o grau (desempenho) com que os aspectos relevantes considerados estão sendo alcançados.

4.1.2.3.5 Lente 5 - Integração

A Lente 5 versa sobre a integração dos critérios de avaliação, de maneira que seja possível implementar uma avaliação global do contexto decisório. Neste processo, busca-se averiguar se é realizado a partir de constantes de integração, e estas, determinadas por meio de níveis de referência (ENSSLIN; MONTIBELLER NETO; NORONHA, 2001).

Roy (1996) afirma que quando construção de um modelo multicritério existem três vias possíveis: (i) Métodos de Subordinação de Síntese; (ii) Métodos de Julgamento Local Interativos e os (iii) Métodos de Agregação a um Critério Único de Síntese. Os modelos de Apoio à Decisão, valem-se do Método de Agregação a um Critério Único de Síntese (ENSSLIN, 2020b).

Os Métodos de Agregação a um Critério Único de Síntese são abordagens multicritério onde a avaliação das alternativas é feita segundo uma função global de utilidade ou de valor, função esta que agrega todos os critérios (KEENEY; RAIFFA, 1993).

Com a finalidade de ampliar os conhecimentos acerca do tema, são apresentadas as seguintes seções: (i) Isolabilidade; (ii) Taxas de Compensação; (iii) Mensuração do atendimento desta área de conhecimento por cada artigo e do portfólio; (iv) Ilustração da

Análise Sistêmica para a Lente 5 - Integração para os artigos práticos do Portfólio Bibliográfico e (v) Conclusões quanto a Lente 5 – Integração.

4.1.2.3.5.1 Isolabilidade

Nas abordagens que se valem do Método de Agregação a um Critério Único de Síntese, ao findar a fase de construção de um modelo de preferências locais (Pontos de Vista, descritores e critérios), possibilitando a avaliação parcial (local) das ações, inicia-se a fase de determinação de taxas de substituição (taxas de compensação, constantes de escala, *trade-offs)* para promover a integração dos critérios, assim, possibilitando a agregação das avaliações locais numa avaliação global (ENSSLIN, 2020b).

Ao requerer a determinação das constantes de escala (*trade-offs*, taxas de compensação, taxas de substituição) para que seja possível uma avaliação global das alternativas, os modelos de Agregação a um Critério único de Síntese exigem a Isolabilidade (Independência Preferencial) entre os critérios.

Deste modo, Ensslin (2020b) destaca que ao construir um modelo de apoio decisão fazendo uso de um Método Multicritério de Agregação Aditiva, diversas etapas devem ser obrigatoriamente cumpridas, dentre elas: (i) a definição de quais os pontos de vista e suas escalas ordinais; (ii) a determinação, para cada ação (a), do seu valor segundo cada ponto de vista (uma avaliação local, critério, escala cardinal); e finalmente, (iii) a identificação das taxas de substituição (taxas de compensação, constantes de escala ou *trade-off)* entre os pontos de vista para a obtenção da avaliação global e estes requerem que os critérios sejam isoláveis, preferencialmente cardinalmente independentes (BANA e COSTA, 1992; KEENEY, 1992; (KEENEY; RAIFFA, 1993) e que as taxas sejam determinadas a partir de níveis de referência estabelecidos (KEENEY, 1992; KEENEY; RAIFFA, 1993).

Ressalta-se que a Isolabilidade é uma propriedade obrigatória para que seja possível a agregação dos julgamentos locais dos decisores através de uma função de agregação aditiva (KEENEY, 1992). Assim, se um critério (ponto de vista) é isolável, então é possível avaliar as ações segundo este critério, considerando todos os demais constantes, ou seja, considera-se que há independência preferencial, e somente esta independência é exigida entre os critérios (BANA e COSTA, 1992; KEENEY, 1992; KEENEY; RAIFFA, 1993).

Bana e Costa (1992) acrescenta a discussão e afirma que a aceitação da hipótese de isolabilidade é crucial para o processo de estruturação do problema, pois a verificação da independência preferencial dos julgamentos locais, é requerida para garantir que a identificação

da família de pontos de vista possa existir, ou seja, um critério deve refletir um valor isolável, no sentido em que é possível avaliar as ações, segundo esse critério, independentemente dos seus impactos nos demais critérios do modelo.

Estes conhecimentos subsidiaram ao *ProKnow-C* na etapa de Análise Sistêmica em sua Lente 5- Integração a verificar se os artigos empíricos do Portfólio Bibliográfico reconhecem e testam a isolabilidade de seus critérios quando de sua agregação.

4.1.2.3.5.2 Taxas de compensação

Uma vez assegurada a isolabilidade dos critérios, a atividade seguinte no processo de construção do modelo de apoio à decisão consiste na determinação das taxas de compensação (*trade-offs*, taxas de compensação, taxas de substituição). As taxas de compensação permitem a integração dos critérios em um valor único.

Para Ensslin, Montibeller e Noronha (2001) as taxas de compensação de um modelo multicritério de avaliação expressam, segundo o julgamento do decisor, a contribuição, para o Ponto de Vista superior, ao ter o desempenho um incremento do nível de referência inferior para o superior. Esta forma de compreensão das taxas faz com que sua interpretação seja a de ser um fator de escala que transforma unidades locais em unidades globais.

As taxas de compensação ou constantes de escala não possuem nenhum significado intrínseco ou absoluto, sendo teoricamente incorreto tentar determiná-las sem o conhecimento da extensão das escalas de impactos (BANA e COSTA; STEWART; VANSNICK, 1997). Na literatura, destacam-se os métodos para determinação das taxas: (i) *Trade-Off*, (ii) *Swing Weights*; (iii) Pontuação Direta e (iv) Comparação Par-a-Par.

Destaca-se que todos estes métodos tem um requisito em comum. A determinação das taxas deve ser realizada a partir de níveis de referência previamente estabelecidos nas escalas dos critérios (ENSSLIN; MONTIBELLER; NORONHA, 2001).

Contudo, a determinação das taxas nos modelos que se valem do Método de Agregação a um Critério Único de Síntese somente pode ser determinada de maneira alinhada aos fundamentos científicos, após as funções de valor dos critérios terem sido operacionalizados. O não reconhecimento desta condição irá gerar taxas mal definidas, que não irão representar as reais preferências do decisor. Keeney (1992) chama a atenção desta situação em sua publicação *The Most Commom Critical Mistake*, onde aborda a prática comum de determinar taxas de substituição (pesos aditivos) sem referência aos níveis de referência.

Ensslin (2020b) ressalta que o estabelecimento dos níveis de referência (Neutro, Bom) fornecem muitas vantagens, entre elas: (i) aumenta o entendimento do objetivo sendo representado; (ii) torna possível avaliar o valor absoluto do impacto de ações (Ex: impacto comprometedor, mercado, excelência), independentemente de suas avaliações relativas de outras ações (Ex: ação X é melhor que Z neste objetivo); (iii) permite uma imediata avaliação da atratividade ou não atratividade de uma ação neste critério; (iv) permite a aplicação de procedimentos fundamentados cientificamente para estabelecer as taxas; (v) guia o processo de criação de ações melhores.

Em síntese, quando da construção de modelos pelo Método de Agregação a um Critério Único de Síntese é obrigatório que as taxas sejam determinadas a partir de níveis de referência previamente estabelecidos (BANA e COSTA, 1992; KEENEY, 1992; KEENEY; RAIFFA, 1993; BANA e COSTA; STEWART; VANSNICK, 1997; ENSSLIN; MONTIBELLER NETO; NORONHA, 2001; ENSSLIN *et al*., 2020a; ENSSLIN, 2020b).

Estes conhecimentos levaram ao *ProKnow-C* na etapa de Análise Sistêmica em sua Lente 5- Integração a verificar se os artigos práticos do Portfólio Bibliográfico ao realizar a integração (agregação) dos critérios por meio de taxas de compensação o façam a partir de níveis de referência.

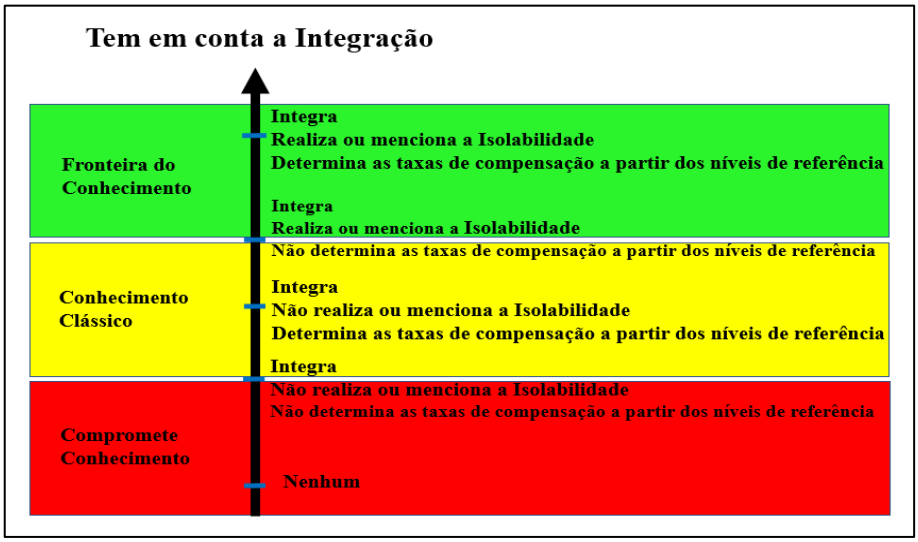
4.1.2.3.5.3 Mensuração do atendimento desta área de conhecimento por cada artigo e do portfólio

Com o propósito de mensurar o atendimento da Lente 5 – Integração em alinhamento aos expostos nos trabalhos de Bana e Costa (1992), Keeney (1992), Keeney, Raiffa, (1993), Bana e Costa, Stewart e Vansnick (1997), Ensslin, Montibeller Neto, Noronha (2001), Ensslin (2020b) o *ProKnow-C* sugere a construção de uma escala ordinal para observar as propriedades: (i) Integra os critérios; (ii) Realiza ou menciona a Isolabilidade; (iii) Determina as Taxas de Compensação a partir de Níveis de Referência.

Ensslin, Montibeller e Noronha (2001) destacam que para construção de uma escala o primeiro passo é estabelecer uma ordem de preferência para os possíveis impactos. Uma vez que para cada uma das propriedades os possíveis desempenhos são verificados por uma escala dicotômica, sim ou não. A ordem de preferência para as propriedades para a escala proposta para mensuração da Lente 5 - Integração é: Integra > Realiza ou menciona a Isolabilidade > Determina as Taxas de Compensação.

Com este entendimento, a Figura 46 ilustra a escala proposta por Ensslin (2020b) para aferir o grau de atendimento dos requisitos científicos para agregar critérios pelo Método de Agregação a Um Critério Único de Síntese.

Figura 46 - Escala para mensurar o grau de atendimento dos requisitos científicos para agregar critérios pelo Método de Agregação a Um Critério Único de Síntese



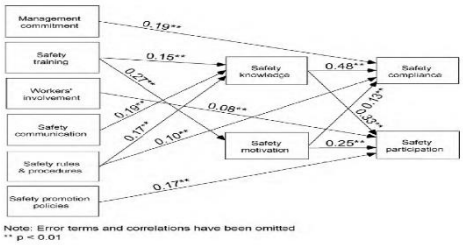
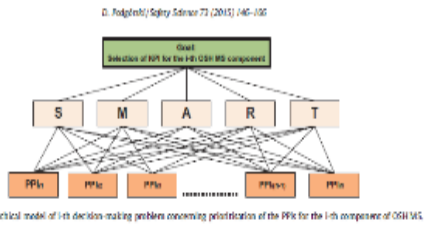
Fonte: Ensslin (2020b).

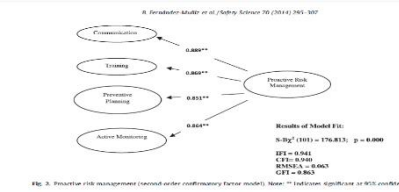
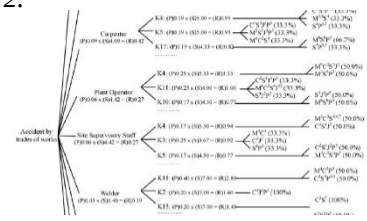
Com a mensuração da Lente 5 – Integração, pode-se avaliar se os artigos empíricos do Portfólio Bibliográfico uma vez concluído o modelo, consideram se o processo de agregação dos critérios é realizado, se testa a isolabilidade dos critérios e se a determinação das constantes de integração é realizada a partir de níveis de referência previamente estabelecidos.

4.1.2.3.5.4 Ilustração da análise sistêmica para a lente 5 - Integração para os artigos práticos do portfólio bibliográfico

No presente estudo, com o objetivo de avaliar o alcance da Lente 5 – Integração nos artigos empíricos do PB, que representam o fragmento da literatura a respeito do tema Gestão de Riscos de Acidentes de Trabalho em Indústria de Construção de Pré-fabricados em Concreto, a primeira etapa é identificar se as pesquisas realizam a integração dos critérios de avaliação. O Quadro 27 identifica esta propriedade, evidenciando conforme descritos pelos pesquisadores em seus estudos.

Quadro 27 - Evidenciação da propriedade Integra

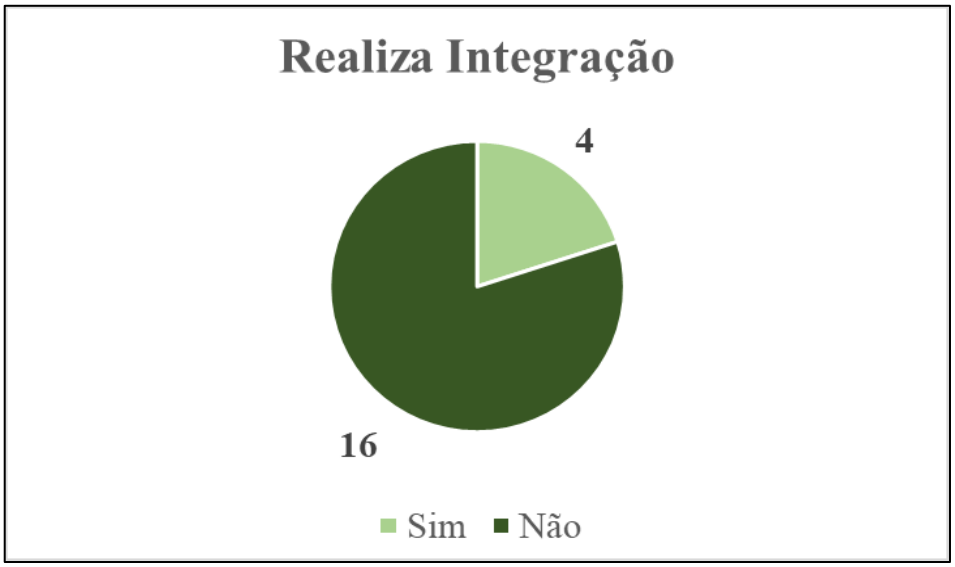
Artigo		Lente 5 – Integração	
#	**Forma de citação do artigo**	**Realiza Integração?**	**Evidência**
1	(VINODKUMAR; BHASI, 2010)	Sim	*The finalized model (Fig. 3) reveals that the squared multiple correlations (R2) for the endogenous variables in the model are 0.22 for safety knowledge, 0.17 for safety motivation, 0.51 for safety compliance and 0.37 for safety participation. The model shows that out of the six safety management practices, only safety training, safety communication and feedback and safety rules and procedures predict safety knowledge* 
2	(HINZE; THURMAN; WEHLE, 2013).	Não	
3	(WACHTER; YORIO, 2014)	Não	
4	(LEVESON, 2015)	Não	
5	(PODGÓRSKI, 2015)	Sim	*In stage 2, the objects being compared are criteria, and performing of the above operations leads to obtaining a vector of weights of individual criteria (Vk). In stage 3, the objects being compared are decision variants, and they are compared in pairs in relation to each individual criteria. Therefore, in stage 3, matrix An is constructed as many times as there are various criteria, and for each of them the above calculations are made. Thus, eigenvectors Vn of a given matrix An represent the weights of individual decision variants in relation to criterion n.* 

6	(FUNG *et al*, 2013)	Não	
7	(LI *et al*., 2015)	Não	
8	(CHENG; RYAN; KELLY, 2012)	Não	
9	(FERNÁNDEZ-MUÑIZ; MONTES-PEÓN; VÁZQUEZ-ORDÁS, 2012)	Não	
10	(HINZE; HALLOWELL; BAUD, 2013).	Não	
11	(ILBAHAR *et al*., 2018)	Não	
12	(CHI; HAN, 2013)	Não	
13	(FERNÁNDEZ-MUÑIZ; MONTES-PEÓN; VÁZQUEZ-ORDÁS, 2014)	Sim	*Subsequently, the authors specified a second-order model to test whether these dimensions underlie a single principal factor, proactive risk management. Fig. 2 shows that the model fit is satisfactory.* 
14	(SOUSA; ALMEIDA; DIAS, 2015)	Não	
15	(FUNG; LO; TUNG, 2012)	Sim	*The Q2REM shows the inter-relationships among trades of works injured, types of accidents in terms of risk levels and accident causes which is presented in Fig. 2.* 
16	(GUO *et al.*, 2017)	Não	
17	(YIU *et al.*, 2019)	Não	
18	(FUNG; TAM, 2013)	Não	
19	(CHOE; LEITE, 2020)	Não	-
20	(MORGADO; SILVA; FONSECA, 2019)	Não	-

Fonte: Autor (2020).

Os resultados encontrados na análise são visualizados por meio da Figura 47, onde demonstra o gráfico quanto a identificação da quantidade de pesquisas do PB que realizam a integração dos critérios de avaliação.

Figura 47 - Identificação se realiza Integração



Fonte: Autor (2020).

Observa-se no gráfico que 4 artigos científicos que compõem o PB, representando 20% das pesquisas, os autores evidenciaram a realização da integração dos critérios de avaliação (VINODKUMAR; BHASI, 2010; PODGÓRSKI, 2015; FERNÁNDEZ-MUÑIZ; MONTES-PEÓN; VÁZQUEZ-ORDÁS, 2014; FUNG; LO; TUNG, 2012).

Contudo, faz-se necessário avaliar se os pesquisadores evidenciam a realização ou reconhecem a propriedade Isolabilidade. O Quadro 28 apresenta o resultado desta análise nos artigos do PB.

Quadro 28 - Evidenciação da Propriedade Realiza ou Reconhece a Isolabilidade

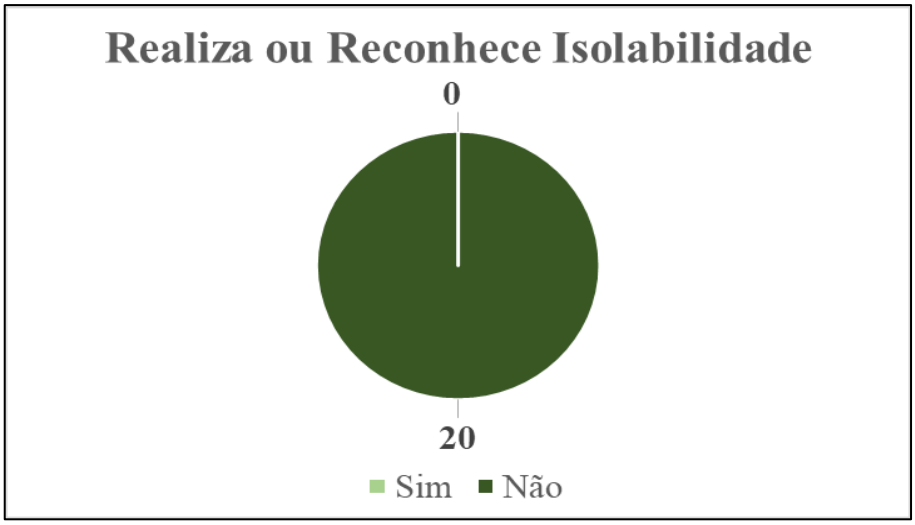
Artigo		**Lente 5 – Integração**	
#	**Forma de citação do artigo**	**Realiza ou reconhece a Isobilidade?**	**Evidência**
1	(VINODKUMAR; BHASI, 2010)	Não	-
2	(HINZE; THURMAN; WEHLE, 2013).	Não	-

3	(WACHTER; YORIO, 2014)	Não	-
4	(LEVESON, 2015)	Não	-
5	(PODGÓRSKI, 2015)	Não	
6	(FUNG *et al*, 2013)	Não	-
7	(LI *et al*., 2015)	Não	-
8	(CHENG; RYAN; KELLY, 2012)	Não	-
9	(FERNÁNDEZ-MUÑIZ; MONTES-PEÓN; VÁZQUEZ-ORDÁS, 2012)	Não	-
10	(HINZE; HALLOWELL; BAUD, 2013).	Não	-
11	(ILBAHAR *et al*., 2018)	Não	-
12	(CHI; HAN, 2013)	Não	-
13	(FERNÁNDEZ-MUÑIZ; MONTES-PEÓN; VÁZQUEZ-ORDÁS, 2014)	Não	-
14	(SOUSA; ALMEIDA; DIAS, 2015)	Não	-
15	(FUNG; LO; TUNG, 2012)	Não	-
16	(GUO *et al*., 2017)	Não	-
17	(YIU *et al*., 2019)	Não	-
18	(FUNG; TAM, 2013)	Não	-
19	(CHOE; LEITE, 2020)	Não	-
20	(MORGADO; SILVA; FONSECA, 2019)	Não	-

Fonte: Autor (2020).

A Figura 48 apresenta o gráfico com a síntese dos resultados da análise que verificou a realização ou reconhecimento da Isolabilidade nas pesquisas.

Figura 48 - Evidenciação da Propriedade Realiza ou Reconhece a Isolabilidade



Fonte: Autor (2020).

Verifica-se que os vinte artigos empíricos do portfólio, os pesquisadores em sua totalidade, não realizaram ou reconheceram a propriedade da Isolabilidade em seus modelos. Em relação a evidenciação da utilização de níveis de referência nas escalas dos modelos construídos, o Quadro 29 apresenta os resultados da análise.

Quadro 29 - Evidenciação da propriedade utiliza níveis de referência

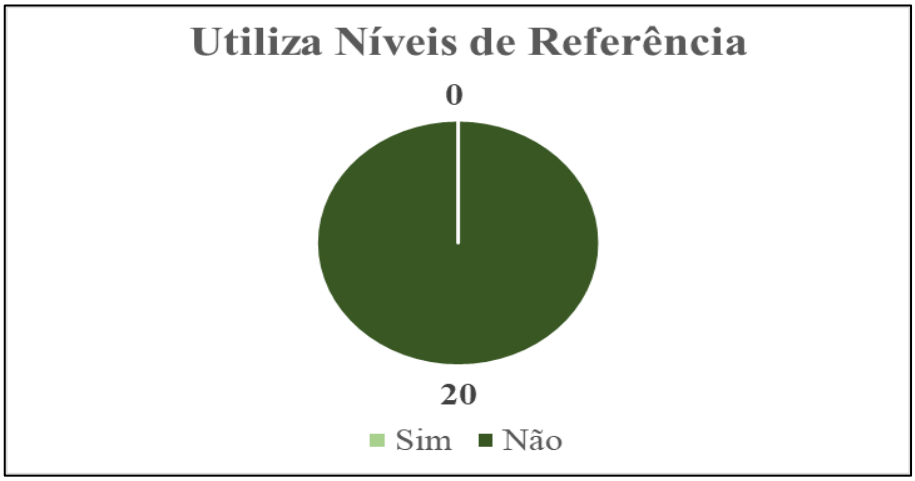
Artigo		**Lente 5 – Integração**	
#	**Forma de citação do artigo**	**Utiliza Níveis De Referência?**	**Evidência**
1	(VINODKUMAR; BHASI, 2010)	Não	-
2	(HINZE; THURMAN; WEHLE, 2013).	Não	-
3	(WACHTER; YORIO, 2014)	Não	-
4	(LEVESON, 2015)	Não	-
5	(PODGÓRSKI, 2015)	Não	-
6	(FUNG *et al*, 2013)	Não	-
7	(LI *et al*., 2015)	Não	-
8	(CHENG; RYAN; KELLY, 2012)	Não	-
9	(FERNÁNDEZ-MUÑIZ; MONTES-	Não	-

	PEÓN; VÁZQUEZ-ORDÁS, 2012)		
10	(HINZE; HALLOWELL; BAUD, 2013).	Não	-
11	(ILBAHAR *et al*., 2018)	Não	-
12	(CHI; HAN, 2013)	Não	-
13	(FERNÁNDEZ-MUÑIZ; MONTES-PEÓN; VÁZQUEZ-ORDÁS, 2014)	Não	-
14	(SOUSA; ALMEIDA; DIAS, 2015)	Não	-
15	(FUNG; LO; TUNG, 2012)	Não	-
16	(GUO *et al*., 2017)	Não	-
17	(YIU *et al*., 2019)	Não	-
18	(FUNG; TAM, 2013)	Não	-
19	(CHOE; LEITE, 2020)	Não	-
20	(MORGADO; SILVA; FONSECA, 2019)	Não	-

Fonte: Autor (2020).

Da mesma maneira do reconhecimento da propriedade Isolabilidade, em nenhuma pesquisa foi observado a utilização de níveis de referência, conforme ilustrado na Figura 49.

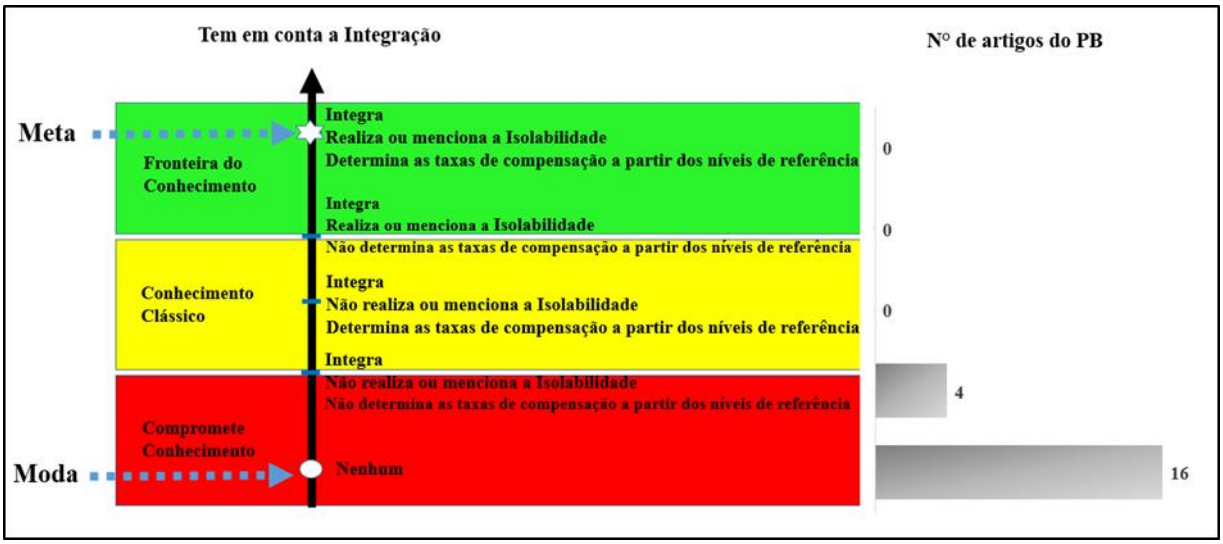
Figura 49 - Evidenciação da propriedade utiliza níveis de referência



Fonte: Autor (2020).

Com estes resultados, por meio da Análise Sistêmica, pode-se mensurar ordinalmente o alcance da Lente 5 – Integração de acordo a escala ordinal proposta por Ensslin (2020b), conforme ilustrado na Figura 64.

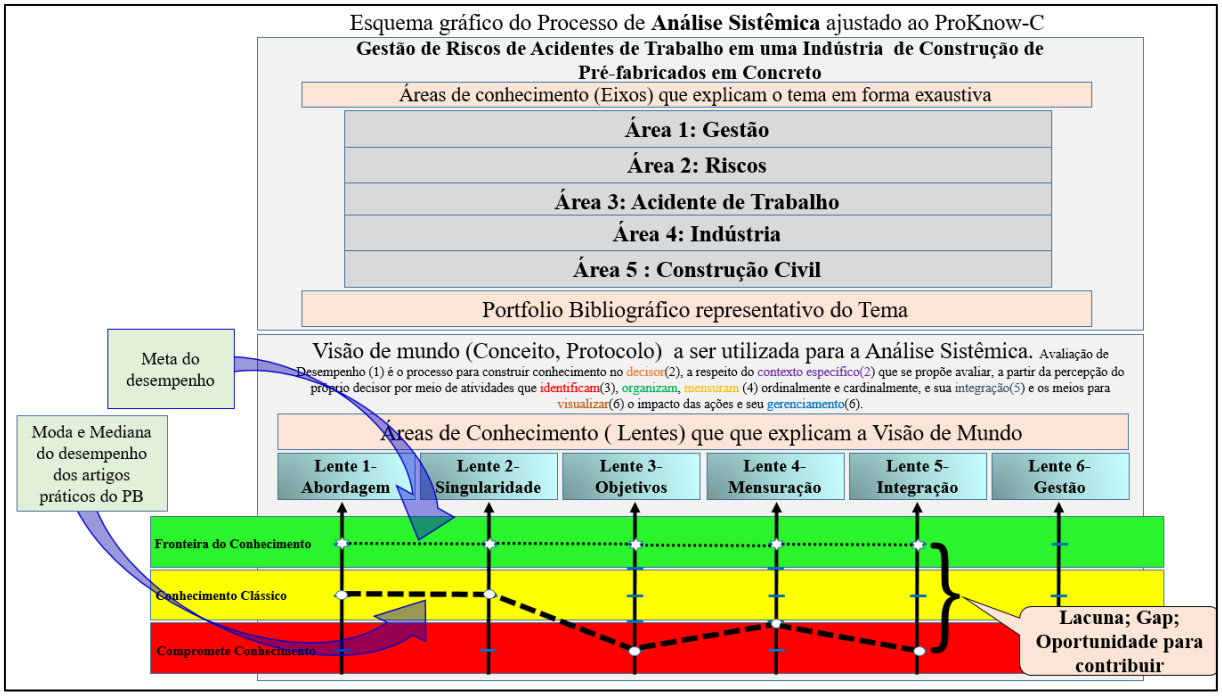
Figura 50 - Escala ordinal de mensuração da Lente 5 – Integração



Fonte: Adaptado de Ensslin (2020b).

A Figura 65 ilustra o resultado atingido pelo alcance da Lente 5 - Integração adicionado ao processo de Análise Sistêmica ajustado ao *ProKnow-C* para avaliação global

Figura 51 - Processo de análise sistêmica ajustado ao *ProKnow-C* – Lente 5



Fonte: Adaptado de Ensslin (2020b).

A moda dos resultados (16 artigos do PB) encontrados na Análise Sistêmica do alcance da Lente 5 – Integração, situa-se no estágio de Conhecimento Comprometedor, revelando que

a maioria dos artigos científicos do PB não realizam integração dos critérios de avaliação, não consideram a propriedade Isolabilidade e não evidenciam a utilização de níveis de referência. Deste modo, os modelos construídos no contexto de Ajuda à Decisão estão comprometidos cientificamente pois não tem a sua validade assegurada.

4.1.2.3.5.5 Conclusão quanto a lente 5 – Integração

Os Métodos de Agregação a Um Critério Único de Síntese tem sido extensivamente estudado pelos pesquisadores e dentre os assuntos pesquisados destaca-se o processo de integração. Nesta área de conhecimento, distingue-se autores como Bana e Costa (1992), Keeney (1992), Keeney e Raiffa (1993), Bana e Costa, Stewart e Vansnick (1997), Ensslin, Montibeller, Noronha (2001), e Ensslin *et al.,* (2020b) e dentre suas conclusões, a necessidade de: (i) realizar a integração de critérios de avaliação; (ii) testar a isolabilidade dos critérios; (iii) determinar as constantes de integração (taxas) a partir de níveis de referência das escalas dos critérios.

No presente estudo, a Análise Sistêmica da Lente 5 - Integração evidenciou que apenas quatro artigos empíricos (VINODKUMAR; BHASI, 2010; PODGÓRSKI, 2015; FERNÁNDEZ-MUÑIZ; MONTES-PEÓN; VÁZQUEZ-ORDÁS, 2014; FUNG; LO; TUNG, 2012) integram os critérios de avaliação, isto representa 20% das pesquisas do Portfólio Bibliográfico. Entretanto, ao analisar as propriedades de Isolabilidade e níveis de referência, em nenhum dos artigos foram evidenciados a sua utilização ou seu reconhecimento, comprometendo desta maneira, a validade científica dos estudos.

Portanto, os artigos do PB não contemplam a construção de Modelos de Agregação de Critério Único de Síntese, o que evidência oportunidades para ampliar as fronteiras do conhecimento na área, visto que, trata-se de um diferencial científico a utilização da integração de critérios de avaliação, de teste de Isolabilidade entre os critérios do modelo e da utilização de níveis de referência para determinar as taxas de compensação.

4.1.2.3.6 Lente 6 - Gestão

A Lente 6 - Gestão traduz a área de conhecimento que se preocupa com o uso (utilidade) dos conhecimentos (esclarecimentos, entendimentos, aprendizados) desenvolvidos quando da construção do modelo para apoiar a gestão do contexto decisional em estudo (ENSSLIN, 2020b). Ressalta-se que a sua utilização, inicialmente, faz-se por meio de monitoramento com

o propósito de identificar o perfil de desempenho dos objetivos com a evidenciação dos pontos fortes e das vulnerabilidades. Logo, este monitoramento permite a geração de ações para aperfeiçoar o desempenho nos aspectos julgados mais apropriados.

Com essa compreensão, a etapa da Análise Sistêmica da Lente 6 – Gestão, de acordo ao protocolo do *ProKnow-C,* verifica o quão bem cada artigo do Portfólio Bibliográfico, que representa o fragmento da literatura a ser explorado, está empregando os conhecimentos disponibilizados pelo modelo construído para a realização das funções da Gestão, isto é, verifica a utilidade (contribuição) do modelo para a Gestão (ENSSLIN, 2020b).

Tendo em vista esclarecer as fundamentações sobre essa área de conhecimento, são apresentadas as seções: (i) Gestão; (ii) Mensuração do atendimento da utilidade do modelo para a Gestão em cada artigo e no portfólio; (iii) Ilustração da Análise Sistêmica para a Lente 6 - Gestão para os artigos práticos do Portfólio Bibliográfico e (iv) Conclusões quanto a Lente 6 – Gestão.

4.1.2.3.6.1 Gestão

Ao discorrer sobre o que é gestão, inicialmente deve-se levar em conta o seu entendimento desde o surgimento do conceito. As discussões a respeito do tema são tão dispersas quanto antigos. No século XVIII Adam Smith (1723, 1790) filósofo e economista britânico e outros economistas formularam os primeiros estudos para explicar e operacionalizar a gestão.

Neste período, a gestão era entendida como o conjunto de atividades para fazer a organização atingir seus objetivos independentemente de sua posição na organização e neste conceito, todos os envolvidos tinham suas ações delimitadas pela forma de pensar e agir da cúpula. As diretrizes e procedimentos eram centralizados no topo da organização (ENSSLIN, 2020b).

Entretanto, a partir do início do século XX, com os estudos de Frederick Taylor, Max Weber, Mary Parker Follett e Peter Drucker surgiram novas explicações para conceituar a gestão, contrapondo as vertentes tradicionais. Assim, percebeu-se que nem todo conhecimento das atividades táticas e operacionais na organização precisavam vir dos dirigentes da organização e deste modo, se todos utilizassem seu potencial criativo e inteligência, com um enfoque integrativo, o poder competitivo das organizações aumentaria. Inicia-se então a gestão descentralizada onde cada gestor passa a ter autonomia para realizar atividades da gestão para

atuar segundo seus próprios objetivos desde que seus resultados estivessem conectados aos interesses da organização (FOLLETT, 1949).

Segundo Follett (1997) as estratégias das organizações passaram a ser estruturadas em categorias hierárquicas de gestão: superior; média e inferior e uma cadeia clara de controle e comando. Os gestores do topo formulavam as estratégias e o planejamento, enquanto os de nível médio gerenciavam os supervisores e estes chefiavam as atividades dos trabalhadores que eram quem executava o trabalho propriamente dito.

Por meio dos avanços que surgiram pós revolução industrial, os princípios científicos da gestão foram ampliados e seu entendimento passou a ser moldado por pensadores como: Mary Parker Follett, Peter Drucker, Henry Mintzberg, Peter Senge e mais recente Jim Collins. Estes estudiosos incentivaram o estímulo a autonomia e a responsabilidade dos funcionários e a gestão ampliou seu espectro de atividades que passou a integrar as atividades administrativas técnicas de planejar, monitorar e aperfeiçoar (inovar e ser competitivo) com as atividades de gestão de políticas administrativas (ENSSLIN, 2020b).

Com isso, a gestão passa então a ser considerada como uma área de conhecimento com múltiplos ramos e os gestores quando no exercício de suas atividades, necessitam desempenhar todas simultaneamente. Neste cenário, a complexidade, a multiplicidade de fatores, os conflitos de interesses, a ausência de escalas apropriadas para medir os desempenhos, aliados a falta de conhecimentos quanto as consequências das decisões, fizeram com que estes ambientes de gestão fossem chamados por Keeney (1992) como contextos decisionais, por Roy (1996) como contextos nebulosos, por Landry, como problemas e por Rittel e Webber como contextos de alta complexidade.

Para Ensslin (2020b), nestes ambientes o gerenciamento majoritariamente passou a ser realizado pela capacidade de improvisação e por meio de competências cognitivas do gestor que necessita concatenar simultaneamente os aspectos mais importantes e daí extrair as soluções mais conveniente. As habilidades de inter-relacionamento e negociação e a harmonia no ambiente de trabalho prevalecem sobre as demais competências requeridas para a gestão.

Vale ressaltar que estes contextos são frutos de estudos desde o após a II Guerra Mundial, primeiramente sob uma visão ontológica e procedimentos de modelagem matemáticas, muitas vezes sofisticados da Pesquisa Operacional e da Estatística e foi chamada visão '*hard*' da gestão e era denominada modelos para Tomada de Decisão. As recomendações e soluções desconexas propostas por esta visão provocaram contestações dos praticantes do meio organizacional em relação ao meio cientifico (ROY, 1994).

Em consequência das falhas e críticas sofridas pelos modelos '*hard*', a partir dos anos 60 e 70 emergiram novos caminhos, denominada visão '*soft*', que se propunham a construir conhecimento particularmente para entender o contexto em sua singularidade (ambiente e atores) com destaque para os trabalhos de Wickhan Skinner, Gerald F. Smith, Jean Piaget, Peter Checkland, Bernard Roy, Ralph Keeney dentre outros.

Ensslin (2020b) afirma que na área de gestão '*soft'***,** com visão epistemológica, priorizando a etapa de construir conhecimento sobre o que é o contexto com seus atores, e iniciando pela identificação do contexto e dos atores e seus objetivos, para somente então buscar alternativas para melhorar o desempenho, denominou-se 'Apoio à Decisão' e teve como principais pensadores Skynner, Smith, Ackoff, Basadur, Gelade, Rittel e Webber e como principais cientistas Raiffa, Landry, Checkland, Roy e Keeney. Destaca-se que Roy e Keeney consolidaram a nova área de conhecimento a qual chamaram '*Multicriteria Decision Aid*' e '*Value Focus Thinking*' respectivamente.

Mais recentemente esta visão (abordagem) filosófica sofreu inúmeras ramificações e uma delas passou a ser chamada de Metodologia Multicritério em apoio à Decisão – Construtivista (Ensslin *et al*., 2010), tendo em vista sua vocação (predisposição) prioritária para interagir com os atores e expandir seu conhecimento sobre os objetivos e as escalas para mensurar o desempenho e o impacto do contexto e de possíveis ações permitindo-lhes compreender as consequências das decisões e assim remover as complexidades do processo de gestão, pelo que passou a ser referência no processo de Apoio a Gestão.

Assim, todas as visões de conhecimento que seguem os pressupostos das abordagens '*soft*' tem como objetivo fornecer ao gestor o conhecimento do modelo e dar-lhe utilidade na forma de: (i) monitoramento do desempenho dos objetivos com o esclarecimento das performances de destaques e das vulnerabilidades e (ii) geração de ações de aperfeiçoamento para corrigir as propriedades com performance comprometedoras.

Segundo Keeney (1992), Bana e Costa (1992), Keeney e Raiffa (1993), Roy (1996), e Ensslin, Montibeller, Noronha (2001), Ensslin *et al.*, (2010) os requisitos necessários para que o decisor possa realizar a Gestão em uma forma cientificamente fundamentada e em consonância com as expectativas empíricas (práticas) são: (i) conhecer os objetivos (critérios, pontos de vista, atributos) do gestor no contexto; (ii) conhecer as escalas ordinais que mensuram a performance do alcance do objetivo; (iii) conhecer os níveis de referência que dividem os desempenhos em comprometedor, mercado e excelência; (iv) conhecer as funções de valor que representam, as escalas cardinais para mensurar o desempenho dos objetivos; (v) conhecer as taxas de compensação que permitem integrar os objetivos e ter uma avaliação da performance

global; (vi) conhecer o perfil de desempenho da situação atual (ou outra ação do contexto) evidenciando seus pontos de destaque e suas vulnerabilidades; (vii) conhecer o desempenho da meta para cada objetivo em específico e (viii) ter processo para gerar ações para aperfeiçoar o desempenho de qualquer ação.

A gestão realizada segundo os oito requisitos estabelecidos pelos Modelos de Apoio à Decisão garante a legitimidade, validade e utilidade do conhecimento gerado e por conseguinte do processo decisório (ENSSLIN, 2020b).

A legitimidade é alcançada com os requisitos onde assegura que os atributos (objetivos) considerados pelo decisor como essenciais estejam presentes no modelo e que suas escalas estejam alinhadas com os juízos de valor preferencias do decisor (ENSSLIN, 2020b). A validade é alcançada com os requisitos onde asseguram que a escala de mensuração cardinal as taxas de compensação tenham sido construídas em forma cientificamente fundamentadas (ENSSLIN, 2020b). A utilidade é alcançada com os ao disponibilizar o conhecimento para o decisor conhecer o perfil de desempenho de cada objetivo lhe permitirá descobrir os objetivos com performance mais destacada e os com performance comprometedora (monitorar), ao tempo que poderá confrontá-los com a meta e valendo-se do processo para gerar ações identificar ações para promover seu aperfeiçoamento (ENSSLIN, 2020b).

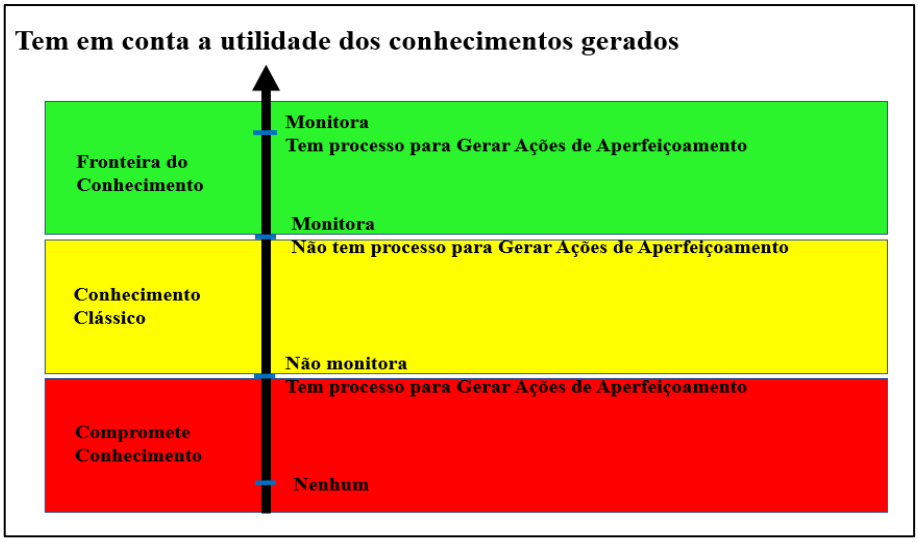
Por fim, Ensslin (2020b) entendendo que a gestão como o conjunto de atividades para alcançar a performance desejada dos objetivos em um uma forma fundamentada (legitima, alinhada com os valores do decisor) e científica (a partir de instrumentos aceitos como cientificamente corretos) conclui que o procedimento que atende em forma plena os requisitos de uma gestão requer em forma obrigatória o desenvolvimento: (i) do uso de uma abordagem alinhada com a complexidade do contexto; (ii) de um instrumento (modelo) construído a partir do contexto (ambiente físico e atores) que se deseja realizar a gestão; (iii) que identifique, os objetivos para conhecer ‘o que queremos’ a partir do gestor; (iv) que construa escalas ordinais e cardinais para mensurar os objetivos para conhecer em termos locais ‘o quanto queremos’ a partir do gestor; (v) que integre os objetivos a partir de níveis de referência para conhecer em termos globais ‘o quanto queremos’ a partir do gestor; (vi) que permita monitorar (conhecer o perfil e estabelecer a meta) para todos os critérios e particularmente aqueles com desempenho comprometedor para saber ‘onde estamos’ e então confrontar com a meta em cada objetivo para saber ‘aonde queremos ir’; (vii) e ter processo para gerar ações para melhorar o desempenho global para saber ‘como usamos o que temos para chegar lá’; (viii) um processo de gestão integrativo que a cada etapa permita refletir e promover os ajustes requeridos sobre ‘o que acontece quando chegarmos lá’.

4.1.2.3.6.2 Mensuração do atendimento da utilidade do modelo para a gestão em cada artigo e no portfólio

Visando mensurar o alcance da Lente 6 – Gestão nos artigos empíricos do Portfólio Bibliográfico e engajado aos trabalhos de Skynner (1978); Smith (1989), Ackoff (1976), Basadur, Ellspermann e Evans (1994), Checkland (1999), Roy (1996), Landry (1995), Bana e Costa (1992), Keeney (1992), Keeney e Raiffa, (1993), Bana e Costa, Stewart e Vansnick (1997), Ensslin, Montibeller e Noronha (2001) e Ensslin *et al.*, (2020c) é necessário dar utilidade ao modelo construído por meio do monitoramento da situação atual e do processo de geração de ações de melhoria e as propriedades verificadas nesta área de conhecimento. Para isso, deve-se assegurar as propriedades de: (i) monitora a performance dos objetivos e (ii) tem processo para gerar melhorias.

Ensslin (2020b) propõe a construção de uma escala ordinal para mensurar o alcance da Lente 6 – Gestão valendo-se do entendimento da construção de escalas de Ensslin, Montibeller, Noronha (2001). Este processo inicia por estabelecer uma ordem de preferência para os possíveis impactos. A ordem de preferência para as propriedades estabelecida por Ensslin (2020b) foi: Monitora a Performance dos objetivos > Tem Processo para Realizar Melhorias. Para esta condição, a escala para aferir o grau de atendimento dos requisitos científicos para a Gestão pelo Método de Agregação a Um Critério Único de Síntese é ilustrada na Figura 52.

Figura 52 - Escala para mensurar o grau de atendimento dos requisitos científicos para a gestão pelo método de agregação a um critério único de síntese



Fonte: Ensslin (2020b).

No presente estudo, a mensuração da Lente 6 – Gestão por meio da Análise Sistêmica do *ProKnow-C*, permitirá verificar se os artigos práticos do Portfólio Bibliográfico que representa o fragmento da literatura do tema Gestão de Riscos de Acidentes de Trabalho em uma Indústria de Pré-fabricados em Concreto, utilizam em sua plenitude, o conhecimento disponibilizado para a gestão do contexto decisional, em termos de realizar: (i) o monitoramento para conhecer os objetivos com desempenho em nível de excelência e os objetivos com desempenho comprometedor, e (ii) gerar ações para melhorar a performance dos objetivos que carecem de aperfeiçoamentos.

4.1.2.3.6.3 Ilustração da análise sistêmica para a lente 6 - Gestão para os artigos práticos do portfólio bibliográfico

Para análise desta área de conhecimento, o primeiro passo é identificar se nos estudos dos artigos do PB, os pesquisadores realizam ou reconhecem em seus modelos a necessidade do monitoramento do desempenho dos objetivos com o esclarecimento das performances de destaques e das vulnerabilidades. O Quadro 30 apresenta os resultados desta propriedade.

Quadro 30 - Evidenciação da propriedade Monitora

Artigo		**Lente 6 – Gestão**	
#	**Forma de citação do artigo**	**Monitora?**	**Evidência**
1	(VINODKUMAR; BHASI, 2010)	Sim	*This research can also help in the development of measurement systems to evaluate the effectiveness of safety management practices. Incorporating assessments of safety knowledge, safety motivation, safety compliance and safety participation along with the safety management practices into the safety monitoring systems will provide a more comprehensive assessment, in terms of the effectiveness of the safety management practices and their operation as well.*
2	(HINZE; THURMAN; WEHLE, 2013).	Sim	*While the use of lagging indicators will continue, as required by safety regulatory agencies and insurance companies, companies that track leading indicators will be able to maintain a more accurate assessment of the effectiveness of the safety program or the safety process.*
3	(WACHTER; YORIO, 2014)	Não	

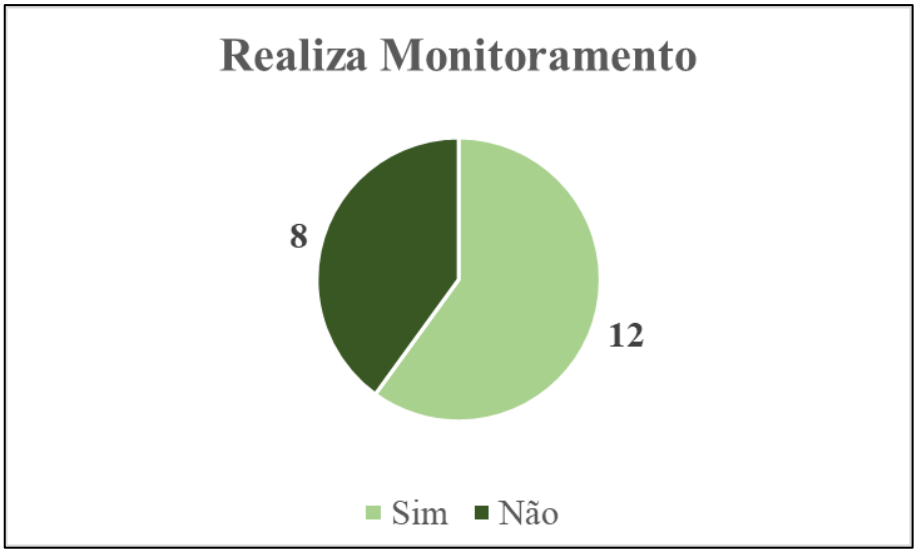
4	(LEVESON, 2015)	Sim	*This paper proposes assumptions and their vulnerability as the basis for identifying leading indicators rather than the classic probabilistic risk methods. It also proposes a process for identifying leading indicators and using them in a risk management program.*
5	(PODGÓRSKI, 2015)	Sim	*The paper presents a concept of making use of operationally focused minimum set of key performance indicators assigned to individual OSH MS components. This approach will make it possible to measure, at a basic level, the performance of such a system, and provide reliable data for the genuine improvement of OSH management practices.*
6	(FUNG *et al*, 2013)	Sim	*The developed RAM is an effective and efficient tool to help identify and predict the existing risk levels for major trades and also to improve the safety performance by implementing safety measures for the high risk trades predicted from the RAM in their early stage of projects.*
7	(LI *et al*., 2015)	Sim	*PBBS overcomes this limitation as it can automatically monitor and record on-site worker behaviors. With the availability of behavioral data, it is thus possible to apply SI to quantitively measure safety performance.*
8	(CHENG; RYAN; KELLY, 2012)	Não	
9	(FERNÁNDEZ-MUÑIZ; MONTES-PEÓN; VÁZQUEZ-ORDÁS, 2012)	Não	.
10	(HINZE; HALLOWELL; BAUD, 2013).	Não	
11	(ILBAHAR *et al*., 2018)	Sim	*The main difference of the proposed approach is the integration of these methods in a way providing a more accurate risk assessment. The risks of na excavation process in a construction yard are assessed by the proposed method. The results are compared with Pythagorean Fuzzy Failure Modes and Effects Analysis (PFFMEA) and it is revealed that the proposed method produces reliable and informative outcomes better representing the vagueness of decision making process.*
12	(CHI; HAN, 2013)	Não	
13	(FERNÁNDEZ-MUÑIZ; MONTES-PEÓN; VÁZQUEZ-ORDÁS, 2014)	Não	

14	(SOUSA; ALMEIDA; DIAS, 2015)	Sim	*The OSH-PRM was proposed to enhance the application of the ALARP principle by providing a means to quantify the risk in each construction activity in monetary terms.*
15	(FUNG; LO; TUNG, 2012)	Sim	*The Q2REM developed in thisstudy is an example which integrates the contribution to risk given by different types of accidents so that the overall risk evaluation can be derived by trades of works.*
16	(GUO *et al.*, 2017)	Sim	*This paper developed a set of leading indicators by following a systematic process that consists of conceptualization, operationalization, indicator generation, and validation and revision ... The set of leading indicators provides the construction companies with an alternative to assessing safety conditions and measuring safety performance at the project level*
17	(YIU *et al.*, 2019)	Não	
18	(FUNG; TAM, 2013)	Sim	*With reference to the associations between the accident causation theories and the accident prevention measures, a systematic, logical and statistically based approach in mapping out the specific accident prevention measures, such as the one espoused, elaborated and exemplified in this research, can be adopted by construction managers so that they can implement appropriate measures to improve safety performance in consistent and effective manners.*
19	(CHOE; LEITE, 2020)	Sim	*This study proposes a safety risk generation and control model that describes the phenomenon of dynamic safety risk with construction domain knowledge.*
20	(MORGADO; SILVA; FONSECA, 2019)	Não	

Fonte: Autor (2020).

A Figura 53 ilustra o resultado obtido após análise do Quadro 31

Figura 53 - Identificação se monitora



Fonte: Autor (2020).

Ao analisar os achados, observa-se por meio do gráfico que 12 artigos evidenciaram a utilização do monitoramento do desempenho em seus modelos (VINODKUMAR; BHASI, 2010; HINZE; THURMAN; WEHLE, 2013; LEVESON, 2015; PODGÓRSKI, 2015; FUNG *et al*, 2013; LI *et al.*, 2015; ILBAHAR *et al.*, 2018; SOUSA; ALMEIDA; DIAS, 2015; FUNG; LO; TUNG, 2012; GUO *et al.*, 2017; FUNG; TAM, 2013; CHOE; LEITE, 2020). Estes estudos representam 60% dos artigos empíricos do PB.

Em continuidade ao processo de análise do alcance da Lente 6 – Gestão para os artigos do portfólio, verifica-se se os pesquisadores evidenciaram em suas pesquisas a geração de ações de aperfeiçoamento. O Quadro 31 apresenta os resultados obtidos.

Quadro 31 - Evidenciação da propriedade gera ações de aperfeiçoamento

Artigo		**Lente 6 – Gestão**	
#	**Forma de citação do artigo**	**Gera ações de aperfeiçoamento?**	**Evidência**
1	(VINODKUMAR; BHASI, 2010)	Não	-
2	(HINZE; THURMAN; WEHLE, 2013).	Não	-
3	(WACHTER; YORIO, 2014)	Não	-
4	(LEVESON, 2015)	Sim	*Once the safety control structure is created, STPA is used to identify unsafe control actions and their causes. An attempt to eliminate the causes is first attempted and, if elimination is not possible, to*

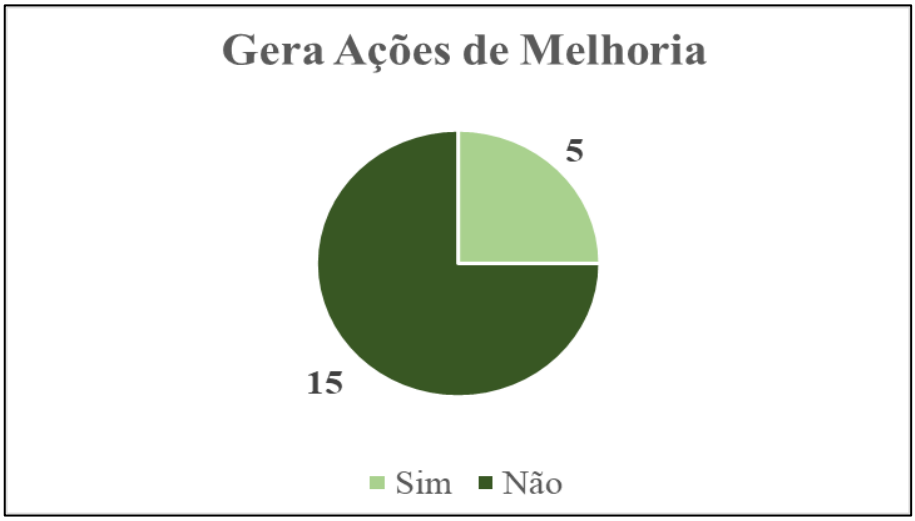
			mitigate and control them. Using the assumptions underlying the hazard analysis process and the system design and management features used to control the identified hazard scenarios, leading indicators are developed to identify weakening effectiveness of the controls to enforce the safety constraints and ways to measure or identify the leading indicators.
5	(PODGÓRSKI, 2015)	Sim	*Having had such KPIs implemented at the enterprise level, they could provide managers with a synthetic and concise picture of the system performance, and would allow them to respond more quickly and effectively to early warnings of irregularities in the operation of OSH MS detected across all system components.*
6	(FUNG *et al*, 2013)	Sim	*The developed RAM is an effective and efficient tool to help identify and predict the existing risk levels for major trades and also to improve the safety performance by implementing safety measures for the high risk trades predicted from the RAM in their early stage of projects.*
7	(LI *et al*., 2015)	Não	-
8	(CHENG; RYAN; KELLY, 2012)	Não	-
9	(FERNÁNDEZ-MUÑIZ; MONTES-PEÓN; VÁZQUEZ-ORDÁS, 2012)	Não	-
10	(HINZE; HALLOWELL; BAUD, 2013).	Não	-
11	(ILBAHAR *et al*., 2018)	Não	-
12	(CHI; HAN, 2013)	Não	-
13	(FERNÁNDEZ-MUÑIZ; MONTES-PEÓN; VÁZQUEZ-ORDÁS, 2014)	Não	-
14	(SOUSA; ALMEIDA; DIAS, 2015)	Não	-
15	(FUNG; LO; TUNG, 2012)	Não	-
16	(GUO *et al.*, 2017)	Não	-
17	(YIU *et al.*, 2019)	Não	-

18	(FUNG; TAM, 2013)	Sim	*The application of the proposed model gives directions for the implementation of effective accident prevention measures.*
19	(CHOE; LEITE, 2020)	Sim	*Also, the proposed model can enhance the understanding of safety risk in construction to practitioners, thus this research can be used for actual safety management practices such as safety training, accident/incidente investigation, and safety risk assessment.*
20	(MORGADO; SILVA; FONSECA, 2019)	Não	-

Fonte: Autor (2020).

A Figura 54 apresenta o gráfico com a síntese dos resultados da análise que verificou a propriedade gera ações de aperfeiçoamento.

Figura 54 - Evidenciação da propriedade gera ações de aperfeiçoamento



Fonte: Autor (2020).

Foram evidenciados quatro (4) artigos do PB, representando 20% das pesquisas, em que os autores se preocuparam em demonstrar em seus estudos a necessidade de a partir do monitoramento do desempenho, gerar ações de aperfeiçoamento (LEVESON, 2015; PODGÓRSKI, 2015; FUNG et al, 2013; CHOE; LEITE, 2020).

Com a evidenciação destas propriedades, pode-se analisar os artigos de maneira integral ao atendimento do alcance da Lente 6 – Gestão, verificando se as pesquisas apresentam simultaneamente as propriedades de monitoramento do desempenho e geração de ações de aperfeiçoamento. O Quadro 32 sintetiza os resultados desta análise.

Quadro 32 - Evidenciação das propriedades monitora e aperfeiçoa

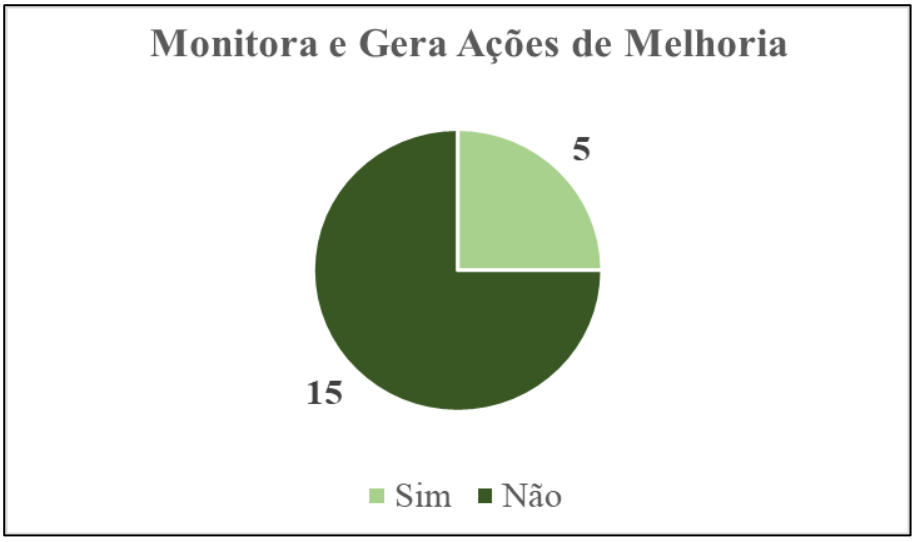
Artigo		**Lente 6 – Gestão**		
#	**Forma de citação do artigo**	**Monitora?**	**Gera ações de aperfeiçoamento?**	**Monitora e Aperfeiçoa?**
1	(VINODKUMAR; BHASI, 2010)	Sim	Não	Não
2	(HINZE; THURMAN; WEHLE, 2013).	Sim	Não	Não
3	(WACHTER; YORIO, 2014)	Não	Não	Não
4	(LEVESON, 2015)	Sim	Sim	Sim
5	(PODGÓRSKI, 2015)	Sim	Sim	Sim
6	(FUNG *et al*, 2013)	Sim	Sim	Sim
7	(LI *et al*., 2015)	Sim	Não	Não
8	(CHENG; RYAN; KELLY, 2012)	Não	Não	Não
9	(FERNÁNDEZ-MUÑIZ; MONTES-PEÓN; VÁZQUEZ-ORDÁS, 2012)	Não	Não	Não
10	(HINZE; HALLOWELL; BAUD, 2013).	Não	Não	Não
11	(ILBAHAR *et al*., 2018)	Sim	Não	Não
12	(CHI; HAN, 2013)	Não	Não	Não
13	(FERNÁNDEZ-MUÑIZ; MONTES-PEÓN; VÁZQUEZ-ORDÁS, 2014)	Não	Não	Não
14	(SOUSA; ALMEIDA; DIAS, 2015)	Sim	Não	Não
15	(FUNG; LO; TUNG, 2012)	Sim	Não	Não
16	(GUO *et al.*, 2017)	Sim	Não	Não
17	(YIU *et al.*, 2019)	Não	Não	Não
18	(FUNG; TAM, 2013)	Sim	Sim	Sim

19	(CHOE; LEITE, 2020)	Sim	Sim	Sim
20	(MORGADO; SILVA; FONSECA, 2019)	Não	Não	Não

Fonte: Autor (2020).

A Figura 55 ilustra os achados graficamente.

Figura 55 - Evidenciação das propriedades monitora e aperfeiçoa



Fonte: Autor (2020).

Percebe-se que estas propriedades são atendidas para os mesmos artigos onde foram identificados a evidenciação da realização de ações de aperfeiçoamento em seus modelos (LEVESON, 2015; PODGÓRSKI, 2015; FUNG *et al*, 2013; CHOE; LEITE, 2020).

Leveson (2015) aborda o tema apresentando a identificação de indicadores proativos para monitoramento em programa de gestão de riscos. Uma vez criada a estrutura de controle de segurança, o modelo é utilizado para identificar ações de controle inseguras e suas causas.

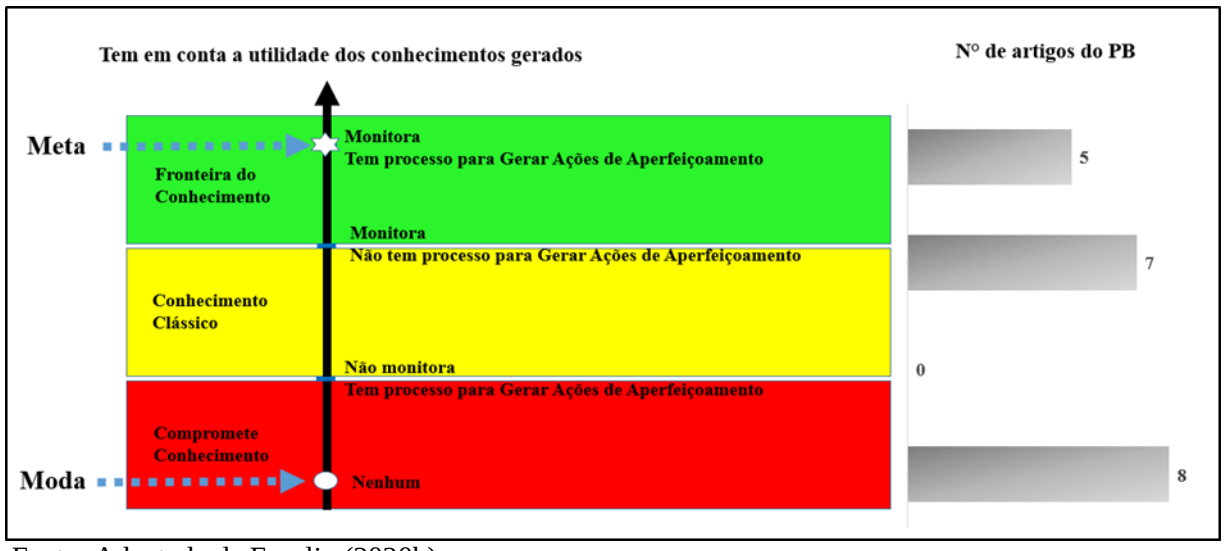
Na pesquisa de Podgórski (2015), apresenta o conceito em fazer uso de um conjunto mínimo de indicadores chaves de desempenho focado operacionalmente, atribuído a componentes individuais da gestão de segurança. Esse monitoramento permitirá medir o desempenho e assim, fornecer dados confiáveis para a melhoria real das práticas de gestão.

Fung e*t al.*, (2013) propõe um modelo para ajudar a identificar e prever os níveis de risco existentes nas organizações e também para melhorar o desempenho de segurança através da implementação de medidas de segurança para as atividades de alto risco previstas no modelo desenvolvido.

No estudo de Choe e Leite (2020) a objetivo é desenvolver um modelo de geração e monitoramento de riscos de segurança que visa aumentar a compreensão dos profissionais da área de segurança do trabalho, além disso, o modelo pode ser usado para ações de gerenciamento, como treinamentos de segurança, investigação de acidentes e avaliação de riscos.

Desta maneira, utilizando-se da proposta de Ensslin (2020b), consegue-se mensurar ordinalmente o alcance da Lente 6 – Gestão, conforme ilustrado na Figura 56.

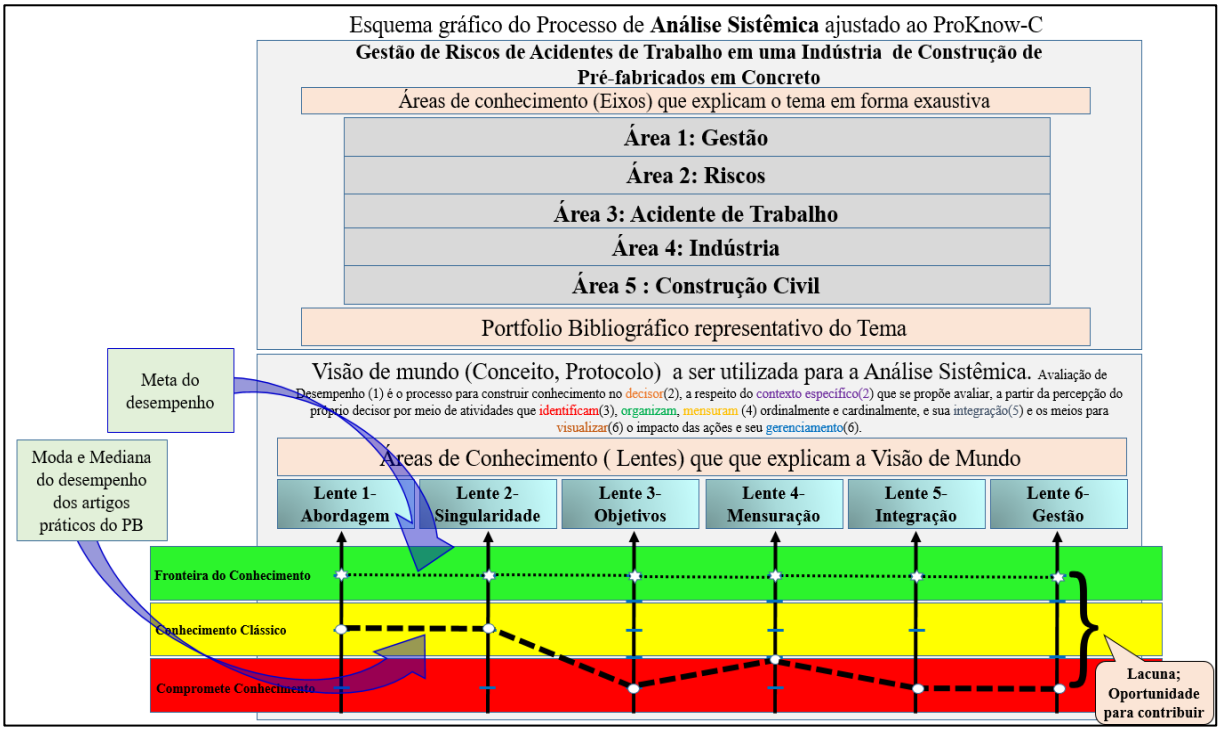
Figura 56 - Escala ordinal de mensuração da Lente 6 – Gestão e distribuição de frequência dos artigos para o PB



Fonte: Adaptado de Ensslin (2020b).

Com a mensuração do alcance da Lente 6 – Gestão, pode-se avaliar globalmente por meio da Análise Sistêmica ajustado ao *ProKnow-C* os artigos empíricos do PB, conforme ilustrado na Figura 57.

Figura 57 - Processo de Análise Sistêmica ajustado ao ProKnow-C – Lente 6



Fonte: Adaptado de Ensslin (2020b).

Ao analisar a Figura 57, evidenciou-se que a moda dos artigos, representado por oito (8) artigos do PB, encontram-se no estágio de Compromete Conhecimento, evidenciando que a maioria dos artigos do PB não realizam o monitoramento do desempenho no modelo construído, além de não possuir processo para gerar ações de aperfeiçoamento. Contudo, em 60% (12 de 20) dos artigos práticos do PB realizam o monitoramento dos critérios para avaliação do desempenho, destes, somente 25% do PB evidencia a propriedade de geração de ações de aperfeiçoamento. Esta condição, conclui que para o fragmento da literatura analisado, as pesquisas se encontram no estágio de Conhecimento Clássico, diante disso, os modelos construídos no contexto de Ajuda à Decisão estão comprometidos cientificamente pois não asseguram a utilidade do seu uso.

4.1.2.3.6.4 Conclusão quanto a Lente 6 – Gestão

O *ProKnow-C* na etapa de Análise Sistêmica em sua Lente 6 – Gestão verifica se o modelo desenvolvido para um contexto decisório tem em conta a utilidade dos conhecimentos gerados e realiza as funções de: (i) monitorar o desempenho dos objetivos para conhecer os desempenhos de destaque e os desempenhos em nível comprometedor e (ii) utilizar o processo de gerar ações de melhoria para aperfeiçoar a performance dos objetivos mais críticos.

No presente estudo, evidenciou-se que os artigos se encontram no estágio de Compromete Conhecimento. Portanto, em alinhamento aos trabalhos de Skynner (1978); Smith (1989), Ackoff (1976), Basadur, Ellspermann e Evans (1994), Checkland (1999), Roy (1996), Landry (1995), Bana e Costa (1992), Keeney (1992), Keeney e Raiffa, (1993), Bana e Costa, Stewart e Vansnick (1997), Ensslin, Montibeller Neto e Noronha (2001) e Ensslin *et al*., (2020a) pode-se concluir que esta área de conhecimento, representada pelos artigos práticos do Portfólio Bibliográfico que representa o fragmento da literatura do tema Gestão de Riscos de Acidentes de Trabalho em uma Indústria de Pré-fabricados em Concreto, apresenta oportunidades para ampliar as fronteiras do conhecimento. Ademais, permitirá a utilidade do uso do modelo para a gestão, consolidando-o cientificamente.

Por fim, ao avaliar os artigos científicos do PB, conclui-se que em todas as áreas de conhecimentos (Lentes) existem oportunidades para contribuir quando observado os processos sob a ótica do apoio à gestão. As lacunas mais acentuadas foram constatadas nas Lentes 3 – Identificar critérios (Objetivos), na Lente 4 – Mensuração, Lente 5 – Integração e Lente 6 – Gestão.

As constatações evidenciadas na Análise Sistêmica mostram que uma contribuição poderá ser o desenvolvimento de um modelo de apoio a decisão que atenda as seis áreas de conhecimento (lentes), propiciando maior grau de legitimidade, validade e utilidade do modelo.

3.1.1 Mapa da literatura – Gestão de riscos de acidentes de trabalho

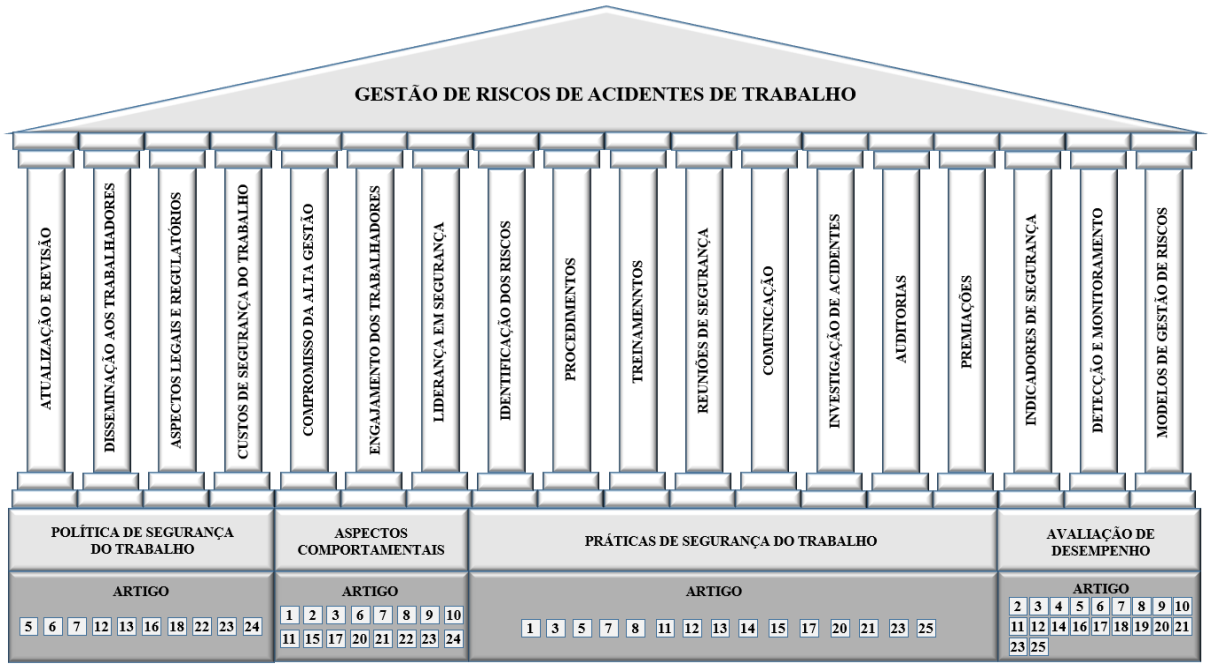
Por meio da verificação de rede de coocorrências dos termos nos artigos do portfólio bibliográfico, que representa o fragmento do tema gestão de riscos de acidentes do trabalho, foram identificadas quatro (4) *clusters* como os temas ou perspectivas ou áreas estratégicas principais dos estudos: (i) Política de Segurança do Trabalho, (ii) Aspectos Comportamentais, (iii) Práticas de Segurança do Trabalho e (iv) Avaliação de Desempenho.

Para cada tema, foi detectado um conjunto de tópicos com abordagens similares e agrupados de acordo a perspectiva. Para um mais fácil entendimento, apresenta-se a Figura 58 – Mapa da literatura do PB para sua representação. Os tópicos estão simbolizados pelos pilares que sustentam o propósito dos estudos. Os artigos científicos do PB são o alicerce que embasam a pesquisa e estão representados pelos números indicadores na base da ilustração.

Vale ressaltar que os números indicadores dos artigos que constam em cada um dos pontos de discussão (temas e tópicos) são equivalentes aos mesmos números ordenados na coluna Itens encontrados no Quadro 2 – Portfólio bibliográfico - PB, podendo assim, identificá-

los conforme mencionados. Destaca-se, que não necessariamente estes estudos desenvolveram suas pesquisas com base nesses pontos, mas que os colocaram em discussão ou os utilizaram como justificativa para os seus achados.

Figura 58 - Mapa da literatura do PB



Fonte: Ensslin *et al.* (2022, no prelo).

Dentre o tema Política de Segurança do Trabalho, constam estudos que buscam explorar a respeito das intenções e princípios estratégicos das organizações em relação a seu desempenho em segurança do trabalho. As políticas estimulam e permitem um conjunto definido de programas, responsabilidades e ações para prevenir acidentes e doenças ocupacionais. Os autores enfatizaram a importância de manter estes parâmetros atualizados e revisados conforme novas demandas, também, destacam a importância da disseminação destas informações a todos os funcionários.

Outro tópico relevante são os aspectos legais e regulatórios que envolvem a segurança do trabalho, pois tratam das diretrizes a serem seguidas, incluindo as responsabilidades dos empregadores quanto as obrigações dos empregados. Já, os custos de segurança foram mencionados em alguns estudos gerando preocupações entre os pesquisadores, visto que, as organizações ainda enxergam os gastos com segurança do trabalho como custos e não, como investimentos, inclusive, argumentando que modelos de gerenciamentos não são aplicados ou não tem a sua continuidade garantida devido aos seus custos de operação.

Em relação a perspectiva Aspectos Comportamentais, as pesquisas demonstram que para alcançar níveis competitivos de desempenho em segurança do trabalho a alta gestão da organização deve estar compromissada com estes esforços, além do papel fundamental que a liderança exerce para atingimento dos resultados. Entretanto, os achados indicam que a eficácia de um sistema de gestão da segurança e das suas práticas na redução das taxas de acidentes dependem dos níveis de envolvimento cognitivo e emocional dos trabalhadores, centrados na segurança do trabalho.

Quanto as Práticas de Segurança do Trabalho, foram identificadas as mais recorrentes que subsidiam as pesquisas, dentre elas: (i) a identificação dos riscos, (ii) os procedimentos, (iii) os treinamentos, (iv) as reuniões de segurança, (v) a comunicação, (vi) as investigações de acidentes, (vii) as auditorias e (viii) as premiações. As práticas de gestão da segurança não só melhoram as condições de trabalho, mas também influenciam positivamente as atitudes e comportamentos dos empregados no que diz respeito à segurança, reduzindo assim, os acidentes no local de trabalho.

No que se refere a Avaliação de Desempenho, encontram-se estudos que exploram os indicadores de segurança do trabalho, demonstrando a importância no fornecimento de informações sobre o desempenho organizacional. Também, apresentam uma visão histórica da aplicabilidade dos indicadores em prol a segurança do trabalho, inclusive os diferenciando. Os indicadores proativos são critérios ligados a ações de prevenção de acidentes, enquanto os indicadores reativos ligados aos resultados pós acidentes de trabalho.

Outro aspecto importante onde os pesquisadores buscaram compreender, são os benefícios quando do desenvolvimento e emprego de modelos de gerenciamentos de riscos nas organizações. No portfólio, foram identificados 10 artigos científicos que aplicaram diferentes tipos de modelos de gestão de riscos (CHOE; LEITE, 2020; FUNG; TAM, 2013; FUNG; LO; TUNG, 2012; FUNG *et al*., 2010; GUO *et al*., 2017; ILBAHAR *et al.*, 2018; LEVESON, 2015; LI *et al*., 2015; PODGÓRSKI, 2015; SOUSA; ALMEIDA; DIAS, 2015), demonstrando as particularidades e as vantagens de seu uso.

Ao findar o mapeamento da literatura, identificou-se as lacunas de conhecimento do tema Gestão de Riscos de Acidentes de Trabalho quando observadas em termos genéricos por meio dos artigos do portfólio bibliográfico - PB. Diante disso, o Quadro 33 apresenta a síntese de resultados relevantes (o que já conhecemos) e os *gaps* de pesquisa (o que falta conhecer) identificados a partir dos artigos que compõem o PB. Os achados foram organizados em quatro perspectivas, como proposto e ilustrado na Figura 58 - Mapa da literatura do PB.

Quadro 33 - Síntese de resultados relevantes e gaps de pesquisa

Perspectivas	O que já conhecemos	O que falta conhecer
Política de Segurança do Trabalho	Empresas que adotam políticas de segurança como um investimento, sobressaem em relação as demais, visto a redução de acidentes e aumento da produtividade (CHOE; LEITE, 2020; SOUSA; ALMEIDA; DIAS, 2015). O compromisso da política de segurança com as normas regulatórias visa apoiar as boas práticas e demonstrar conformidades com as obrigações legais (FERNÁNDEZ-MUÑIZ; MONTES-PEÓN; VÁZQUEZ-ORDÁS, 2012). O incremento de normas e regulamentos nas políticas de segurança são também motivadas pelos acidentes de trabalho, as suas consequências elevam a consciência dos trabalhadores sobre os riscos (LI; GULDENMUND, 2018). O gerenciamento de riscos em segurança do trabalho produz um grande volume de dados e resultados positivos, mas sua aplicabilidade é dificultada devido aos custos incorporados (PODGÓRSKI, 2015).	Avaliar os resultados de políticas de segurança do trabalho promovendo o envolvimento dos trabalhadores e os colocando no centro dos sistemas de gestão (WACHTER; YORIO, 2014). Desenvolver estudos e modelos que fundamentem e justifiquem o uso das políticas de segurança do trabalho (LI; GULDENMUND, 2018). Analisar como os obstáculos em aplicar as práticas de segurança comprometem a gestão e a política de segurança do trabalho (YIU *et al.*, 2019). Propiciar entendimento holístico do impacto de evitar acidentes e seus custos associados em relação a segurança do trabalho (CHOE; LEITE, 2020).
Aspectos Comportamentais	Existem correlações significativas entre as práticas de segurança nos níveis de engajamento do trabalhador e nos resultados de desempenho (WACHTER; YORIO, 2014). Para alcançar sucesso nos resultados de desempenho, a alta gestão deve estar comprometida com os programas de segurança do trabalho (HINZE; THURMAN; WEHLE, 2013). Os resultados em segurança dependem diretamente do nível de participação dos trabalhadores nas atividades, da gestão proativa de riscos e da liderança que os gestores praticam (FERNÁNDEZ-MUÑIZ; MONTES-PEÓN; VÁZQUEZ-ORDÁS, 2014).	Analisar a influências das questões sociais, organizacionais e psicológicas dos trabalhadores quanto a prevenção de acidentes de trabalho (CHI; HAN, 2013). Compreender como as práticas de segurança alcançam resultados positivos por meio do engajamento do trabalhador (WACHTER; YORIO, 2014). Analisar como os comportamentos inseguros dos trabalhadores afetam a prevenção de acidentes de trabalho (LI *et al.*, 2015). Avaliar os conhecimentos de segurança e conscientização dos trabalhadores para mensurar quanto afetam a prevenção de acidentes de trabalho (FUNG *et al.*, 2010).
Práticas de Segurança do Trabalho	As práticas de gestão de segurança possuem relações diretas e indiretas com o desempenho da segurança (VINODKUMAR; BHASI, 2011). O desempenho em segurança é potencializado à medida que o número de práticas de segurança é aumentado (HINZE; HALLOWELL; BAUD, 2013). As faltas de registros nas práticas de segurança possibilitam a incidência de novos acidentes de trabalho (FUNG; LO; TUNG, 2012).	Avaliar a influências de práticas como comunicação eficaz com os trabalhadores, instruções de segurança apropriadas no desempenho de segurança (FUNG; TAM, 2013). Analisar o desempenho da organização através da viabilização de comitês de gestão de segurança (CHENG; RYAN; KELLY, 2012). Analisar os resultados alcançados sob a perspectiva de auditorias de segurança realizadas (FERNÁNDEZ-MUÑIZ; MONTES-PEÓN; VÁZQUEZ-ORDÁS, 2012).

	As práticas de gestão da segurança melhoram as condições de trabalho, mas também influenciam positivamente as atitudes e comportamentos dos empregados (WACHTER; YORIO, 2014).	Pesquisar sobre os custos efetivo das práticas de segurança impactantes e como construir programas fortes com orçamentos limitados (HINZE; HALLOWELL; BAUD, 2013).
Avaliação de Desempenho	Se a empresa abraçar a filosofia de 'acidente zero' deve considerar o uso de indicadores proativos além dos tradicionais (HINZE; THURMAN; WEHLE, 2013).	Desenvolver novos métodos e modelos para avaliação de riscos em tempo real para tomada de decisões (KHAN; RATHNAYAKA; AHMED, 2015).
	Ao utilizar apenas indicadores reativos o programa de segurança não sofre alterações até ocorrer um acidente de trabalho (GUO *et al*., 2017).	Desenvolver método de avaliação que envolvam além da detecção de riscos, considere os parâmetros de probabilidade, gravidade e frequência (ILBAHAR *et al.*, 2018).
	A implementação de modelos de monitoramento de indicadores permitirá aos gestores agilidade nas respostas frente aos indícios de irregularidades (PODGÓRSKI, 2015).	Incorporar fundamentação teórica dos principais indicadores de natureza qualitativa (GUO *et al.*, 2017).
	A construção de modelos de gestão de segurança visa reduzir os vieses heurísticos que levam a avaliação falha dos riscos (LEVESON, 2015).	Desenvolver modelos de gestão de segurança que considerem os comportamentos inseguros dos trabalhadores (LI *et al.*,2015).
	Os modelos de gestão de segurança objetivam fornecer informações confiáveis e consistentes sobre as incertezas dos tomadores de decisão (ILBAHAR *et al.*, 2018).	Construir modelos de gestão de segurança que tenham em conta os fatores tangíveis e intangíveis potenciais de risco (LI *et al.*,2015).
	Observa-se que há um aumento gradual nos desenvolvimentos de modelos de segurança quantitativos e híbridos com o tempo (KHAN; RATHNAYAKA; AHMED, 2015).	Construir modelos de gestão de segurança específicos ao ambiente e aos atores do ambiente a ser monitorado quanto a possível ocorrência de acidentes de trabalho. (CHENG; RYAN; KELLY, 2012).

Fonte: Autor (2020).

As informações do Quadro 33 com a síntese dos resultados relevantes (o que já conhecemos) e os *gaps* de pesquisa (o que falta conhecer) das publicações que compõem o Portfólio Bibliográfico podem ajudar a identificar as características das produções científicas e contribuir para formação de redes de autores que se interessam e pesquisam sobre o tema gestão de riscos de acidentes de trabalho, além disso, direcionar e dar suporte a novas pesquisas na área.

4.2 CONSTRUÇÃO DO MODELO PARA APOIAR GESTÃO DE RISCOS DE ACIDENTES DE TRABALHO EM UMA INDÚSTRIA DE CONSTRUÇÃO DE PRÉ-FABRICADOS EM CONCRETO

Nesta seção será descrita a operacionalização das três fases da MCDA-C, quando da construção do modelo multicritério construtivista de apoio à gestão de riscos de acidentes de

trabalho em uma indústria de construção de pré-fabricados em concreto. A escolha da metodologia se deve a sua vocação para lidar de forma singular com problemas que demandam estruturação, avaliação e recomendação para monitorar e aperfeiçoar ambientes decisórios (BANA e COSTA *et al*., 1999; RITTEL; WEBBER, 1973).

4.2.1 Fase de estruturação

4.2.1.1 Contextualização

A contextualização é a primeira etapa do processo de modelagem de ambientes decisionais quando se deseja; apoiar a gestão; pesquisar para melhorar o conhecimento científico; ou simplesmente praticar. A contextualização para problemas que demandam Estruturação é composta pelas atividades: (i) descrição do ambiente decisional; (ii) definição da metodologia/abordagem mais apropriada para a modelagem; (iii) identificação dos atores; (iv) identificação do problema: definir o rótulo e estabelecer um sumário respondendo às perguntas: qual é o problema; porque o problema é importante; qual o objetivo da pesquisa; justificar a adequacidade da metodologia/abordagem; o que espera alcançar ao final da pesquisa e (v) considerações finais quanto a contextualização.

4.2.1.1.1 Descrição do ambiente decisional

A construção civil é uma das atividades econômicas mais importantes para o desenvolvimento do país, pois está associada desde a promoção do bem-estar das pessoas por meio de moradias, ao crescimento do setor industrial mediante as novas edificações até ao progresso de cidades através da infraestrutura urbana.

Nas últimas décadas, sua taxa de crescimento tem variado principalmente em função da taxa de emprego e da disponibilização de financiamentos subsidiados. Por serem um setor que tradicionalmente demandam baixos recursos em imobilizações e mão de obra com baixa qualificação, em momentos de reduzidas oportunidades de negócios, como as ocorridas nas duas décadas deste milênio, muitos investidores centraram suas atenções neste segmento.

O incremento desordenado da oferta de construções suscitou uma concorrência desenfreada entre as empresas, fazendo-as repensar seu negócio e buscar formas inovadoras de competir. Dentre as soluções encontradas, situam-se aquelas com potencial em produzir a partir de projetos previamente elaborados, que permitam com agilidade, uniformidade, e padrões de

qualidade reconhecidos, a realização de construções sustentáveis. E dentre estes, se encontra a indústria da construção de pré-fabricados em concreto, a qual busca produzir com referenciais de qualidade laboral, equiparado aos melhores internacionais.

Mesmo reconhecendo que cada construção é única e, portanto, difícil de normatizar os procedimentos para produção das peças pré-fabricados em concreto, quando de seu planejamento se buscará assegurar que a saúde dos trabalhadores seja priorizada. Tendo em vista garantir um diferencial competitivo também neste processo de gestão, para a construção do modelo, será utilizado uma abordagem construtivista, que por um lado tenham em conta as singularidades do ambiente de trabalho e de outro os valores, preferências e motivações do gestor para assegurar a legitimidade e o seu comprometimento.

Para este contexto, propomos desenvolver pesquisa para a construção de um modelo para apoiar a gestão de riscos de acidentes de trabalho em uma indústria de construção de pré-fabricados em concreto.

4.2.1.1.2 Definição da metodologia/abordagem mais apropriada para a modelagem

O contexto envolve uma situação complexa, com elevado número de objetivos com propósitos conflitantes, parcialmente definidos, onde o decisor deseja expandir seu entendimento sobre como suas decisões afetam seus valores e motivações, e que o modelo esteja alinhado com sua percepção do contexto.

A partir destas informações, necessitamos selecionar a metodologia/ abordagem que melhor atenda às particularidades do contexto e aos fundamentos científicos. Uma vez que o que se deseja é a construção de um ‘modelo’ é oportuno esclarecer que para efeito desta pesquisa será utilizado o entendimento proposto por Roy (1993): “Um modelo é um esquema que para certa família de questões, é considerado como uma representação de uma classe de fenômenos que um observador, mais ou menos cuidadosamente, extrai do ambiente decisional para ajudar em uma investigação e para facilitar a comunicação” (ROY, 1993). Também é importante ter em mente que o que se deseja é um modelo que ajude ao decisor a entender e refletir sobre um dado contexto segundo seus valores e preferências.

Régnier (1966) caracteriza este entendimento quando afirma: “Dado que, por um lado, o objeto abstrato é inteiramente constituído por sua definição e que, por outro lado, o objeto concreto não pode ser exaustivamente descrito, pode-se dizer que: um objeto abstrato é o modelo de um objeto concreto quando a definição do primeiro é aceita por aquele a quem o modelo se destina, como uma representação do segundo. ” (RÉGNIER, 1966). Com esta visão

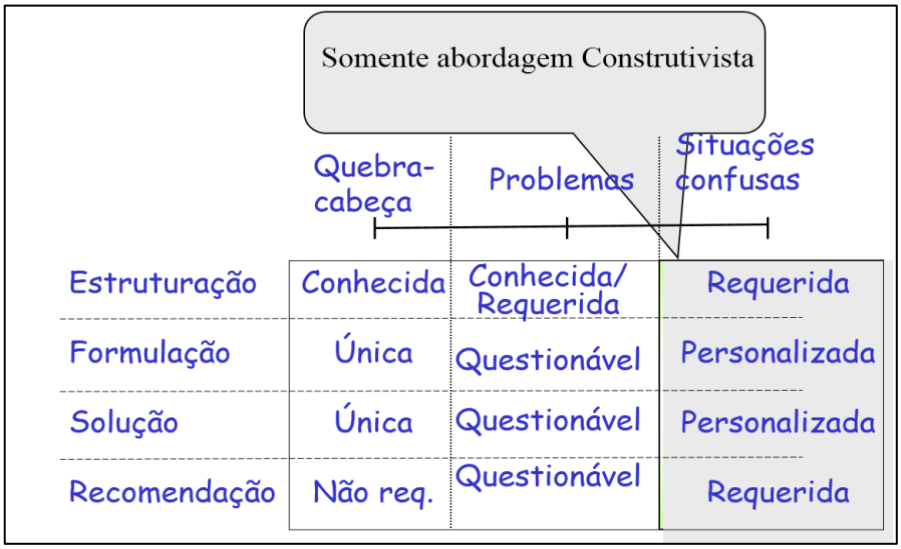
de mundo é que desejamos identificar a metodologia/abordagem que permita ao gestor construir o conhecimento requerido para lidar com seu ambiente decisional.

Segundo Rittel e Webber (1973) as etapas dos processos de modelagem de contextos decisórios são: (i) Estruturação (Qual é o problema); (ii) Formulação (Modelar o problema); (iii) Avaliação (Mensurar as consequências) e (iv) Recomendações (Monitorar e gerar ações). E conforme estes mesmos autores os tipos de problemas podem ser classificados em: (i) Quebra-cabeça (Puzzle); (ii) Problemas; e (iii) Situações Complexas e Confusas. Por sua vez Roy (1993) informa que as abordagens para lidar com a modelagem de tais contextos são: (i) Normativista; (ii) Descritivista; (iii) Prescretivista e (iv) Construtivista. As duas primeiras, dados suas semelhanças são denominadas Realistas, e as duas últimas Construtivistas.

Ainda segundo Rittel e Webber (1973) as: etapas dos Processos de modelagem, e os tipos de problemas, e as metodologias/abordagens, podem ser colocados em uma representação matricial com a evidenciação da metodologia/abordagem para cada tipo de problema.

A partir deste entendimento, a escolha da metodologia/abordagem mais apropriada se restringe ao enquadramento do tipo de problema. Uma vez que o contexto para o qual nos propomos construir o modelo para apoiar ao gestor se enquadra no de ‘Situações Confusas’ a metodologia/abordagem recomendada é a Construtivista, conforme pode ser observado na Figura 59.

Figura 59 - Agrupamento dos fatores delimitadores da escolha da metodologia / abordagem mais apropriada em contextos sociais.



Fonte: Ensslin (2019).

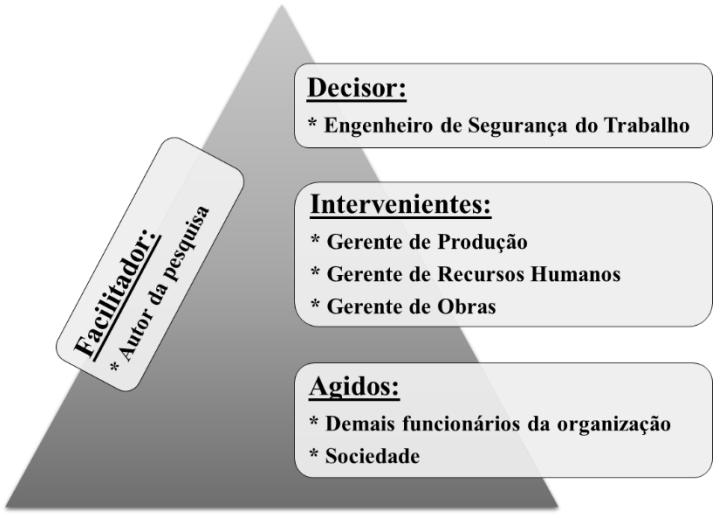
4.2.1.1.3 Identificação dos atores

Por se tratar de uma metodologia construtivista, o modelo será construído segundo a percepção de um conjunto de atores. Dentre os *stakeholders,* destaca-se o ator principal, o decisor, responsável pelos efeitos das decisões a serem tomadas com o apoio do modelo, nesse contexto, sua função é de Engenheiro de Segurança do Trabalho, dentre suas atribuições, preocupa-se em garantir que todos os procedimentos de tarefas, as normas técnicas, sejam cumpridos de modo a promover a saúde e segurança dos trabalhadores na realização de suas funções.

Como intervenientes, que interagem e são afetados diretamente com o problema, visto que seus resultados são influenciados pelo desempenho de pessoas, têm-se os gestores de produção, recursos humanos e obras. A gerência de produção é responsável pela garantia do desempenho, além de assegurar as metas de produção dentro dos padrões estabelecidos de qualidade, quantidade, custos e prazos. Já a gerência de recursos humanos cabe à gestão de pessoas de modo a desenvolver os talentos dentro da organização, mantendo a equipe coesa e competente para atender a demanda da empresa. Já, o gerente de obras, responsável pela etapa final do processo onde são realizadas as construções com as montagens de peças pré-fabricadas em concreto.

Como agidos, os demais funcionários da empresa e a sociedade de maneira geral. Estes são influenciados e suportam inertes os resultados das consequências das decisões. O facilitador, o autor da pesquisa, encarregado no desenvolvimento e disseminação do conhecimento ao decisor. A Figura 60 demonstram os *stakeholders* envolvidos no processo

Figura 60 - Stakeholders envolvidos no processo



Fonte: Autor (2019).

4.2.1.1.4 Identificação do problema

Por se tratar de uma pesquisa que segue o protocolo Construtivista, a modelagem é realizada a partir da percepção dos atores, mais especificamente do decisor. Foram realizadas entrevistas com o decisor e após várias tentativas este concluiu que o rótulo mais apropriado seria: construção de modelo para apoiar a gestão de riscos de acidentes de trabalho em uma indústria de construção de pré-fabricados em concreto.

Uma vez estabelecido o rótulo continuou-se o processo de entrevista com os atores e particularmente como decisor e a partir destas iterações foi possível responder as questões: (i) qual é o problema; (ii) porque o problema é importante; (iii) qual o objetivo da pesquisa; (iv) justificar a adequação da metodologia/abordagem e (v) o que espera alcançar ao final da pesquisa, conforme a seguir.

A crescente competição entre as empresas de construção civil de pré-fabricados tem direcionado estas a buscarem diferenciais competitivos na inovação. Pesquisas de mercado realizado por uma destas empresas apontaram que dentre as expectativas de seus clientes potenciais se encontram: projetos personalizados; agilidade na entrega; qualidade garantida por longos prazos; estética diferencial; sustentabilidade social e ambiental; custos equivalentes aos praticados no mercado; dentre outros.

O presente trabalho se propõe a contribuir no tema sustentabilidade social e neste a gestão de riscos de acidentes de trabalho. Os métodos utilizados no desenvolvimento da construção de pré-fabricados em concreto, mesmo sendo em grande parte, processos repetitivos, por razões históricas, não foram planejados com foco em assegurar a segurança e saúde dos trabalhadores. Este contexto predispõe a sociedade a enquadrar esta empresa no rol dos números da construção civil geral. O objetivo do presente trabalho é construir um modelo para apoiar a gestão de riscos de acidentes de trabalho em uma indústria de construção de pré-fabricados em concreto.

Uma vez que a metodologia/abordagem recomendada é Construtivista selecionou-se a Metodologia Multicritério em Apoio à Decisão Construtivista – MCDA-C como o instrumento para apoiar o processo de construção do modelo uma vez que é a metodologia/abordagem que foi desenvolvida especificamente para lidar com estes ambientes decisionais e a com maior número de aplicações para modelagens construtivistas, e que reconhece as particularidades do contexto como apresentado por Landry (1995), e que reconhece que quem legitima a adequacidade do modelo é o decisor como destacado por Régnier, (1966). O Quadro 34 - Composição das Abordagens e seus usos/aplicações tendo em vista identificar sua harmonia,

tendo em vista que a metodologia/abordagem a ser utilizada é a Construtivista e que o modelo se destina a apoiar um processo decisório específico confirma que existe harmonia entre a abordagem/metodologia e seu uso.

Quadro 34 - Composição das abordagens e seus usos/ aplicações tendo em vista identificar sua harmonia

	Modelo / Dados	Uso / Aplicação	Harmonia
A	**Realista** Normativista ou Descretivista	Genérico	SIM
B		Específico	NÃO
C	Prescretivista Ou Construtivista	Genérico	NÃO
D		Específico	SIM

Fonte: Ensslin (2019).

E por fim, o trabalho permitirá conhecer e mensurar os aspectos julgados pelo engenheiro de segurança do trabalho da unidade fabril como essenciais a gestão de riscos de acidentes de trabalho e visualizar o perfil da situação atual, evidenciando seus pontos fortes e fracos e ter processo para identificar oportunidades de melhoria.

4.2.1.1.5 Considerações finais quanto a contextualização

A figura 1 como proposta por Rittel e Webber (1973) evidencia que os problemas das áreas das ciências exatas, por ele classificados como ‘quebra-cabeça (*puzzle*) ‘ não necessitam da fase de Estruturação e Contextualização uma vez que são autoexplicativos e todos os percebem e consideram da mesma forma. Já para os problemas enquadrados como ‘situações confusa’ a Estruturação é segundo Rittel e Webber (1973), Roy (1993), Landry (1995) a forma que melhor reconhece que a ênfase, na ontologia (medida como um meio de saber como é a realidade) é substituída pela ênfase na epistemologia (medida como um meio de adquirir e consistentemente expressar a informação sobre a realidade) e assim o caminho do Construtivismo é o indicado. (MICHELI; MARI, 2014).

Uma vez reconhecido o problema e estabelecida a metodologia/abordagem a ser utilizada para a modelagem pode-se iniciar sua construção. Destaque-se que o termo construção aqui utilizado reflete sua particularidade de singularidade uma vez que os modelos nas ciências sociais não preexistem cada um é construído singularmente.

4.2.1.2 Família de Ponto de Vista

Estruturar um problema significa formatá-lo para permitir a compreensão dos aspectos considerados como essenciais para avaliar ações potenciais dentre elas a situação atual. Uma vez contextualizado, a MCDA-C sugere como forma para continuar o processo de construção do conhecimento o modelo de agregação aditivo, assim, devemos partir para a construção de uma Árvore de Pontos de Vista. Para tal, precisamos antes conceituar o que entendemos por: Árvore de Pontos de Vista- APV ou Estrutura Hierárquica de Valor – EHV; Ponto de Vista-PV; Ponto de Vista Fundamental – PVF; e Família de Pontos de Vista Fundamental - FPVF. (BANA E COSTA, 1992; ENSSLIN; MONTIBELLER NETO; NORONHA, 2001).

(i) Árvore de Pontos de Vista - APV é uma estrutura arborescente hierarquizada de informações que parte dos conceitos mais abrangentes para os conceitos mais operacionais segundo uma estrutura *top-down* e que utiliza a metáfora de uma árvore para melhor clarificar o conceito fundamental a estruturar.

(ii) Um Ponto de vista - PV é a representação de um valor, considerado pelos atores como suficientemente importante para ser considerado explicitamente no processo de avaliação, ou seja, um aspecto que o decisor julga que deva fazer parte do modelo.

(iii) Um Ponto de Vista Fundamental - PVF é um fim em si próprio, abrangente, estratégico e, portanto, reflete um valor que os atores consideram como imprescindível para avaliar ações do ambiente decisional.

(iv) Família de Pontos de Vista Fundamentais - FPVF é o conjunto de pontos de vista que atendem as propriedades de: consensualidade; inteligibilidade; concisão; exaustividade; monotonicidade; e não redundância. (BANA E COSTA 1992, ENSSLIN; MONTIBELLER NETO; NORONHA, 2001). Em termos práticos,

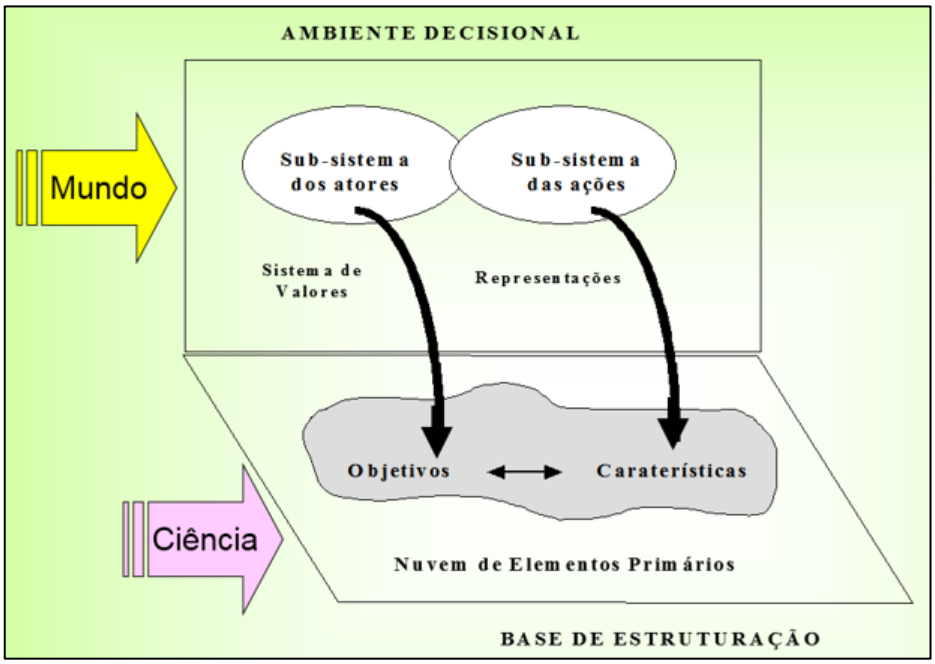
> é um conjunto de aspectos chaves consideradas pelo decisor que mantem as características de suficiência e necessidade e também, possuem uma série de características operacionais que seja mensurável.

A construção da FPVF na metodologia MCDA-C é realizada pelas atividades: (i) Determinação dos Elementos Primários de Avaliação - EPAs; (ii) Construção dos conceitos orientados para a ação; (iii) Agrupamento dos conceitos por área de preocupação; (iv) Construção do conceito cabeça de cada área de preocupação; (v) Teste de atendimento as propriedades da FPVF.

4.2.1.2.1 Determinação dos Elementos Primários de Avaliação - EPAs

Os Elementos Primários de Avaliação - EPAs podem ser definidos como todo e qualquer aspecto da realidade decisional percebido pelos atores como importante para avaliação de ações, eles podem ser: características das ações; valores dos atores; ou ambos. (BANA E COSTA, 1992). Na Figura 61 representa uma definição de problema e de como o decisor percebe e o interpreta no contexto decisório.

Figura 61 - Definição do Problema e percepção do decisor



Fonte: Bana e Costa (1992).

A determinação dos EPAs é realizada imediatamente depois de concluída a etapa de contextualização por meio de entrevistas semiestruturadas. O processo de entrevistas consiste em solicitar ao decisor que fale abertamente sobre o contexto. À medida que o decisor fala, o facilitador extrai e anota aqueles aspectos que segundo seu entender são: características do ambiente decisional, ou valores do decisor, ou ambos. Tendo em vista a dificuldade do decisor em reconhecer o que falar, recomenda-se ao facilitador preparar uma série de questões abertas para orientar o decisor em sua reflexão. O Quadro 35 apresenta as questões utilizadas para ajudar ao decisor em sua explanação.

Foram realizadas quatro (4) reuniões junto ao decisor com duração de cada encontro de aproximadamente 60 minutos. O decisor era questionado no âmbito do problema a ser avaliado, explorando o tema e esclarecendo suas preocupações de maneira aberta.

Quadro 35 - Roteiro de questões para apoiar as entrevistas a partir das quais emergirão os elementos primários de avaliação - EPAs

#	**Roteiro de questões para determinação dos EPAs**
01	Fale sobre a Política de Segurança do Trabalho?
02	Fale-me da Importância da Política de Segurança do Trabalho?
03	Fale-me da postura da Liderança quanto a Segurança do Trabalho?
04	Fale-me da postura dos funcionários quanto a Segurança do Trabalho?
05	Fale-me a respeito dos Programas de Segurança do Trabalho e sua aplicação?
06	Como você avalia o SESMT?
07	Como você avalia a CIPA?
08	Como avalia os resultados da Segurança do Trabalho?
09	Fale-me a respeito de Condições Inseguras?
10	Fale-me sobre os Atos Inseguros?
11	Fale-me da importância da documentação legal da Segurança do Trabalho?
12	Fale-me sobre a Avaliação de Riscos na empresa?
13	Fale-me sobre as Condições de Meio Ambiente do Trabalho?

14	Fale-me sobre suas preocupações referentes a Máquinas e Equipamentos no que se refere a Segurança do Trabalho?
15	Fale-me sobre suas preocupações referente as Condições de Materiais no que se refere a Segurança do trabalho?
16	Fale-me sobre como são os Procedimentos de Execução de Tarefas?
17	Fale-me como são os Procedimentos de Segurança do Trabalho?
18	Fale-me como avalia a satisfação dos funcionários com o trabalho?
19	Fale-me a respeito da qualificação e competências dos funcionários?
20	O que pode ser feito para melhorar a Gestão de Riscos de Acidentes de Trabalho na Empresa?

Fonte: Autor (2019).

A partir destas quatro (4) entrevistas emergiram 88 Elementos Primários de Avaliação-EPAs, conforme demonstrado no Quadro 38 – Elementos Primários de Avaliação-EPAs que está apresentado no Apêndice A. O Os 12 primeiros EPAs identificados estão ilustrados no Quadro 3 – Relação dos 12 primeiros EPAs identificados.

Quadro 36 - Relação dos 12 primeiros EPAs identificados

#	**Elemento Primário de Avaliação - EPA**
01	Política de Segurança do Trabalho
02	Definição de Valores de Segurança do Trabalho
03	Engajamento da Direção com a Segurança do Trabalho
04	Engajamento da Gerência com a Segurança do Trabalho
05	Engajamento dos Líderes Operacionais com a Segurança do Trabalho
06	Engajamento dos funcionários com a Segurança do Trabalho
07	Satisfação e motivação do funcionário com o trabalho
08	Confiança dos funcionários nas atividades e rotinas do trabalho
09	Pressão de trabalho exercida pela Liderança
10	Fadiga e cansaço durante a jornada de trabalho

11	PPRA - Programas de Prevenção de Riscos Ambientais
12	PCMSO - Programa de Controle Médico e Saúde Ocupacional

Fonte: Autor (2019).

4.2.1.2.2 Construção dos conceitos orientados para ação

A construção do conceito é desenvolvida com a finalidade de ampliar e externalizar o entendimento subjacente do decisor a respeito do EPA, sendo necessário registrar sua compreensão. Tal conceito, orientado e caracterizado como ação, deve ser apresentado iniciando com o verbo no infinitivo. Para melhor entendimento, faz-se necessário complementá-los apresentado também o seu polo psicológico oposto, que irá refletir a ideia, a preocupação que o decisor almeja evitar (ENSSLIN, 2019).

Os conceitos representam o objetivo do decisor associado a cada EPA, demonstrando o sentido de preferência (polo presente) e o polo psicológico oposto, ou seja, o desempenho que o decisor deseja evitar em relação ao objetivo (LACERDA; ENSSLIN; ENSSLIN, 2011). Ao construir o conceito, deve-se assegurar que este apresente, ou no polo presente ou no polo psicológico oposto, o fim subjacente ao objetivo que representa. Assim, durante a fala do decisor o facilitador necessita explorar quando da construção do conceito qual o fim que o mesmo se propõe representar. Recomenda-se também que os conceitos informem a preocupação a ele inerente e o façam em forma sucinta. Eden, Ackermann, (2006) recomenda que os conceitos tenham 12±3 palavras.

Para efeito deste trabalho os conceitos foram determinados da mesma maneira quanto aos EPAs, ou seja, através de entrevistas semiestruturadas com o decisor. Além de considerar os EPAs, deve-se em conjunto analisar o rótulo da pesquisa para que o decisor não desvie a reflexão sobre a contextualização do problema. Diante disso, os conceitos definidos no presente trabalho estão dispostos no Quadro 39 – Construção dos conceitos o qual está demonstrado no Apêndice B. Através do Quadro 4 verifica-se os conceitos construídos a partir dos 12 primeiros EPAs, onde as reticências (“...”) devem ser lidas como "é preferível a" ou "ao invés de".

Quadro 37 - Conceitos construídos a partir dos 12 primeiros EPAs

#	EPA	CONCEITO		
		POLO PRESENTE	**...**	**POLO PSICOLÓGICO OPOSTO**
01	Política de Segurança do Trabalho	Promover uma cultura prevencionista de Segurança do Trabalho eficaz em todos os níveis da empresa	•••	Ignorar e negligenciar aspectos de Segurança do Trabalho, aumentando os números de acidentes de trabalho
02	Definição de Valores de Segurança do Trabalho	Agir de forma comprometida em nossas crenças e valorizando as condições seguras de trabalho	•••	Agir de forma insegura, desconsiderando crenças, não valorizando as condições de seguras de trabalho
03	Engajamento da Direção com a Segurança do Trabalho	Nivelar os valores com a Gerência a respeito da Política de Segurança do Trabalho	•••	Gerar incertezas com a Gerência quanto a Política de Segurança do Trabalho
04	Engajamento da Gerência com a Segurança do Trabalho	Nivelar os valores com a Liderança Operacional a respeitos da Política de Segurança do Trabalho	•••	Gerar incertezas com a Liderança Operacional quanto a Política de Segurança do Trabalho
05	Engajamento dos Líderes Operacionais com a Segurança do Trabalho	Nivelar os valores com os funcionários operacionais a respeito da Política de Segurança do Trabalho	•••	Gerar incertezas com os funcionários operacionais quanto a Política de Segurança do Trabalho
06	Engajamento dos funcionários com a Segurança do Trabalho	Garantir que atividades operacionais sejam executadas conforme crenças e valores de Segurança do Trabalho	•••	Ocorrer acidentes de trabalho devido a não valorização dos aspectos de Segurança do Trabalho
07	Satisfação e motivação do funcionário com o trabalho	Gerar um ambiente de satisfação, minimizando influências externas no risco de acidentes de trabalho	•••	Gerar ambiente desconfortável, maximizando influências externas no risco de acidentes de trabalho
08	Confiança dos funcionários nas atividades e rotinas do trabalho	Ter maior assertividade no exercício das atividades pelos funcionários	•••	Reduzir a percepção do risco de acidentes de trabalho na execução das atividades
09	Pressão de trabalho exercida pela Liderança	Aumentar o desempenho dos funcionários no exercício das atividades	•••	Reduzir a percepção do risco de acidentes de trabalho na execução das atividades
10	Fadiga e cansaço durante a jornada de trabalho	Reorganizar as tarefas diárias adaptando melhores condições de trabalho	•••	Aumentar o potencial de acidentes de trabalho devido a condição física / mental do funcionário.
11	PPRA - Programas de Prevenção de Riscos Ambientais	Possuir um programa eficiente que considere a realidade e condições da empresa	•••	Gerar informações desnecessárias, tirando o foco dos riscos de acidentes de trabalho
12	PCMSO - Programa de Controle Médico e Saúde Ocupacional	Garantir o monitoramento da Saúde Ocupacional dos funcionários	•••	Aumentar o risco de doenças ocupacionais nos funcionários

Fonte: Autor (2019).

A definição dos conceitos pode acabar atendendo também alguns dos valores estabelecidos oficialmente pela organização mais do que, propriamente, ao pensamento do decisor. Mesmo reconhecendo esta situação, o facilitador considerará tais inclusões como o reconhecimento por parte do decisor que a organização é um interveniente que o decisor deseja sempre que possível, também contemplar, portanto, faz parte do conjunto de valores do decisor para o ambiente decisional. Dentro de uma abordagem construtivista, o próprio processo de

aprendizagem levará o decisor a compreender como os componentes políticos influenciam no modelo que está sendo construído (ENSSLIN; MONTIBELLER NETO; NORONHA, 2001).

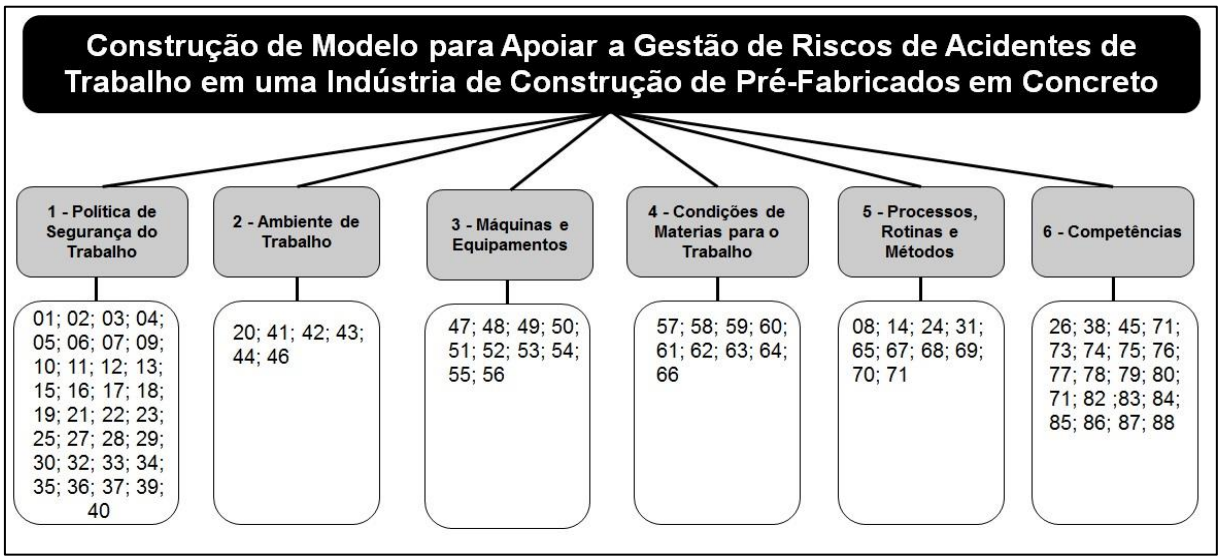
4.2.1.2.3 Agrupamento dos conceitos por área de preocupação

As ideias desenvolvidas para elaboração dos EPAs e dos conceitos foram construídas de forma dispersa, sem preocupação com a confluência para um objetivo singular. Isso fez com que os conceitos fossem apresentados em uma ordem não definida, totalmente aleatória. Deseja-se que na construção da Família de Pontos de Vista Fundamentais - FPVF, tais conceitos sejam agrupados para expressar e consolidar a identificação de áreas de conhecimento que irão representar aquilo que o decisor julga como um fim necessárrio e assim, ser incorporado na construção do modelo (ENSSLIN, 2019).

A partir do entendimento gerado pela contextualização, notadamente o rótulo e o sumário agora incrementados pelos conceitos, o facilitador em conjunto com o decisor identificam as Áreas de Preocupação que congreguem todas as preocupações e motivações presentes no contexto decisional em uma estratégia de ação '*top down*'. (ENSSLIN, 2019). Nesta etapa foram identificadas as Áreas de Preocupação: 1 - Políticas de Segurança do Trabalho, 2 - Ambiente de Trabalho, 3 - Máquinas e Equipamentos, 4 - Condições de Materiais para o Trabalho, 5 - Processos, Rotinas e Métodos, 6 - Competências. A seguir, o facilitador em uma estratégia de ação '*down up*' classifica os conceitos nas Áreas de Preocupação e solicita ao decisor que a legítima. É um momento de ajustes e testes. Se algum conceito não se enquadrar nas Áreas de Preocupação iniciais, o facilitador instiga ao decisor a refletir sobre a necessidade de adicionar uma nova Área de Preocupação, ou a remover o conceito por não pertencer ao ambiente decisional. Se por outro lado, tiver alguma Área de Preocupação sem conceitos, o facilitador instiga ao decisor a refletir sobre a necessidade de remover esta Área de Preocupação ou gerar conceitos a ela associados. (ENSSLIN; MONTIBELLER NETO; NORONHA, 2001).

Uma vez passados pelos ajustes, estas Áreas de Preocupação passarão pelo teste de necessidade (não pode ser removida) e suficiência (não falta nenhuma). Ao final do processo, têm-se uma Árvore de Valor, conforme apresentado na Figura 62.

Figura 62 - Árvore de Valor



Fonte: Autor (2019).

A Árvore de Valor representa o conjunto de fatores que o decisor considera estrategicamente essenciais (necessários e suficientes) para avaliar ações no contexto de Apoiar a Gestão de Riscos de Acidentes de Trabalho em uma Indústria de Construção de Pré-Fabricados em Concreto. O próximo passo consiste em esclarecer o entendimento de cada Área de preocupação.

4.2.1.2.4 Construção do conceito cabeça de cada área de preocupação

Uma vez agrupadas os conceitos por áreas de preocupação, a próxima etapa para construção do conhecimento corresponde ao esclarecimento do entendimento destas áreas. Essa compreensão é alcançada pela construção de um conceito que represente todos os conceitos associados a mesma. Destaca-se, como os demais conceitos, este será construído atribuindo um polo presente e um polo psicológico oposto, respeitando a ideia que cada polo deverá ser objetivo e que, pelos menos um deles identifique e constate o fim que se destina. Entretanto, visto a multiplicidade de aspectos inerentes a estes pontos de vista, usualmente será expressa onde for mais abrangente a contribuição desta área de conhecimento naquilo que o decisor julgue como valioso (ENSLLIN, 2019). Para efeito deste trabalho, analisaram-se as áreas de preocupação colocando todos os conceitos e feito as suas agregações, conforme Figura 63 – Construção do Conceito Cabeça para a Área de Preocupação 1 - Política de Segurança do Trabalho.

Figura 63 - Construção do Conceito Cabeça para a Área de Preocupação 1 - Política de Segurança do Trabalho

Construção de Modelo para Apoiar a Gestão de Riscos de Acidentes de Trabalho em uma Indústria de Construção de Pré-Fabricados em Concreto

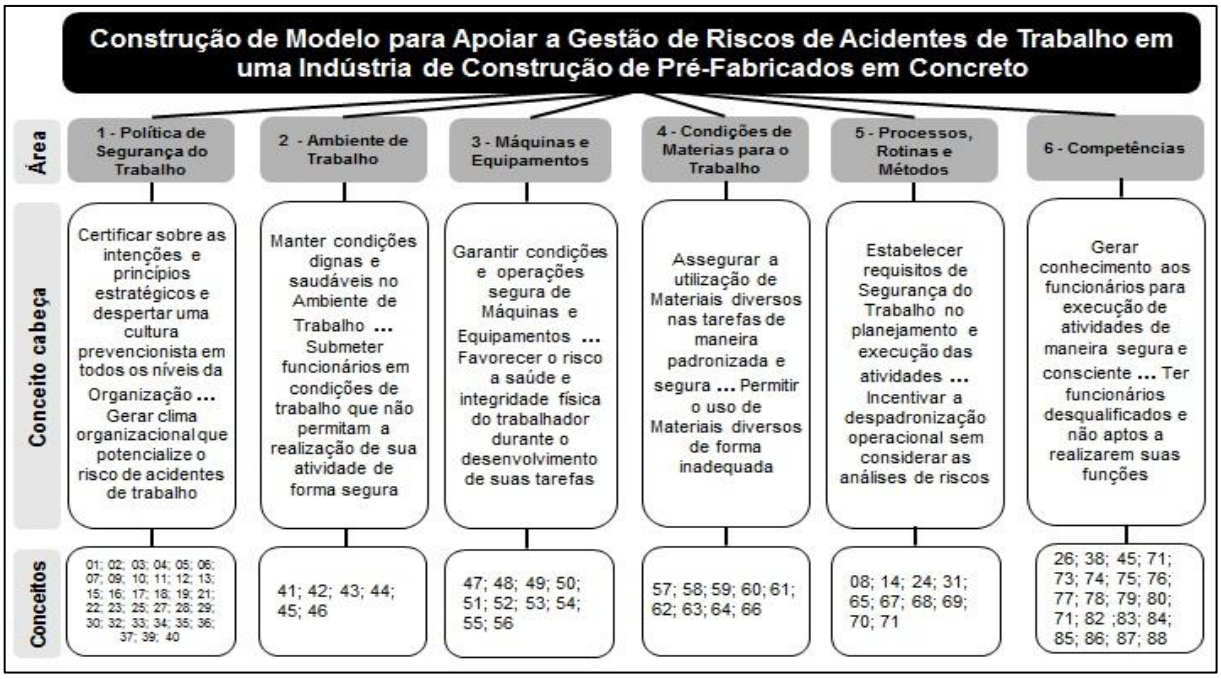
Área	1 - Política de Segurança do Trabalho		
Preocupação	Certificar sobre as intenções e princípios estratégicos e despertar uma cultura prevencionista em todos os níveis da Organização ... Gerar clima organizacional que potencialize o risco de acidentes de trabalho		
Conceitos	01; 02; 03; 04; 05; 06; 07; 09; 10; 11; 12; 13; 15; 16; 17; 18; 19; 21; 22; 23; 25; 27; 28; 29; 30; 32; 33; 34; 35; 36; 37; 39; 40		
	01	Promover uma cultura prevencionista de Segurança do Trabalho eficaz em todos os níveis da empresa	Ignorar e negligenciar aspectos de Segurança do Trabalho, aumentando os números de acidentes de trabalho
	02	Agir de forma comprometida em nossas crenças e valorizando as condições seguras de trabalho	Agir de forma insegura, desconsiderando crenças, não valorizando as condições de seguras de trabalho
	03	Nivelar os valores com a Gerência a respeito da Política de Segurança do Trabalho	Gerar incertezas com a Gerência quanto a Política de Segurança do Trabalho
	04	Nivelar os valores com a Liderança Operacional a respeitos da Política de Segurança do Trabalho	Gerar incertezas com a Liderança Operacional quanto a Política de Segurança do Trabalho
	05	Nivelar os valores com os funcionários operacionais a respeito da Política de Segurança do Trabalho	Gerar incertezas com os funcionários operacionais quanto a Política de Segurança do Trabalho
	06	Garantir que atividades operacionais sejam executadas conforme crenças e valores de Segurança do Trabalho	Ocorrer acidentes de trabalho devido a não valorização dos aspectos de Segurança do Trabalho
	07	Ter maior assertividade no exercício das atividades pelos funcionários	Reduzir a percepção do risco de acidentes de trabalho na execução das atividades
Área	1 - Política de Segurança do Trabalho		
Preocupação	Certificar sobre as intenções e princípios estratégicos e despertar uma cultura prevencionista em todos os níveis da Organização ... Gerar clima organizacional que potencialize o risco de acidentes de trabalho		
Conceitos	01; 02; 03; 04; 05; 06; 07; 09; 10; 11; 12; 13; 15; 16; 17; 18; 19; 21; 22; 23; 25; 27; 28; 29; 30; 32; 33; 34; 35; 36; 37; 39; 40		
	09	Garantir o monitoramento da Saúde Ocupacional dos funcionários	Ignorar aspectos médicos de Saúde Ocupacional dos funcionários
	10	Ter a quantidade de profissionais conforme legislação NR 04 e garantia de assistência nas atividades	Não garantir a quantidade mínima de profissionais estando expostos a penalidades conforme legislação
	11	Garantir atendimento de sinistros e situações de emergência	Gerar caos no atendimento de sinistros e situações de emergência
	12	Envolver os funcionários através de representantes nas questões de Segurança do Trabalho	Desmotivar funcionários a não participarem de ações de questões de Segurança do Trabalho
	13	Dimensionar a CIPA, conforme legislação NR 05	Não garantir a quantidade mínima de profissionais, estando expostos a penalidades conforme legislação
	15	Promover ações através de membros da CIPA visando à prevenção de acidentes de trabalho	Desmotivar os funcionários quanto as atividades da CIPA
	16	Garantir que os ACA's sejam compatíveis com os níveis internacionais	Perder imagem (Status, Credibilidade) de excelência em segurança.
	17	Garantir que os ASA's sejam compatíveis com os níveis internacionais	Desmotivar os funcionários pelo descaso quanto a insegurança laboral

Área	1 - Política de Segurança do Trabalho		
Preocupação	Certificar sobre as intenções e princípios estratégicos e despertar uma cultura prevencionista em todos os níveis da Organização ... Gerar clima organizacional que potencialize o risco de acidentes de trabalho	18	Assegurar que todos os Quase-Acidentes sejam examinados e discutidos com equipes multidisciplinares	Deixar de valorizar a comunicação dos Quase-Acidentes
		19	Assegurar que todos os Atos Inseguros sejam examinados e discutidos com equipes multi-disciplinares	Deixar de valorizar a comunicação dos Atos Inseguros.
		21	Conhecer e monitorar Indicadores de TF - ACA, comparando aos níveis internacionais	Desconhecer situação real do Indicador TF - ACA, gerando vulnerabilidades em ações
		22	Conhecer e monitorar Indicadores de TF - ASA, comparando aos níveis internacionais	Desconhecer situação real do Indicador TF - ASA, gerando vulnerabilidades em ações
		23	Conhecer e monitorar Indicadores de TG, comparando aos níveis internacionais	Desconhecer situação real do Indicador TG, gerando vulnerabilidades em ações
		25	Avaliar e priorizar áreas de riscos de acidentes de trabalho	Perder o foco em ações de Segurança do Trabalho não prioritárias
Conceitos	01; 02; 03; 04; 05; 06; 07; 09; 10; 11; 12; 13; 15; 16; 17; 18; 19; 21; 22; 23; 25; 27; 28; 29; 30; 32; 33; 34; 35; 36; 37; 39; 40	27	Assegurar o cumprimento das ações geradas focadas em Segurança do Trabalho	Desorganização nas atividades propostas para Segurança do Trabalho
		28	Controlar os ASOs gerando histórico de Saúde Ocupacional dos funcionários	Ignorar a Saúde Ocupacional dos funcionários, expondo em riscos de acidentes de trabalho
Área	1 - Política de Segurança do Trabalho	29	Avaliar a atividade, identificar riscos e meios de prevenções de acidentes de trabalho	Desconhecer a atividade a ser executada, gerando risco de acidentes de trabalho
Preocupação	Certificar sobre as intenções e princípios estratégicos e despertar uma cultura prevencionista em todos os níveis da Organização ... Gerar clima organizacional que potencialize o risco de acidentes de trabalho	30	Autorizar atividades críticas verificando especificadamente seus riscos de acidentes de trabalho	Gerar a exposição a riscos críticos de acidente de trabalho desconhecidos
		32	Garantir que as ações estipuladas no PPRA sejam efetivadas	Desvalorizar ações geradas na execução do PPRA por profissionais da Segurança do Trabalho
		33	Conhecer os riscos de acidentes de trabalho de cada etapa da atividade	Ignorar os riscos de acidentes de trabalho de cada etapa da atividade
		34	Mensurar quantitativamente os riscos gerados em cada atividade	Desconhecer quantitativamente os riscos gerados em cada atividade
		35	Mensurar qualitativamente os riscos gerados em cada atividade	Desconhecer qualitativamente os riscos gerados em cada atividade
		36	Implementar medidas de controle a avaliação a exposição de riscos de acidentes de trabalho	Ignorar os riscos de acidentes de trabalho de cada etapa da atividade
		37	Avaliar sistematicamente os riscos de acidentes de trabalho	Perder controle dos riscos de acidentes de trabalho
Conceitos	01; 02; 03; 04; 05; 06; 07; 09; 10; 11; 12; 13; 15; 16; 17; 18; 19; 21; 22; 23; 25; 27; 28; 29; 30; 32; 33; 34; 35; 36; 37; 39; 40	39	Verificar e acompanhar a proporção de Treinamentos executados de Segurança do Trabalho na empresa	Desconhecer os níveis de Treinamentos em Segurança do Trabalho na empresa
		40	Sistematicamente premiar os setores e funcionários destacados na segurança	Perder imagem (Status, Credibilidade) de excelência em segurança

Fonte: Autor (2019).

As Figuras 132 a 137 que representam a construção do conceito cabeça para as demais áreas de preocupação do modelo estão apresentadas no Apêndice C. Este processo permite verificar o alinhamento dos conceitos ao conceito cabeça em cada área de preocupação. A árvore de valor geral com os conceitos cabeça está apresentada na Figura 64.

Figura 64 - Árvore de valor com os conceitos cabeça de cada área de preocupação



Fonte: Autor (2019).

A Figura 64 - Árvore de valor com os conceitos cabeça de cada área de preocupação, apresenta em forma gráfica a síntese do conhecimento construído até esta etapa para o problema. Uma vez que a MCDA-C se propõe a avaliar ações neste contexto é necessário fazer este conhecimento evoluir para uma Família de Pontos de Vista Fundamentais - FPVF.

4.2.1.2.5 Teste de atendimento as propriedades da FPVF

Conforme apresentado Família de Pontos de Vista Fundamentais - FPVF é o conjunto de pontos de vista que atendem as propriedades de: consensualidade; inteligibilidade; concisão; exaustividade; monotonicidade; e não redundância. (BANA E COSTA, 1992; ENSSLIN, MONTIBELLER NETO; NORONHA, 2001).

Nestes termos o primeiro passo a seguir é verificar se as áreas de preocupação atendem aos requisitos da FPVF. Um Ponto de Vista Fundamental – PVF representa um fim, isolável, inteligível que representa um valor relevante para o decisor no ambiente decisional. Uma vez que todo o processo de identificação e composição das áreas de preocupação atende a estes requisitos, podemos afirmar que cada Área e Preocupação correspondem a um candidato a Ponto de Vista Fundamental – PVF.

O Passo seguinte consiste em testar o conjunto de agora PVFs para saber se constituem uma FPVFs. Foram os mesmos testados quanto a: consensualidade; inteligibilidade; concisão; exaustividade; Monotonicidade; e não redundância (BANA E COSTA, 1992; ENSSLIN; MONTIBELLER NETO; NORONHA, 2001). Cada um dos requisitos foi testado quanto ao:

(i) Consensualidade, desejo do decisor em ter em conta este PVF presente no processo de avaliar ações no ambiente decisional;

(ii) Inteligibilidade, quanto a ter em conta propriedades do ambiente decisional que contribuíam para expressar valores, convicções e preferencias do decisor, a forma como foram construídos os EPAs e os conceitos assegura que sua contribuição representa aspectos da realidade julgados pelo decisor como importantes;

(iii) Concisão testa se o atual número de pontos de vista é o mínimo possível para representar os valores, convicções e preferencias do decisor, a forma *down up* como foi testado o conjunto de conceitos assegura seu alcance;

(iv) Exaustividade quando ao analisar um dado conjunto de Pontos de Vista Fundamentais se verifica que algum aspecto relevante não está sendo considerado no modelo, assegura a forma *top down* utilizada para a identificação das áreas de preocupação e o teste *down up* utilizado para alocar os conceitos atestam a não exaustividade da família de pontos de vista fundamentais considerada;

(v) Monotonicidade quando a atratividade de uma ação *a* for localmente igual a uma ação *b* em todos os PVFs a menos do PVF k quando a avaliação local de *a* é superior a *b*, se a ação *a* for então considerada globalmente mais atrativa que *b* teremos atendido o princípio da monotonicidade. A condição de não monotonicidade em modelos de Agregação a um Critério Único de Síntese é rara;

(vi) Não Redundância quando um Ponto de Vista Fundamental contém conceitos representando propriedades do contexto duplicados por impactarem em distintos

valores do decisor, a forma como foram alocados os conceitos nas Áreas de Preocupação impedem esta propriedade de ocorre.

Uma vez que as áreas de preocupação atenderam as propriedades da FPVF, podemos dizer que o conjunto é uma FPVFs, resta agora testar se cada área de preocupação ou candidato a PVF é um PVF. Segundo Bana e Costa (1992) para que uma área de preocupação possa ser um Ponto de Vista Fundamental deverá atender as propriedades de: essencial; controlável; completo; mensurável; operacional; isolável; não redundante; conciso e compreensível. Já, Ensslin, Montibeller Neto e Noronha (2001) definem tais propriedades como:

(i) Essencial: O PVF deve levar em conta os aspectos que sejam de fundamental importância aos decisores, segundo seus sistemas de valores.

(ii) Controlável: O PVF deve representar um aspecto que seja influenciado apenas pelas ações potenciais em questão.

(iii) Completo: O conjunto de PVFs deve incluir todos os aspectos considerados como fundamentais pelos decisores.

(iv) Mensurável: O PVF permite especificar, com a menor ambiguidade possível, a performance das ações potenciais, segundo os aspectos considerados fundamentais pelos decisores.

(v) Operacional: O PVF possibilita coletar as informações requeridas sobre a performance das ações potenciais, dentro do tempo disponível e com um esforço viável.

(vi) Isolável: O PVF permite a análise de um aspecto fundamental de forma independente com relação aos demais aspectos do conjunto.

(vii) Não redundante: O conjunto de PVFs não deve levar em conta o mesmo aspecto mais de uma vez.

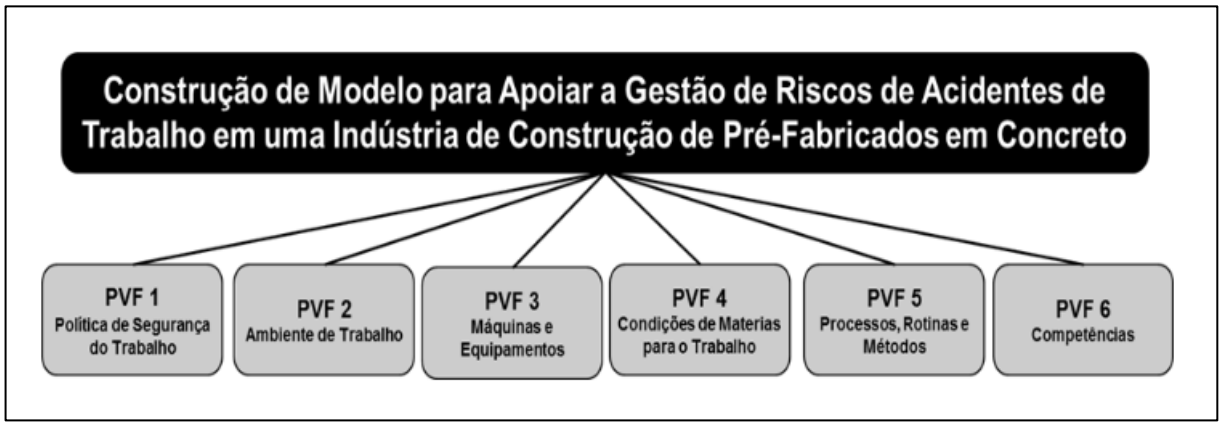
(viii) Conciso: O número de aspectos considerados pelo conjunto de PVFs deve ser o mínimo necessário para modelar de forma adequada, segundo a visão dos decisores, o problema.

(ix) Compreensível: O PVF deve ter seu significado claro para os decisores, permitindo a geração e comunicação de ideias.

Caso todas estas propriedades sejam atendidas, o conjunto de PVFs será considerado apto a constituir uma FPVF e, portanto, passível de ser avaliado por um modelo de agregação aditiva, mais especificamente por um modelo multicritério de agregação a um critério único de síntese. (ENSSLIN, 2019; ENSSLIN, MONTIBELLER NETO; NORONHA, 2001).

Assim, a estrutura de conhecimento pode evoluir para uma representação daquilo que é conhecida como Estrutura Hierárquica de Valor - EHV, representada na Figura 65 – Estrutura hierárquica de valor para o ambiente decisional estudado.

Figura 65 - Estrutura hierárquica de valor para o ambiente decisional estudado



Fonte: Autor (2019).

O modelo de Agregação Aditiva e mais especificamente o modelo multicritério de agregação a um critério único de síntese utilizado pela MCDA-C, com a representação apresentada na Figura 65 contém os aspectos considerados essências para a avaliação, mas estes não se encontram ainda operacionais, para isto, é necessário construir escalas que permitam identificar e hierarquizar os possíveis níveis de desempenho de cada um. Para operacionalizar precisamos construir escalas na MCDA-C denominadas Descritores. (ENSSLIN, 2019; ENSSLIN; MONTIBELLER NETO; NORONHA, 2001).

4.2.1.3 Construção dos descritores

Com base na Família de Pontos de Vista Fundamentais que esclarece a compreensão de quem são os Pontos de Vista Fundamentais – PVFs do contexto e quem são os conceitos que em primeiro momento lhe dão sentido na construção da árvore de decisões ou Estrutura Hierárquica de Valor – EHV, a metodologia MCDA-C propõe para continuidade do processo de desenvolvimento do conhecimento, a sua operacionalização (ENSSLIN, 2019).

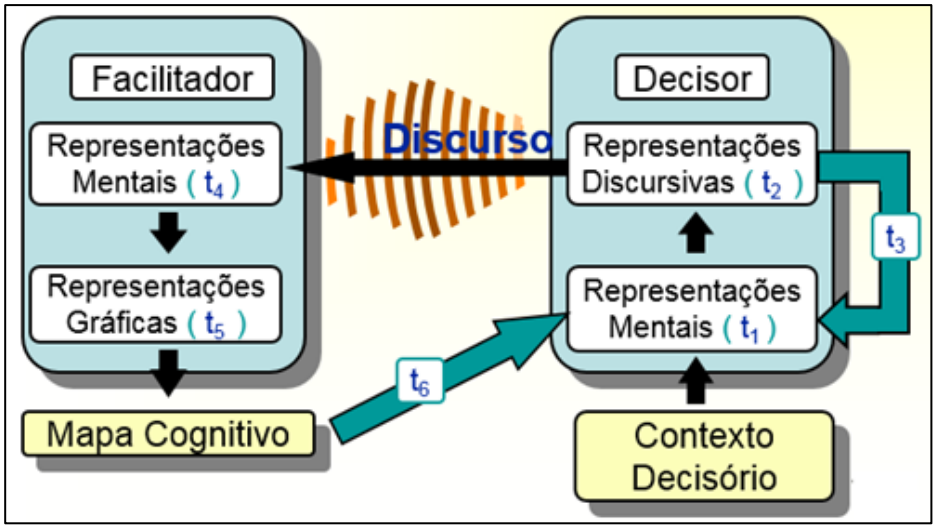
Trata-se inicialmente da construção de escalas ordinais que permitem a mensuração do desempenho das propriedades das ações potenciais do contexto e dentre estes a situação atual que operacionalizazam os objetivos estratégicos, segundo a percepcção do decisor (ENSSLIN, 2019). Para Silveira (2018), a operacionalização compreende na estimulação do processo de expansão do conhecimento do decisor por meio da construção de mapas meios-fins e transição para Estrutura Hierárquica de Valor – EHV, construção das escalas ordinais e seus níveis de referência, perfil de impacto da situação real e meta.

Para proceder esta etapa a MCDA-C sugere as seguintes atividades: (i) Mapas Cognitivos; (ii) Clusters e sub-clusters; (iii) Árvore de Valor com PVEs; (iv) Descritores; (v) Níveis de Referência e (vi) Perfil de Desempenho do SQ, (BANA E COSTA, 1992; ENSSLIN; MONTIBELLER NETO; NORONHA, 2001), que serão detalhadas adiante.

4.2.1.3.1 Mapas cognitivos

Inicialmente, ressalta-se reafirmar que para a visão construtivista adotada pela MCDA-C, os contextos são representações mentais que os atores realizam. Assim quando da gestão de um determinado ambiente o que se deseja é compreender como os atores e dentre estes mais especificamente o decisor o percebe (interpreta) o contexto. (ENSSLIN; MONTIBELLER NETO; NORONHA, 2001). Diante disso, um dos instrumentos utilizados para construir visibilidade dos contextos são os mapas cognitivos - MC. Segundo Cossette e Audet (1992), o mapa cognitivo pode ser definido como uma representação quadrupla, defasada no tempo, conforme ilustrado na Figura 66 - Esquema da articulação quando das entrevista no MC.

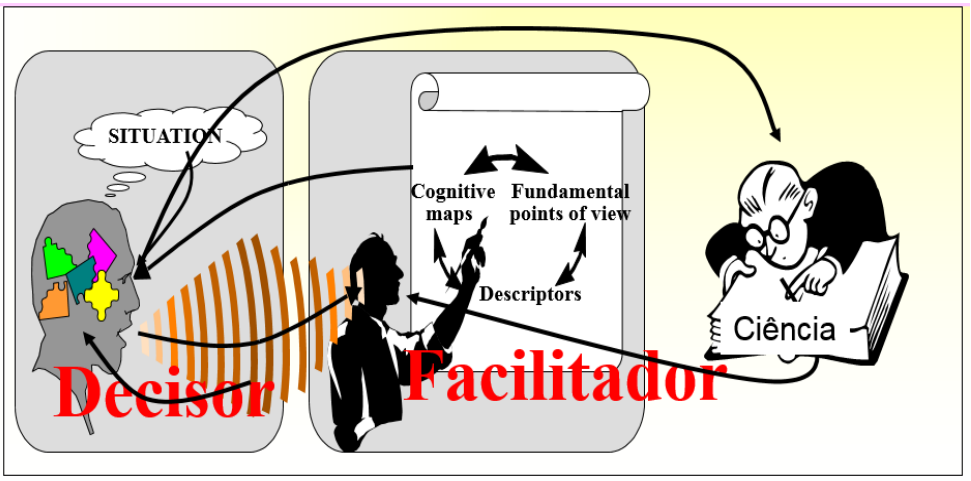
Figura 66 - esquema da articulação quando das entrevista no MC



Fonte: Eensslin; Montibeller Neto e Noronha (2001).

Um mapa cognitivo é uma representação gráfica de uma representação mental que o facilitador constrói a partir de uma representação discursiva formulada pelo decisor sobre um objeto específico (problema) (ENSSLIN; MONTIBELLER NETO; NORONHA, 2001), conforme demonstrado na Figura 67 - Fontes dos dados para construção dos MC.

Figura 67 - Fontes dos dados para construção dos MC

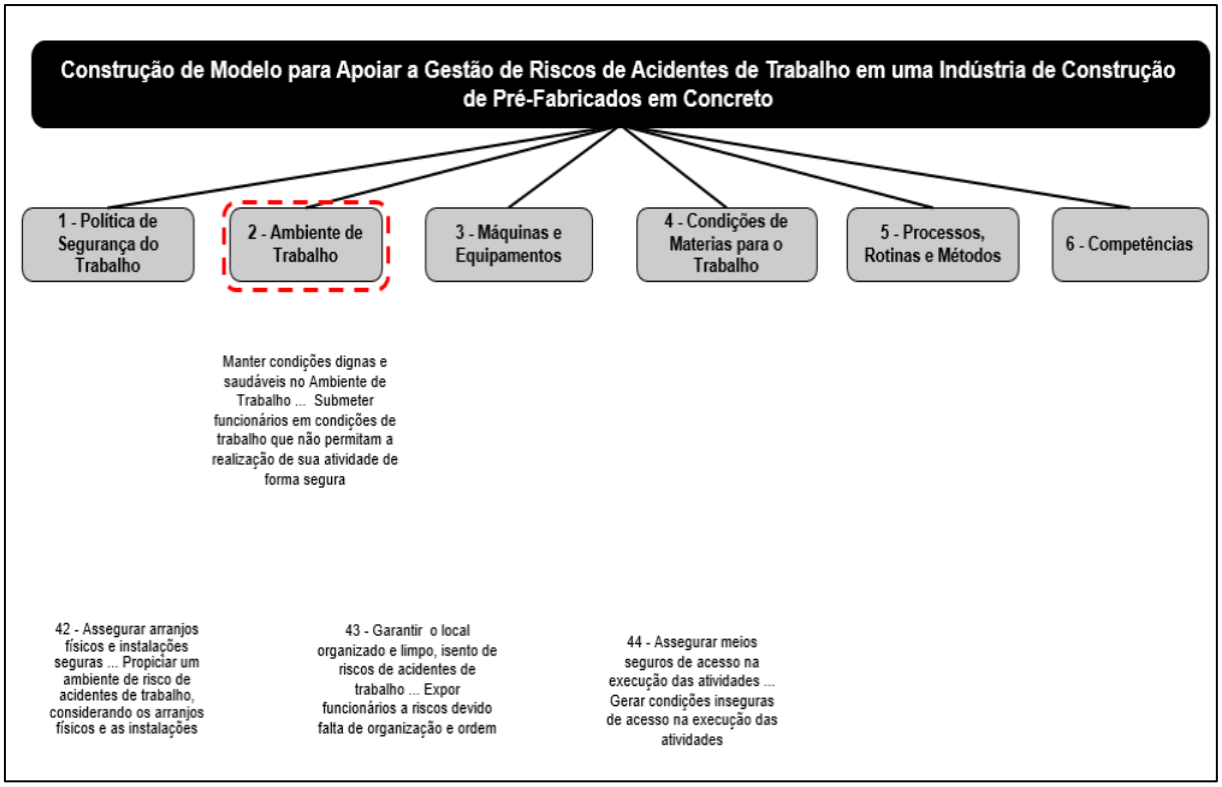


Fonte: Ensslin (2019).

Os mapas cognitivos são um dispositivo para reflexão e análise do contexto visando organizar e desenvolver o entendimento do decisor sobre o problema. Podem ser elaboarados com todos os conceitos simultaneamente ou em forma segregada por PVF. Quando da

construção do mapa cognitivo, com o propósito de manter a centralidade do foco, o facilitador deverá estruturar em uma folha de papel o Rótulo do problema, a Estrutura Hierárquica de Valor e os conceitos. A proxima etapa deverá ser a organização dos conceitos, dispondo-os em forma cartesiana de maneira que os com a mesma preocupação situem-se na mesma coluna e organizados por relação meio-fim (ENSSLIN, 2019), conforme disposto na Figura 68 - Disposição dos conceitos para iniciar a construção do MC, ilustrado para o PVF 2 – Ambiente de Trabalho.

Figura 68 - Disposição dos conceitos para iniciar a construção do MC do PFV 2 – Ambiente de Trabalho



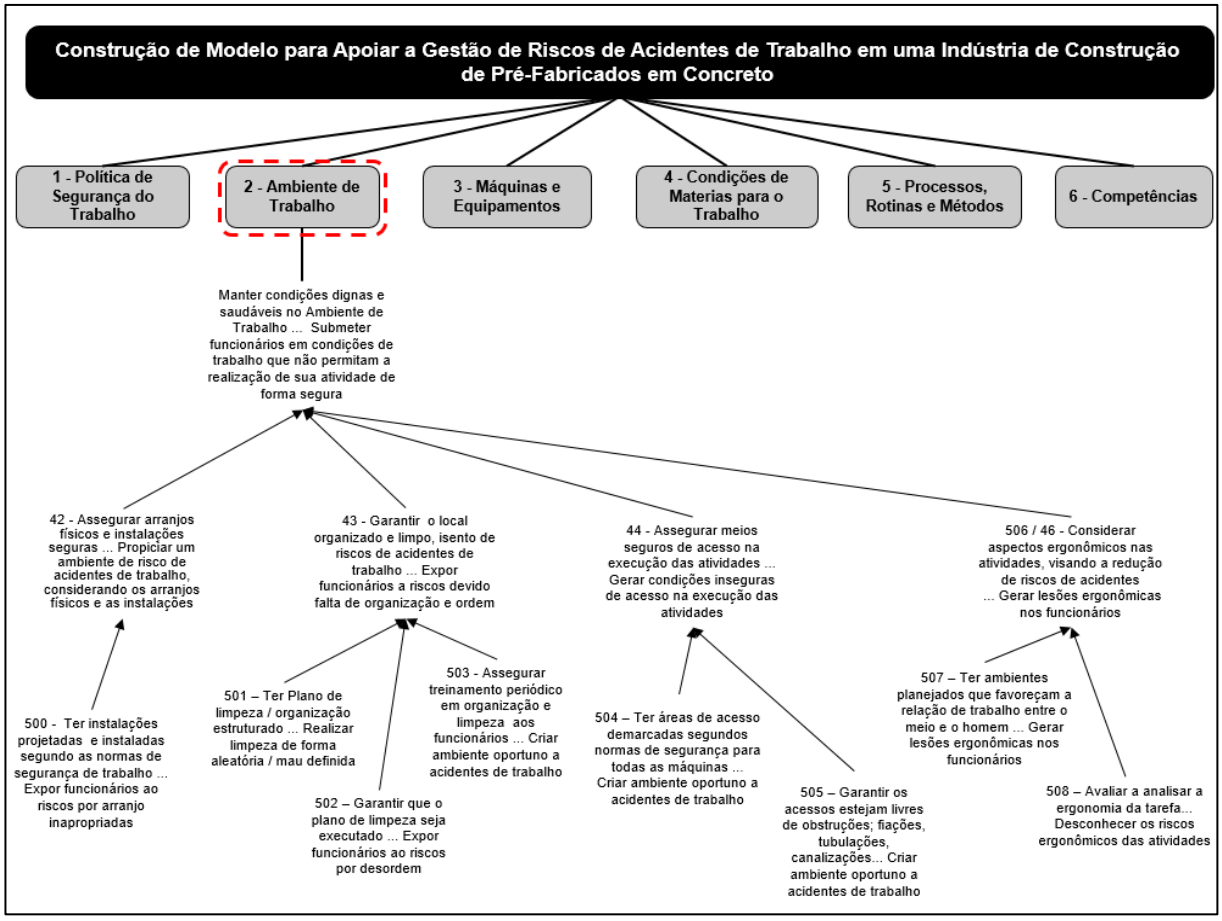
Fonte: Autor (2019).

Em seguida se propõe ao decisor que avalie os conceitos e se estes, refletem os temas que em sua percepção representam o PFV, as disposições e as hierarquias apropriadas. Uma vez confirmado, o facilitador solicitará ao decisor que explane acerca dos conceitos e especialmente abordando ‘Por que este conceito é importante’ e ‘como pode-se obter o conceito’ (ENSSLIN, 2019). Visto que a compreensão do facilitador está assimilada com a percepção do decisor, pode-se iniciar o processo de construção do mapa, podendo ser feito em direção aos meios ou aos fins. Quando em direção aos fins, o conceito subjacente deverá ser o

resultado da resposta de ‘Por que este conceito é importante?’ e quando em direção aos meios, o conceito será a resposta da questão ‘Como pode-se obter o conceito?’ Eden (1988).

No desenvolvimento deste processo, o decisor será sistemicamente incentivado a avaliar se a estrutura em construção representa seu entender sobre o contexto, e sempre que necessário ajustes, o facilitador convida o decisor a relatar com referência ao conceito mais central e especificadamente sobre qual é seu fim e como este conceito pode ser obtido. O processo é vagaroso, entretanto, organiza e acrescenta o entendimento do decisor sobre a preocupação em estudo (ENSSLIN, 2019). A fim de ilustrar o mapa cognitivo que resultou para o PVF 2 - Ambiente de Trabalho no contexto estudado, observa-se a Figura 69. Em decorrência deste estudo, as Figuras 138 a 142 do Apêndice D representam os mapas cognitivos contruídos apartir dos demais PVFs.

Figura 69 - Mapa cognitivo resultante para o PVF 2- Ambiente de Trabalho



Fonte: Autor (2019).

Percebe-se que sua estrutura é hierarquizada em termos meios fins. Os mapas cognitivos permitem uma série de análises quanto a: circularidade; complexidade; razão entre o número

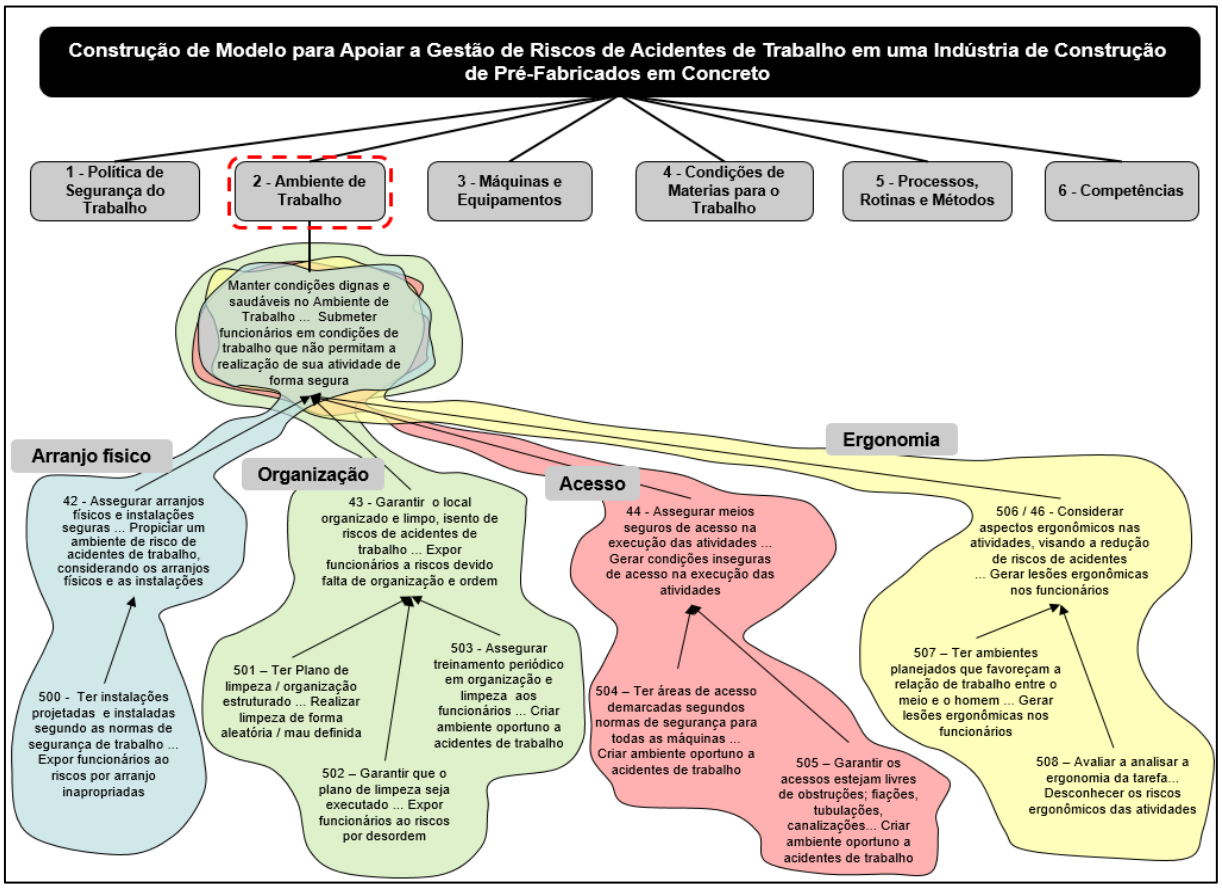
de ligações e o número de conceitos do mapa; de dominância; e clusters (EDEN, 1988; ENSSLIN; MONTIBELLER NETO; NORONHA, 2001). A partir dos mapas cognitivos é possível identificar as linhas de argumentações que ligam os conceitos meios aos conceitos estratégicos. A associação dessas linhas constitui o que a metodologia MCDA-C denomina como cluster e sub-clusters (MEYER FILHO, 2018).

4.2.1.3.2 Clusters e sub-clusters

Dentre as análises dos mapas cognitivos e conforme os propósitos da MCDA- C, os clusters se destacam na contribuição em formar uma Estrutura Hierárquica de Valor orientada ao favoreciemento da construção de um modelo multicritério de agregação a um critério único de síntese (ENSSLIN, 2019).

Para Ensslin, Montibeller Neto e Noronha, (2001), cluster é uma estrutura formada por um conjunto de conceitos (nós) conectados por relações de influência intra-componente. Na teoria geral de cluster, as ligações entre conceitos de um mesmo cluster, são mais fortes do que ligações extra-cluster. Para o contexto da MCDA-C os clusters não podem ter ligações extra-cluster, e se tendo, o facilitador/decisor necessita expandir o conceito gerador da ligação extra-cluster em tantos quantos necessários para que cada conceito se associe com outros apenas dentro do mesmo cluster. (ENSSLIN, 2019). Para efeito destes trabalho, a Figura 70 - Clusters do mapa cognitivo do PVF 2- Ambiente de Trabalho, ilustra um mapa cognitivo, os demais mapas cogntivos dos demais PVFs levantados no estudo estãos dispostos no Apêndice E, conforme Figuras 143 a 147.

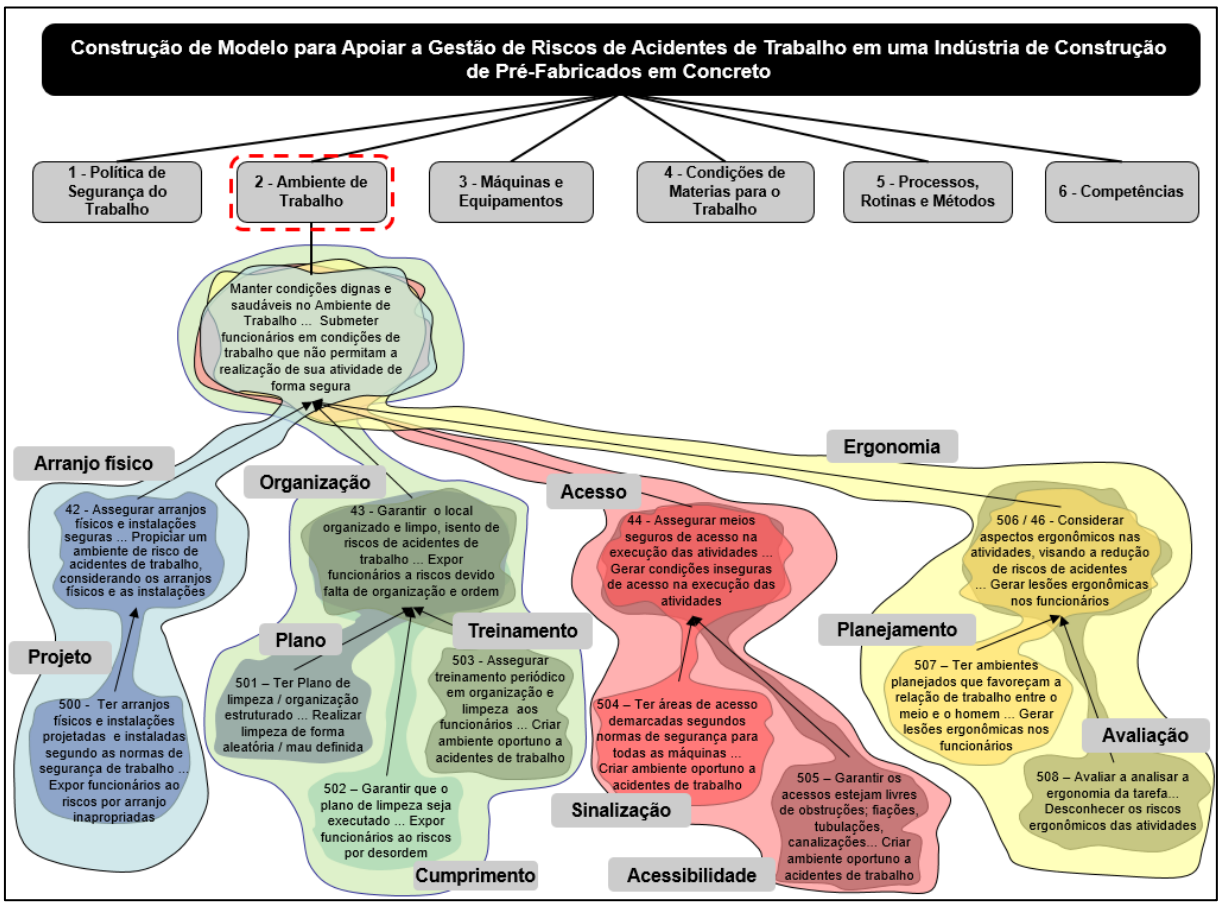
Figura 70 - Clusters do mapa cognitivo do PVF 2 - Ambiente de Trabalho



Fonte: Autor (2019).

Os cluster por sua vez podem ser configurados por inúmeras áreas de preocupação menores. Admitindo o mesmo entendimento na identificação dos clusters, procede-se agora em cada um identificar os sub-clusters que o explicam (ENSSLIN, 2019). A Figura 71 ilustra os clusters e sub-clusters do mapa cognitivo do PVF 2 - Ambiente de Trabalho e as Figuras 148 a 152 para os outros PFV do estudo, conforme apresentados no Apêndice F.

Figura 71 - Clusters e sub-clusters do mapa cognitivo do PVF 2 - Ambiente de Trabalho



Fonte: Autor (2019).

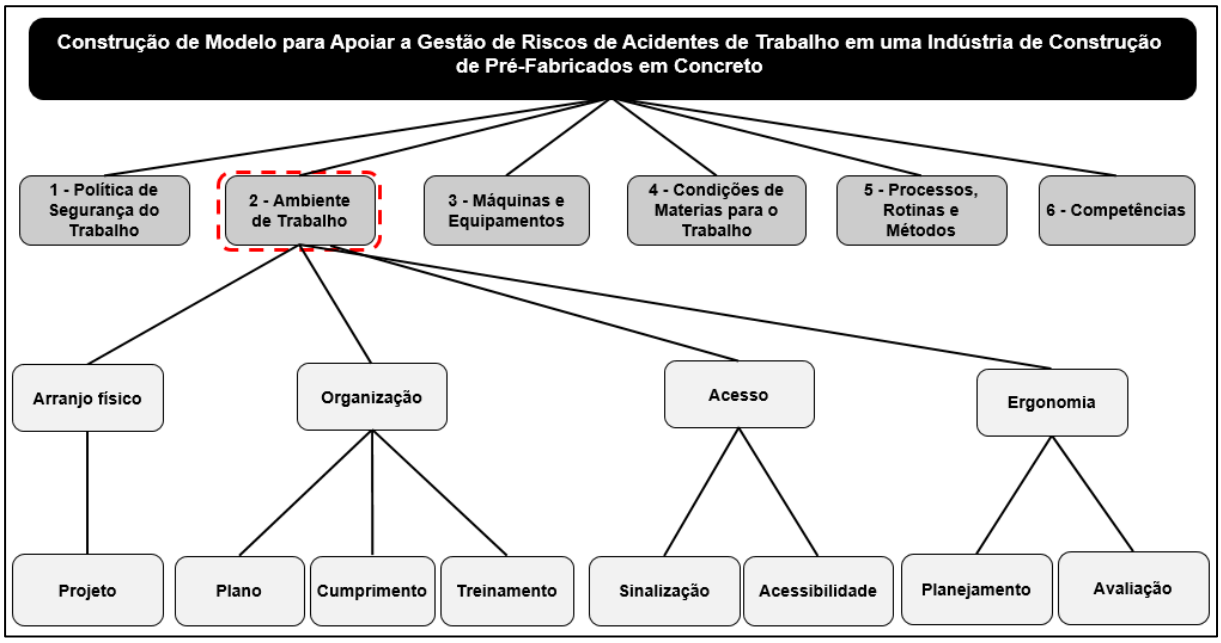
Cada cluster, ao ser constituído representa uma preocupação do contexto, deve atender as propriedades de ser essencial, controlável, completo, mensurável, operacional, isolável, não redundante, conciso e compreensível (KEENEY, 1992; ENSSLIN; MONTIBELLER NETO; NORONHA, 2001; ROY, 2005). Assim, ao ser testado, caso um cluster não contemple tais propriedades, este deve ser segmentado em subclusters até que sejam atendidos estes requisitos. O atendimento a estas propriedades consequentemente implica que o conjunto de clusters seja caracterizado pela inexistência de relações de influência entre cada um dos agrupamentos (REIS, 2017).

4.2.1.3.3 Árvore de valor com PVEs

Segundo Eden (1988), o conjunto de conceitos que formam um cluster define uma área de interesse relacionada com o problema e que o explica. Assim, um mapa cognitivo de relações de influência meios fins com inúmeros clusters pode ser simplificado para uma estrutura

hierárquica de valor com os clusters formando relações explicativas. Ao incorporar os clusters nomeados, possibilita retratar também o entendimento acerca dos julgamentos de valor do decisor no modelo (KEENEY, 1992). Tal entendimento se aplica para os subcluster dentro de cada cluster. Na Figura 72 - Estrutura Hierarquica de Valor para o PVF 2 - Ambiente de Trabalho ilustra uma Estrutura Hierárquica de Valor considerado no estudo. No Apêndice G estão representados através da Figura 153 as Estruturas Hierárquica de Valor construídas a partir dos demais PVFs adotados na pesquisa.

Figura 72 - Estrutura Hierárquica de Valor para o PVF 2 - Ambiente de Trabalho



Fonte: Autor (2019).

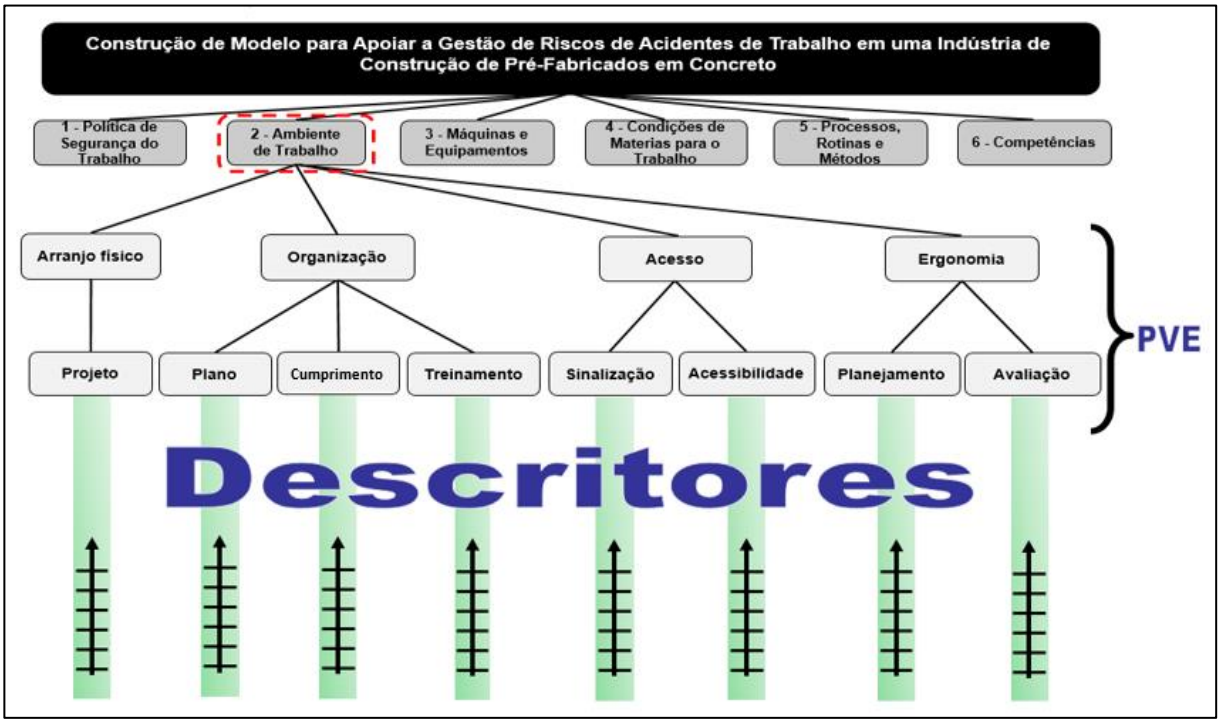
Na ‘Estrutura Hierárquica de Valor’ ou ‘Arvore de Valor’ os clusters e subcluster, conforme metodologia MCDA-C assumem a denominação de Pontos de Vista Elementares – PVEs (ENSSLIN, 2019). Os Pontos de Vista Elementares (PVE) decompõem um PVF, permitindo uma melhor avaliação da performance das ações potenciais no ponto de vista considerado. Com isso, eles permitem uma maior compreensão do que um Ponto de Vista Fundamental pretende levar em conta (ENSSLIN; MONTIBELLER NETO; NORONHA, 2001). Para Meyer Filho (2018), a estrutura possibilitará a identificação dos critérios necessários e suficientes para mensurar a grande área de preocupação relativo ao problema em conformidade a percepção do decisor.

4.2.1.3.4 Descritores

Um ponto de vista - PV deve representar os valores e as características das ações consideradas relevantes pelos atores. Assim, é necessário a construção de uma função que conceitue em forma única cada ponto de vista a permitir sua mensuração ordinal das consequências absolutas e relativas. Na metodologia MCDA-C essa função é denominada como Descritor ou Indicador de Desempenho (ENSSLIN, 2019). Bana e Costa (1992), Keeney (1992), Ensslin, Montibeller Neto e Noronha (2001) definem descritor como: Um conjunto ordenado de níveis de desempenho (impacto) essenciais e exaustivos, associados a um ponto de vista, que possibilitem uma diferenciação clara aos olhos dos atores no que se refere a suas funções preferenciais, na característica sendo representada.

Na 'Estrutura Hierárquica de Valor' ou 'Arvore de Valor' gerada na etapa anterior, percebe-se que cada ponto de vista inferior está associado a um cluster que representa uma propriedade tangível e, portanto, passível de ser identificada a escala que mensure seu desempenho. O entendimento gerado pelo cluster que deu origem ao PVE deve servir de suporte para construir a escala ordinal que será o Descritor ou Indicador de Desempenho (ENSSLIN, 2019), conforme ilustrado pela Figura 73– Construção dos descritores do PVF 2 – Ambiente de Trabalho

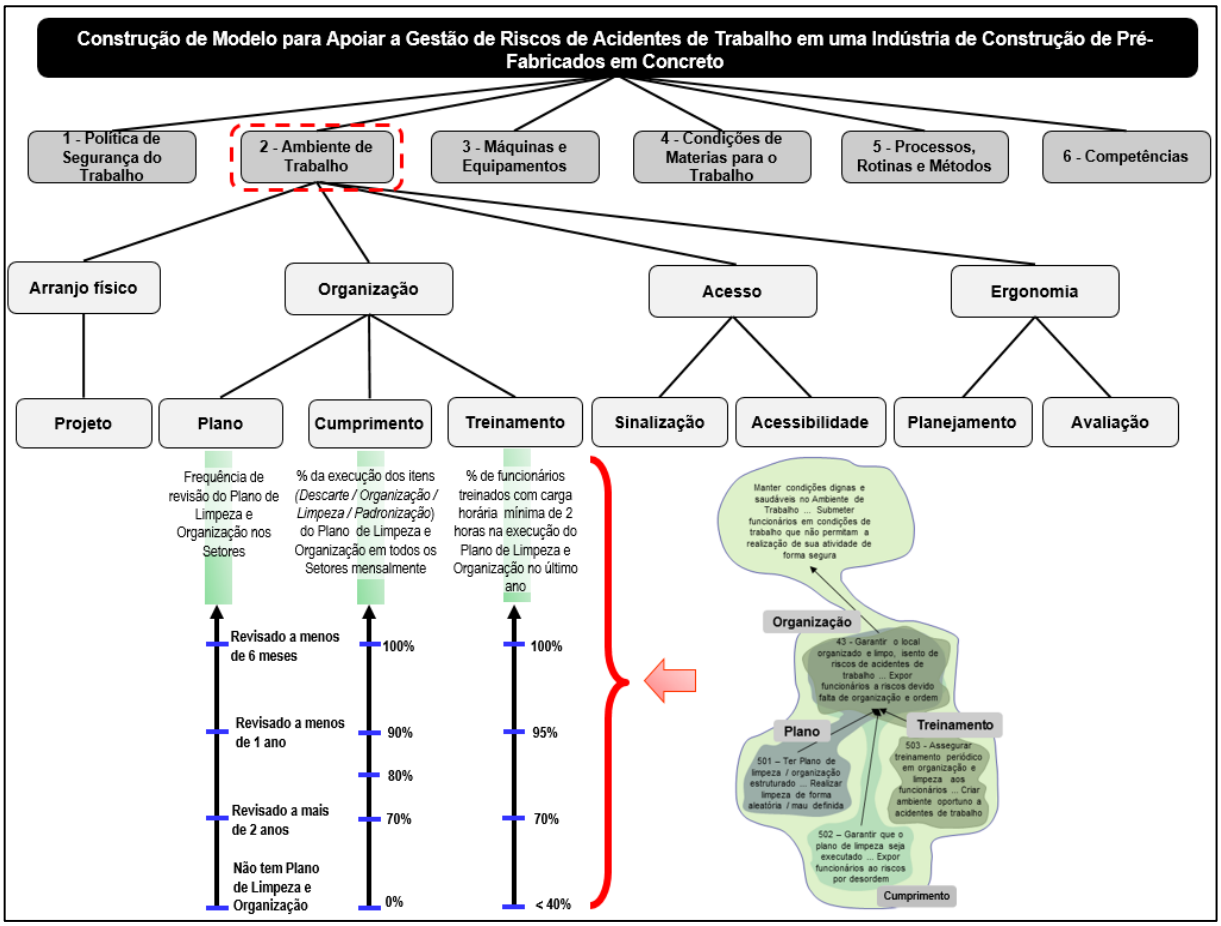
Figura 73 - Construção dos descritores do PVF – Ambiente de Trabalho



Fonte: Autor (2019).

Em decorrência deste trabalho, solicitou-se ao decisor que raciocine e explane acerca dos clusters, subclusters e seus conceitos, considerando aspectos de quais desempenhos lhe ocorrem praticáveis e a partir desta compreensão, o facilitador sugeriu uma escala que aprovada pelo decisor, torna-se o Descritor. Cabe ressaltar, em caso de não aprovação da escala pelo decisor, retorna-se ao processo de análise. Neste contexto, a Figura 74 representa o processo de construção do descritor apartir da percepção do decisor a respeito do PVE 'Organização' originado do PFV 2 – Ambiente de Trabalho. Para as demais representações dos PVFs com seus respectivos PVEs construídos para o modelo estão demonstradas nos Apêndices H, I, J, K, L e M através das Figuras 154 a 174.

Figura 74 - Processo de Construção do descritor do PVE – Organização

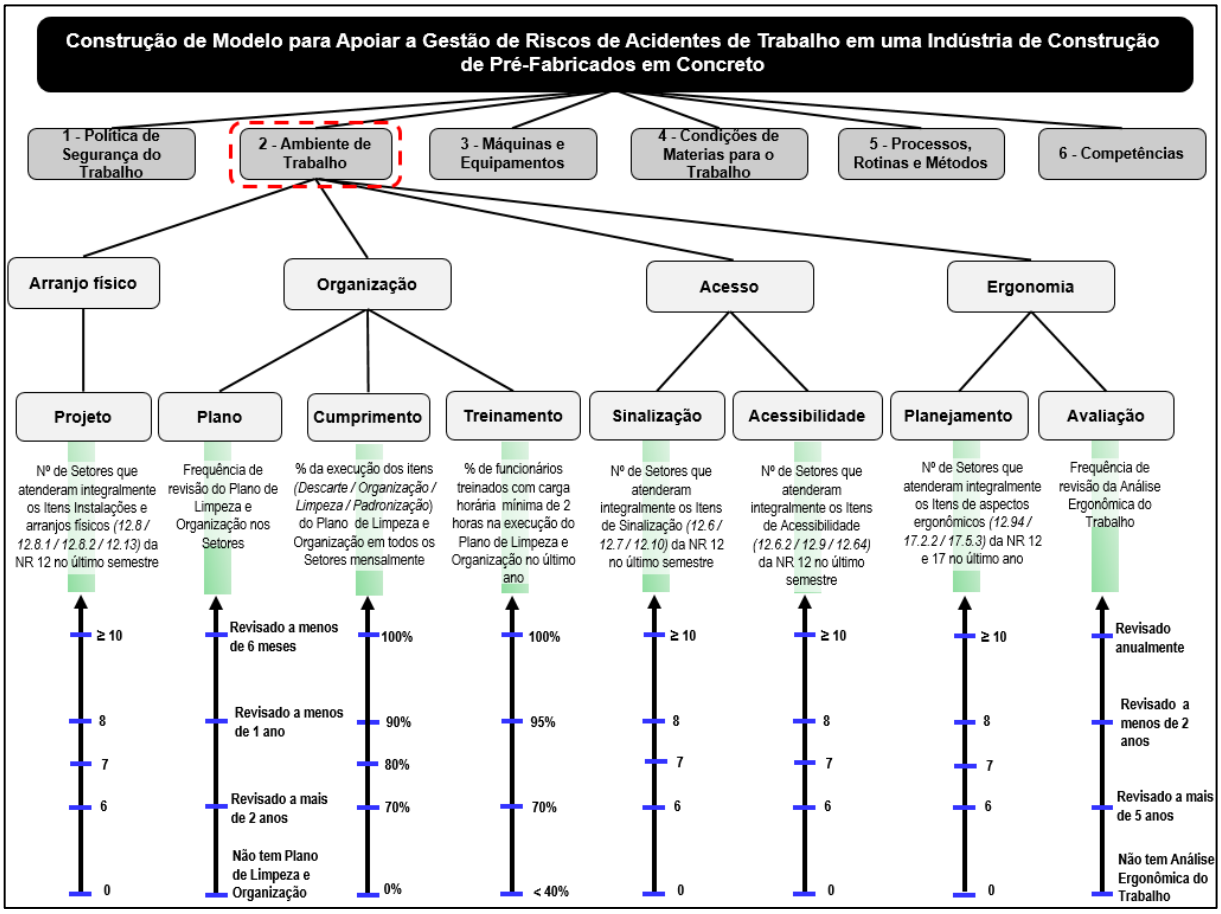


Fonte: Autor (2019).

Segundo Reis (2017) a metodologia alerta, neste ponto, que todos os conceitos que denotam um Ponto de Vista/Cluster devem ser analisados ao constituir-se um descritor, notadamente, procurar ser criterioso, evitando-se meramente estabelecer e mensurar somente o conceito mais operacional e mais fácil de ser obtido, contudo, por vezes, não relevante para as

necessidades do decisor e apoiar a sua gestão. Com esse entendimento, a Figura 75 ilustra a Estrutura Hierárquica de Valor para o PVF 2 – Ambiente de Trabalho com os descritores construídos a partir dos PVEs.

Figura 75 - Estrutura Hierárquica de Valor para o PVF 02 – Ambiente de Trabalho com descritor



Fonte: Autor (2019).

4.2.1.3.5 Níveis de referência

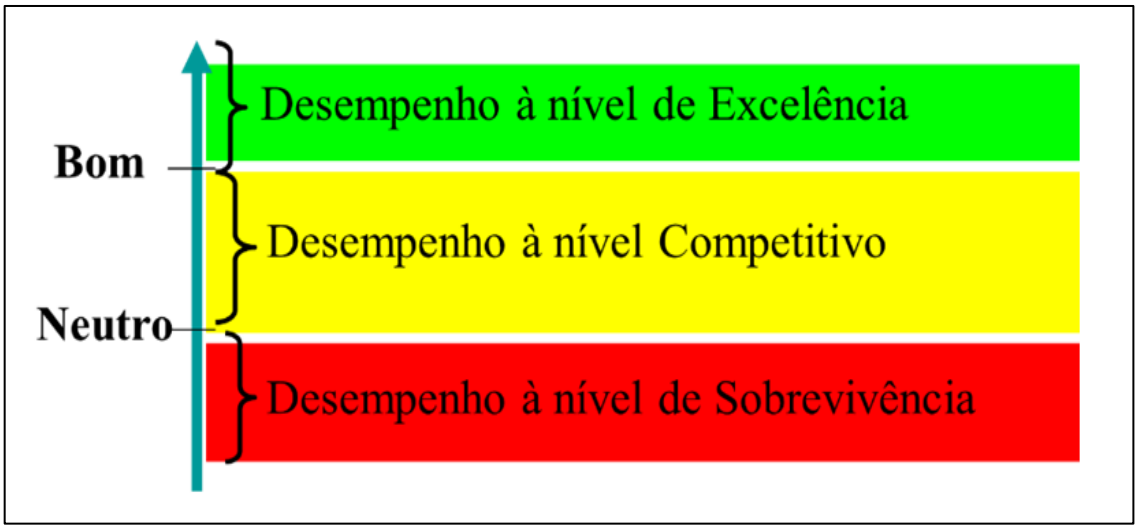
Concebida a escala que represente seu entendimento acerca do que julga importante ser mensurado, é solicitado ao decisor estabelecer os níveis de referência, limiares denominados Bom e Neutro. Os níveis Bom e Neutro permitem também dar uma maior inteligibilidade do juízo de valor preferencial absoluto do decisor (BANA e COSTA *et al.*, 1999; ENSSLIN; MONTIBELLER NETO; NORONHA, 2001).

A construção dos descritores é realizada em conjunto com o decisor, onde, para cada critério em questão, procura-se estabelecer uma escala que represente seu entendimento acerca

do que julga importante para ser mensurado. O decisor também estabelece os Níveis de Referência, ou Âncoras, acerca da performance de tal critério. O nível superior indica o parâmetro acima do qual o decisor percebe o desempenho como excelente. Já o nível inferior indica o limite abaixo do qual o desempenho é tido como comprometedor. Caso estejam entre estes dois limiares, o desempenho é considerado competitivo (ROY, 2005).

O nível de referência superior (Bom), indica o desempenho julgado como em nível excelente, enquanto o nível inferior, (Neutro), indica o limite abaixo do qual o desempenho é tido como comprometedor, estando entre estes dois limiares, o desempenho é considerado competitivo ou em nível de normalidade (ENSSLIN, 2019), ilustrado na Figura 76 - Níveis de referência e faixas de desempenho de descritores.

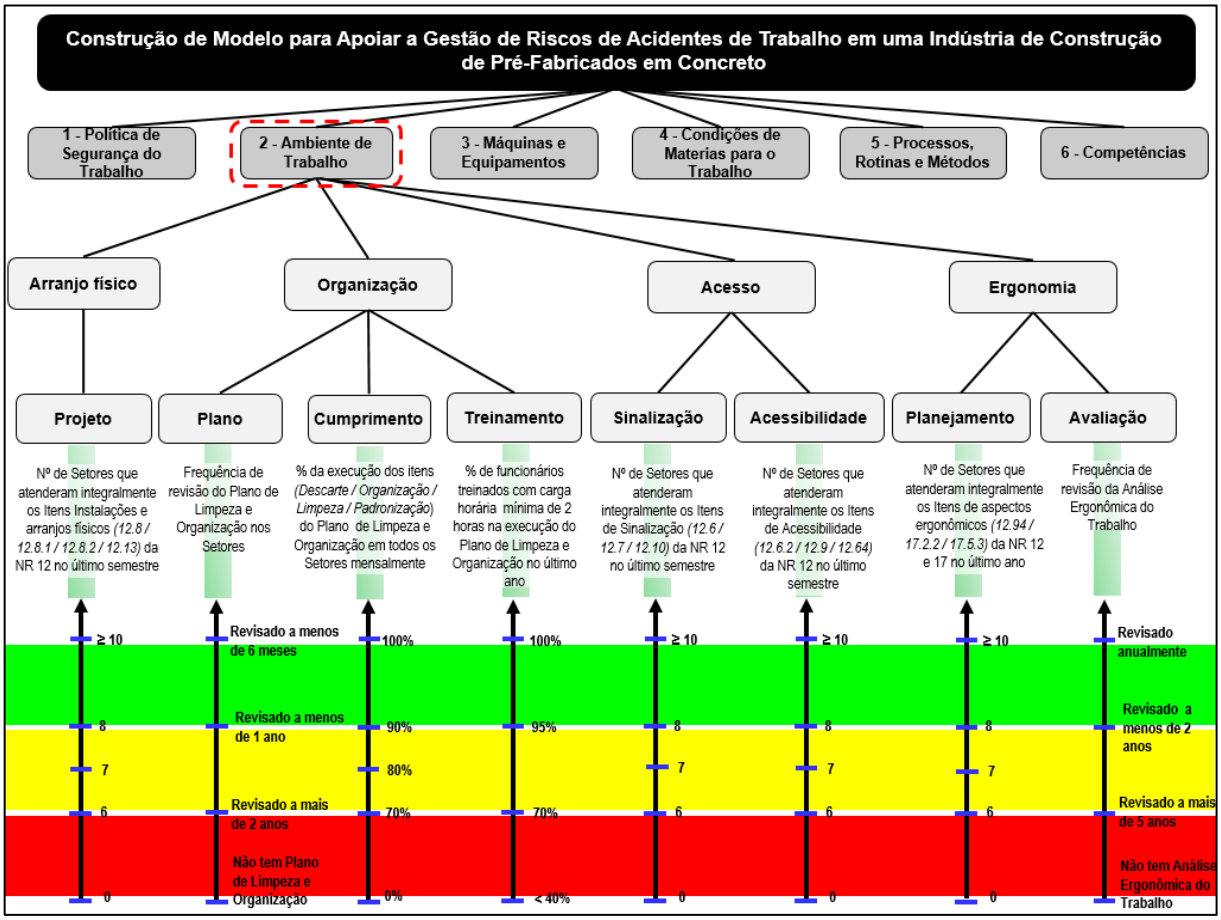
Figura 76 - Níveis de referência e faixas de desempenho de descritores



Fonte: Ensslin (2019).

Já, a Figura 77, neste estudo, apresenta os Níveis de referência dos descritores do PVF 2 – Ambiente de Trabalho além dos seus PVEs, os descritores e níveis de referência relacionados. No Apêndice N, através da Figuras 175 a 179 estão ilustradas os Níveis de referências dos descritores construídos para os demais PVFs do modelo.

Figura 77 - Níveis de referencia dos descritores do PVF 2 - Ambiente de Trabalho

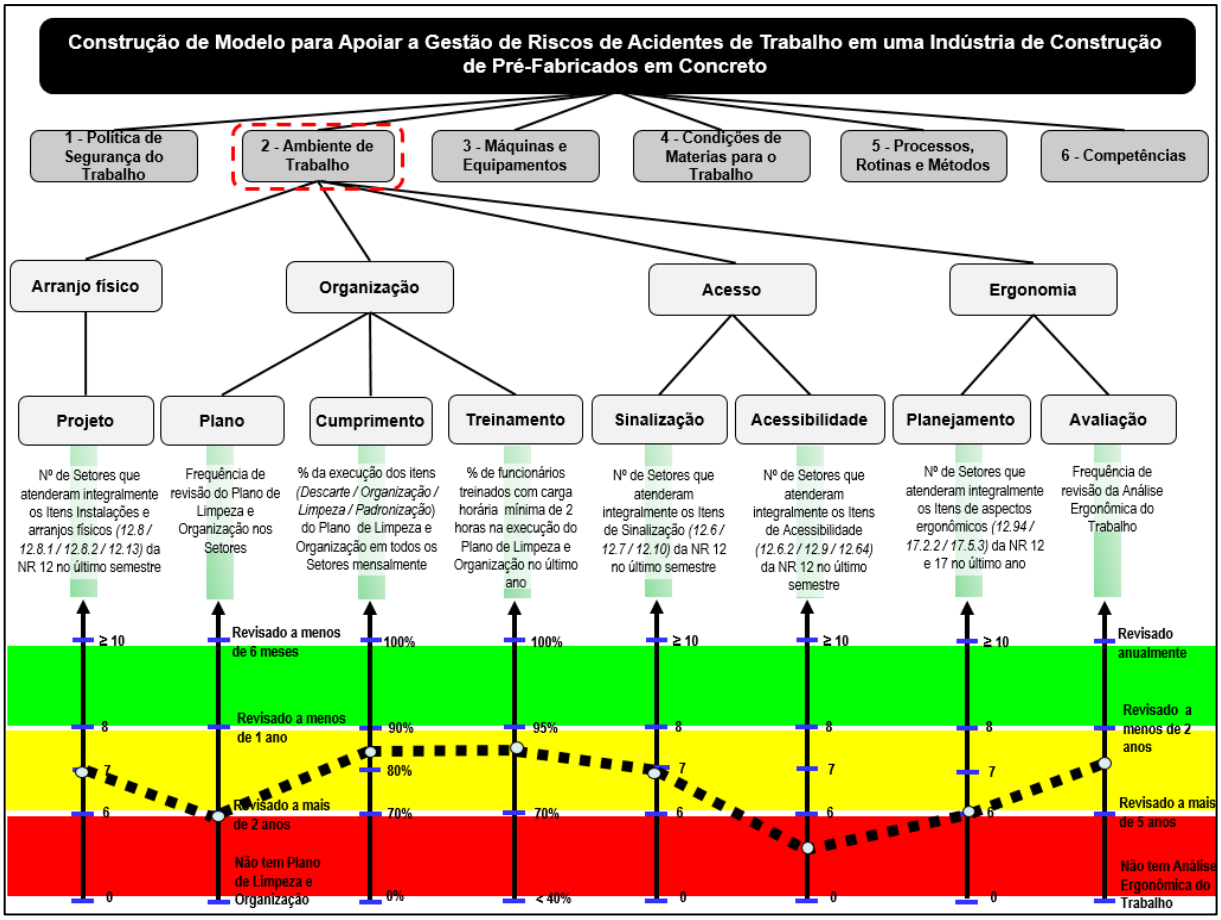


Fonte: Autor (2019).

4.2.1.3.6 Perfil de desempenho do SQ

Em continuação, a partir da EHV operacionalizada, é definido o perfil de desempenho, ou seja, o S*tatus Quo* (SQ). Após a definição do *status quo* dos conceitos, em conjunto com o decisor, são identificadas as metas, isto é, o desempenho que se pretende alcançar para cada propriedade associada ao descritor. No contexto do estudo realizado, a Figura 78 ilustra a 'Estrutura Hierárquica de Valor' ou 'Arvore de Valor' operacionalizada ordinalmente para o PVF 2 – Ambiente de Trabalho.

Figura 78 - EHV operacionalizada ordinalmente para o PVF 2 – Ambiente de Trabalho



Fonte: Autor (2019).

4.2.1.3.7 Teste de aderência dos descritores aos fundamentos da teoria da mensuração

Para a avaliação de desempenho quando utilizada para apoiar a um decisor único ou representado como tal por um grupo, via construção de um modelo de agregação a um critério único de síntese, exige-se a utilização de escalas de mensuração, e estas, necessitam atender aos Fundamentos da Teoria da Mensuração em suas vertentes empírica e teórica. Estes requisitos são necessários para assegurar que as informações geradas a partir do modelo não sejam distorcidas e possam comprometer as informações oriundas do modelo quanto a sua legitimidade e/ou validade. (ENSSLIN, 2020a; STEVENS, 1946; MICHELI; MARI, 2014),

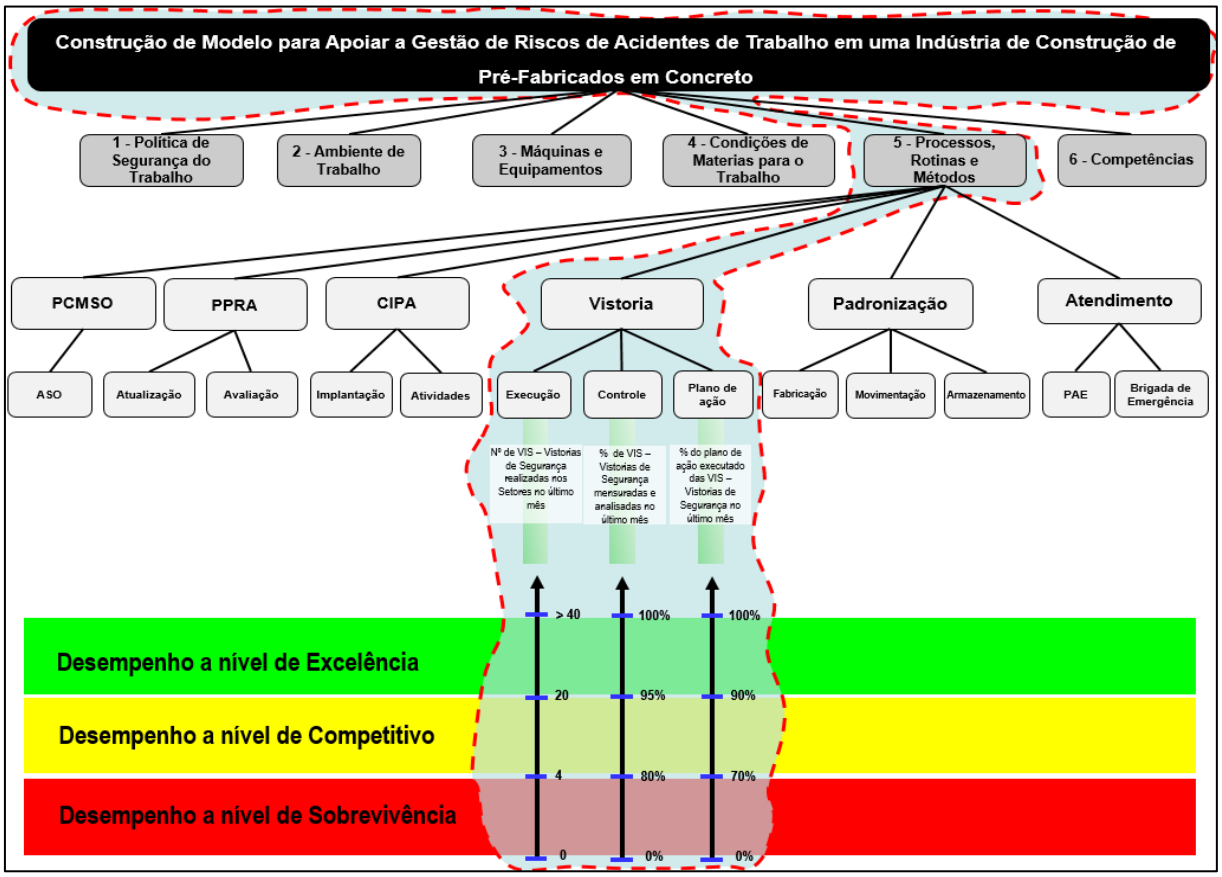
Assim, na etapa final da fase de estruturação e antes de iniciar a fase de avaliação, faz-se necessário testar os descritores construídos (escalas qualitativas), verificando se atendem aos Fundamentos da Teoria da Mensuração, e estes, devem estar em consonância com os Fundamentos Empíricos e Fundamentos formais Matemáticos. (JOINT COMMITTEE FOR GUIDES IN METROLOGY, 2008; MICHELI; MARI, 2014; ENSSLIN, 2019).

Com o propósito de responder o atendimento aos Fundamento Empíricos, de acordo com *Joint Committee of Guides in Metrology* (2008), que estabelece que as escalas devem ser construídas em formas a assegurar a objetividade, exatidão e precisão (legitimidade) e para Keeney (1992), operacionalizadas via as propriedades de: 1- Não ambiguidade: não ter o mesmo desempenho da propriedade sendo medida em mais de um nível na escala; 2- Inteligibilidade: ser interpretável da mesma maneira por sujeitos diferentes; 3- Operacionalidade: ser fisicamente possível mensurar a propriedade a ele associado; 4- Mensurabilidade: representar a percepção de valor daquilo que o decisor deseja monitorar e não a medida mais fácil de obter associada ao nome do descritor; 5- Homogeneidade: em todos seus níveis são mensuradas as mesmas propriedades do contexto e 6- Permitir distinguir o desempenho melhor e pior**:** informar em cada nível o que diferencia um desempenho superior ao dos níveis inferiores**.**

Já, os Fundamentos formais Matemáticos estabelecem as características de cada tipo de escala (nominal, ordinal, intervalo e razão) e as estatísticas permitidas em cada uma delas (STEVENS, 1946). Destaca-se que o descritor é uma escala ordinal, seja ele representado por uma descrição, uma representação pictórica, por símbolos alfa numéricos, ou seja, ele é qualitativo. Mesmo quando seja construído com números, estes são símbolos alfanumérico e não números do conjunto dos números reais (R^n), (ENSSLIN, 2020a).

O modelo construído para este estudo dispõem de 58 descritores, e todas as escalas foram testadas quanto a fidelidade aos Fundamentos da Teoria da Mensuração, entretanto, para efeito de ilustração será apresentado somente para um descritor selecionado a partir do PVE ‘Execução’, extraído do PVE ‘Vistoria’ e gerado do PVF ‘Processos, Rotinas e Métodos’, conforme representado nas Figuras 79.

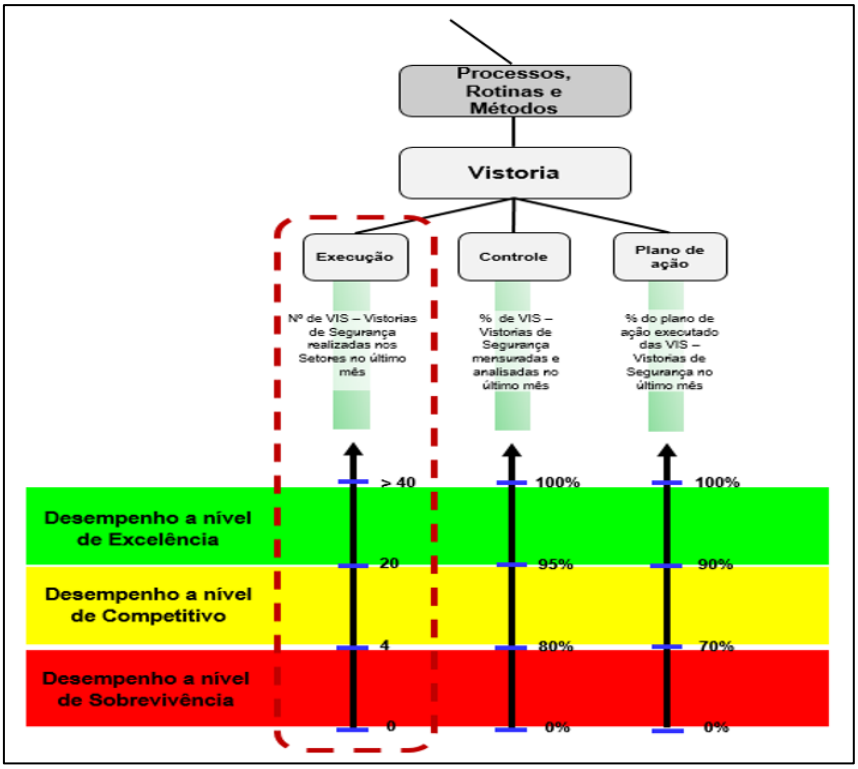
Figura 79 - Seleção do descritor para ilustrar o teste de aderência aos fundamentos da teoria da mensuração



Fonte: Autor (2019).

A Figura 80 demonstra o descritor selecionado para ilustrar o Teste de Aderência aos Fundamentos da Teoria da Mensuração. Este descritor tem como objetivo avaliar a quantidade de VIS – Vistorias de Segurança realizadas nos setores no último mês.

Figura 80 - Descritor selecionado a partir do PVE ‘Execução’ para ilustrar o teste de aderência aos fundamentos da teoria da mensuração



Fonte: Autor (2019).

Os Fundamentos Empíricos (legitimidade e validade) da Teoria da Mensuração estão atendidos pelo descritor ilustrado na Figura 80, visto que:

1- A escala é constituída por símbolos alfanuméricos, que estão dispostos em forma crescente, não apresentando repetições de valores e não possuindo o mesmo desempenho em diferentes níveis, assim, assegurando que o processo de avaliação das condições da segurança no ambiente de trabalho esteja de acordo aos padrões definidos para a gestão de riscos de acidentes de trabalho, sendo essa, uma preocupação na qual o decisor deseja garantir a sua utilidade (Não ambiguidade);

2- A escala representa o número de vistorias de segurança conforme os registros apurados, e esta tem entendimento (Inteligibilidade);

3- O número de VIS – vistorias de segurança realizadas nos setores da fábrica no último mês podem ser levantadas e analisadas, pois são realizados registros físicos e eletrônicos garantido sua capacidade de funcionalidade com rastreabilidade (Operacionalidade);

4- A preocupação do decisor é assegurar que as condições de segurança no ambiente de trabalho estejam de acordo com os padrões estabelecidos para o gerenciamento dos riscos de acidentes de trabalho no local. Quando de cada vistoria é assegurada que as condições sejam atendidas, o alcance deste quesito é verificado pelo número de vistorias de segurança. Ao proceder este teste, a perspectiva construtivista trouxe ao decisor o conhecimento de que o que se deseja, assim, os vistoriadores devem ser orientados para o foco de sua função. Este requisito ajuda a dar entendimento da propriedade que o decisor deseja monitorar (Mensurabilidade);

5- O descritor mensura em todos os seus níveis a mesma propriedade no contexto – vistorias de segurança do trabalho, e estas, asseguram que as condições sejam atendidas. (Homogeneidade);

6- A escala mensura o número de vistorias, assegurando que de cada vistoria as condições de controle de riscos de segurança do trabalho estejam atendidas, os níveis superiores ao nível de referência representam redução do intervalo de tempo em que o ambiente fica sem a verificação das condições de segurança e portanto, tendo maior controle e via de consequências, melhores condições de segurança. O inverso também é verdadeiro (Permitir distinguir o desempenho melhor e pior).

Quanto ao teste da validade científica, o descritor demonstrado na Figura GHG atende aos Fundamentos formais da Matemática (validade), tendo em vista que, trata-se de um conjunto de níveis ordenados o qual se propõe a utilização destes apenas para atender as operações de frequência, contagem, moda e mediana. Sendo o descritor utlizado exclusivamente para identificação do nível *status quo*, da meta (desempenho) e de ações de aperfeiçoamento (estratégias para melhorar o *status quo*), tais operações matemáticas realizadas tratam unicamente de ordenação e portanto estão atendidas.

O Testes de Aderência dos descritores aos Fundamentos da Teoria da Mensuração, além de atender os requisitos científicos, auxiliam ao decisor a expandir o seu entendimento quanto a compreensão de como o descritor interpreta a operacionalização da consequência por ele julgado como essencial, vertente construtivista da Estruturação.

4.2.1.3.8 Considerações finais quanto aos descritores e estruturação

Assim sendo, com estes entendimentos, conclui-se a fase de Estruturação da elaboração da MCDA-C, sendo este o ponto máximo de conhecimento em forma qualitativa que pode ser utilizado na construção do modelo. Se almejarmos expandir o conhecimento, deve-se adicionar informações que permitam sua transformação de modelo qualitativo com escalas ordinais (Descritivo) para o modelo cardinal (Numérico).

4.2.2 Fase de avaliação

Ao encerrar a etapa de estruturação de acordo protocolo da metodologia MCDA-C, o modelo é construído conforme os aspectos julgados pelo decisor como necessários e suficientes para avaliar o contexto. Ressalta-se que, as escalas neste modelo são ordinais e denominadas descritores. Segundo Ensslin, Ensslin e Dutra (2009) trata-se de um equívoco, portanto, utilizar estas escalas para qualquer função que envolva operações numéricas, pois elas não são números do conjunto $\Re$ (conjunto dos números reais), mesmo quando seja construído com números, estes são símbolos alfanumérico e não atendem as propriedades da unidade. (ENSSLIN; MONTIBELLER NETO; NORONHA, 2001; ENSSLIN, 2020a).

A MCDA-C compreende as diferenças existentes das características entre as escalas ordinais e cardinais e, ao operacionalizar a sua transformação, necessita da percepção do decisor para fornecer informações que permitam a conhecer a diferença de atratividade entre os níveis de cada escala. Desta maneira, a fase de avaliação busca compreender as diferenças de atratividade entre os níveis dos indicadores de desempenho (ENSLLIN *et al*, 2010; ENSSLIN, 2020a). Inicia-se com a transformação das escalas dos descritores de ordinais para cardinais, ensejando, assim, a ordenação da intensidade de preferência dos decisores entre os níveis de impacto (TASCA *et al.*, 2010).

A fase de avaliação visa a construção de um modelo multidimensional quantitativo, onde cada PVF é ponderado de acordo com a sua contribuição para avaliar o desempenho global do modelo em estudo (ENSSLIN; DUTRA; ENSSLIN, 2000). Trata-se de um modelo matemático e será o resultado da realização das seguintes etapas: (i) analise de independência, (ii) construção das funções de valor, (iii) identificação das taxas de compensação, (iv) identificação do perfil de impacto das alternativas, e (v) análise da sensibilidade (ENSSLIN; MONTIBELLER NETO; NORONHA, 2001).

4.2.2.1 Análise de independência preferencial ordinal e cardinal (isolabilidade)

Quando da construção de um modelo multicritério de apoio à decisão, existem três vias possíveis: (i) Métodos de Subordinação; (ii) Métodos Interativos e, (iii) Métodos de Agregação a um Critério Único de Síntese. A MCDA-C vale-se deste último, visto que, o método tem como essência a incorporação de vários critérios em um critério síntese e este, para fins de mensuração de performance. Desta forma, para o método ter legitimidade, exige-se que suas taxas e suas escalas atendam aos requisitos matemáticos e que os critérios sejam preferencialmente independentes, ou seja, isoláveis (ROY, 1996; ENSSLIN; DUTRA; ENSSLIN, 2000). Destaca-se que o Modelo de Agregação a um Critério Único de Síntese requer que os critérios sejam, preferencialmente cardinalmente independentes para garantir que as taxas de compensação sejam constantes (ENSSLIN, 2020a).

Diante disso, a equação do Modelo Geral em MCDA-C é dada por:

$$V(a) = \sum_{j=1}^{n} k_j * v_j[g_j(a)]$$

Onde:

$V(a)$ = valor global da alternativa a

g_j (.) = descritor do PV_j

g_j (a) = impacto da alternativa a no descritor g_j

$v_j[g_j(a)]$ = valor parcial da alternativa a no PV_j

k_j = taxa de compensação do PV_j

j = 1, 2, ..., n

As condições requeridas pelo Método de Agregação a um Critério Único de Síntese, para que fique comprovada a Independência Preferencial Mútua, são:

(i) A diferença de atratividade preferencial $v_j\left(g_j(Bom)\right)$ e o $v_j\left(g_j(Neutro)\right)$ em cada critério, permaneçam constante independentemente da performance da alternativa nos demais critérios.

(ii) A soma das taxas deve ser 1;

$$\sum_{j=1}^{n} k_j = 1$$

(iii) O valor $(v_j(g_j(\boldsymbol{a})))$ dos níveis de referência (Bom e Neutro) nas escalas devem ser os mesmos.

$$v_j\left(g_j(Bom)\right) = 100 \quad para \quad j = 1, \dots, n$$

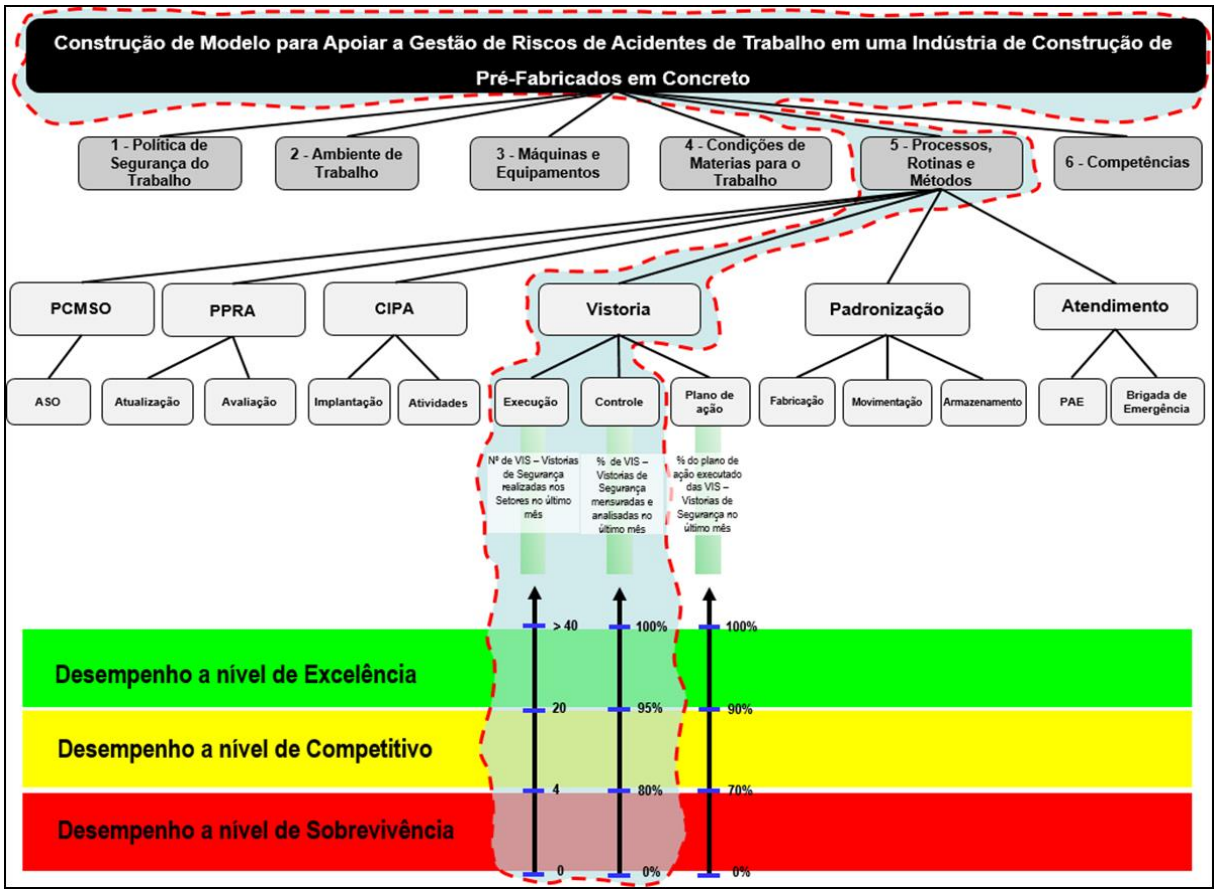
$$v_j\left(g_j(Neutro)\right) = 0 \quad para \quad j = 1, \dots, n$$

Estas condições sustentam que as ações potenciais de um ponto de vista fundamental podem ser analisadas independentemente do desempenho dos demais pontos de vistas fundamentais que compõem a família de pontos de vistas fundamentais, ou seja, é necessário que sejam mutuamente preferencialmente, ordinalmente e cardinalmente, independentes (ENSSLIN; MONTIBELLER NETO; NORONHA, 2001).

Para garantir a Independência Preferencial Mútua entre todos os descritores, é necessário que o teste de independência preferencial seja realizado par-a-par para todos os descritores do modelo (ENSSLIN; MONTIBELLER NETO; NORONHA, 2001). Para testar a independência preferencial entre dois Pontos de Vistas – PV é indispensável ter: (i) o descritor construído e (ii) o intervalo, de cada ponto de vista, para o qual se deseja testar a isolabilidade (KEENEY, 1992; ENSSLIN, 2020a).

No modelo construído para a pesquisa, os testes de independência preferencial foram realizados para todos os descritores gerados (em pares), porém, para efeito de ilustração, serão demonstrados os testes dos descritores que foram construídos a partir dos PVE ‘Execução' e ‘Controle’, extraído do PVE ‘Vistoria’ e gerado do PVF ‘Processos, Rotinas e Métodos’, que serão averiguados para análise deste entendimento, conforme retratado na Figura 81.

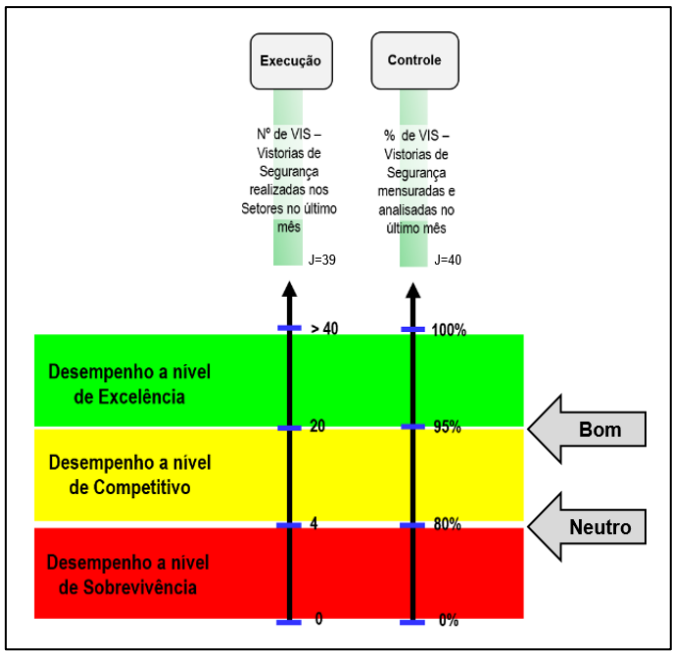
Figura 81 - Contextualização dos PVE que ilustrarão o teste de independência preferencial mútua



Fonte: Autor (2020).

O par de descritores utilizados no teste de independência, que representam os PVE ‘Execução’ e ‘Controle’, bem como seus níveis de referência ‘Bom’ e ‘Neutro’ estão demonstrados na Figura 82. O nível ‘Bom’ corresponde à transição de um desempenho em nível de competitivo para excelência. Entretanto, o nível ‘Neutro’ corresponde à transição do nível de sobrevivência para o competitivo.

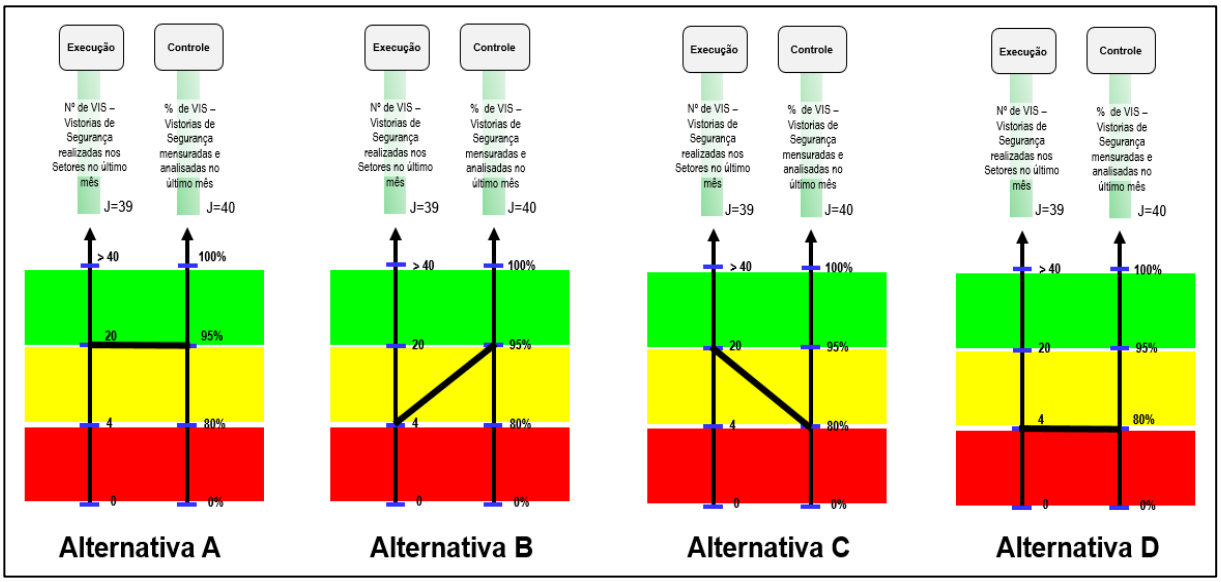
Figura 82 - Teste de independência preferencial do PVE ‘Execução’ e PVE ‘Controle’



Fonte: Autor (2020).

Com este par de descritores, constitui-se um agrupamento de possíveis combinações das alternativas potenciais para os níveis de referência ‘Bom’ e ‘Neutro’, disposto na representação gráfica apresentadas na Figura 83. Vale ressaltar que as alternativas contêm a cobertura de todas as possíveis combinações de desempenho entre o nível ‘Bom’ e nível ‘Neutro’, uma vez que, estes correspondem aos extremos de funções monotonicamente crescentes.

Figura 83 - Análise simultânea dos níveis de referência



Fonte: Autor (2020).

No contexto da pesquisa, através da identificação das possíveis alternativas de combinações simultânea dos descritores j=39 ‘Execução’ e j=40 ‘Controle’, quando da realização do teste de independência preferencial, deve-se verificar a Independência Preferencial Ordinal (IPO) e a Independência Preferencial Cardinal (IPC), para assegurar a exequibilidade do modelo de agregação ao um critério único de síntese, para isso, cada uma das alternativas evidenciadas é uma alternativa completa que, para efeitos do teste, será considerada como desempenho nos demais pontos de vista do modelo no nível ‘Neutro’.

4.2.2.1.1 Teste de independência preferencial ordinal (IPO)

Segundo Ensslin, Montibeller e Noronha (2001) o Teste Independência Preferencial Ordinal (IPO) visa verificar se a ordem de preferência entre duas alternativas, com impacto no nível ‘Bom’ e ‘Neutro’ respectivamente de um Ponto de Vista permanece constante, independentemente dos impactos (performances) destas alternativas nos demais pontos de vista. Desta forma, o teste é operacionalizado em dois aspectos diferentes. Inicialmente em função do ponto de vista ‘Execução’ através do descritor j=39, logo após, em função do ponto de vista ‘Controle’ através do descritor j=40. O propósito desta etapa é verificar se os pontos de vista são ordinalmente preferencialmente independentes.

Para isso, o teste visa responder os seguintes questionamentos:

(i) É o ponto de vista ‘Execução’ (descritor j=39), para desempenhos entre o nível ‘Neutro’ e ‘Bom’, ordinalmente preferencialmente independente do ponto de vista ‘Controle’ (descritor j=40), para desempenhos entre o nível ‘Neutro’ e ‘Bom’?

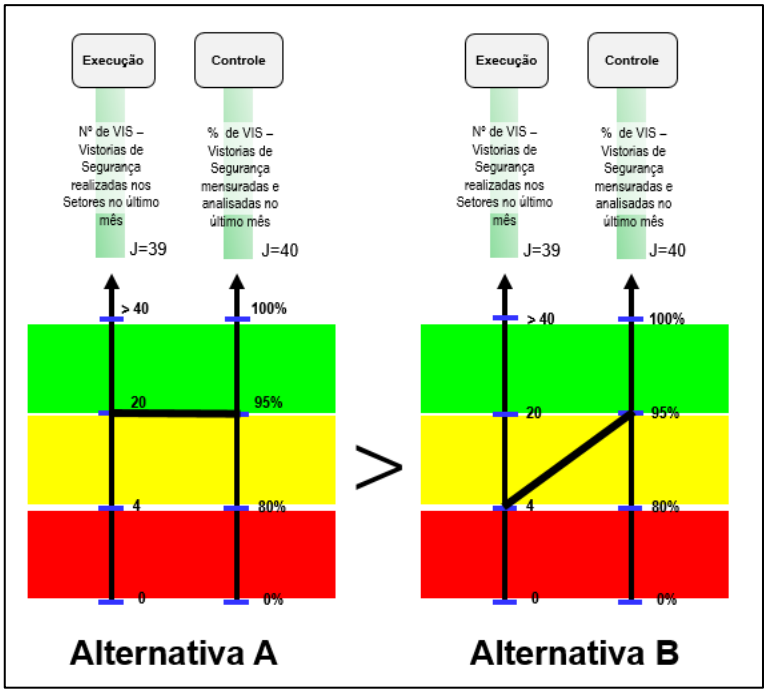
(ii) É o ponto de vista ‘Controle’ (descritor j=40), para desempenhos entre o nível ‘Neutro’ e ‘Bom’ ordinalmente preferencialmente independente do ponto de vista ‘Execução’ (descritor j=39), para desempenhos entre o nível ‘Neutro’ e ‘Bom’?

(iii) São os pontos de vista ‘Execução’ (descritor j=39) e o ponto de vista ‘Controle’ (descritor j=40), para desempenhos entre o nível ‘Neutro’ e ‘Bom’, mutuamente ordinalmente preferencialmente independente?

Para responder o primeiro questionamento, o protocolo da MCDA-C sugere que seja realizada os testes em duas seções, identificando as possibilidades diferentes, conforme:

Teste 1: Mantendo-se ‘Controle’ constante no nível ‘Bom’ (95 % das vistorias de segurança mensuradas e analisadas no último mês), a alternativa A é julgada pelo decisor preferível à alternativa B para o desempenho entre os níveis ‘Neutro’ e ‘Bom’, conforme Figura 84.

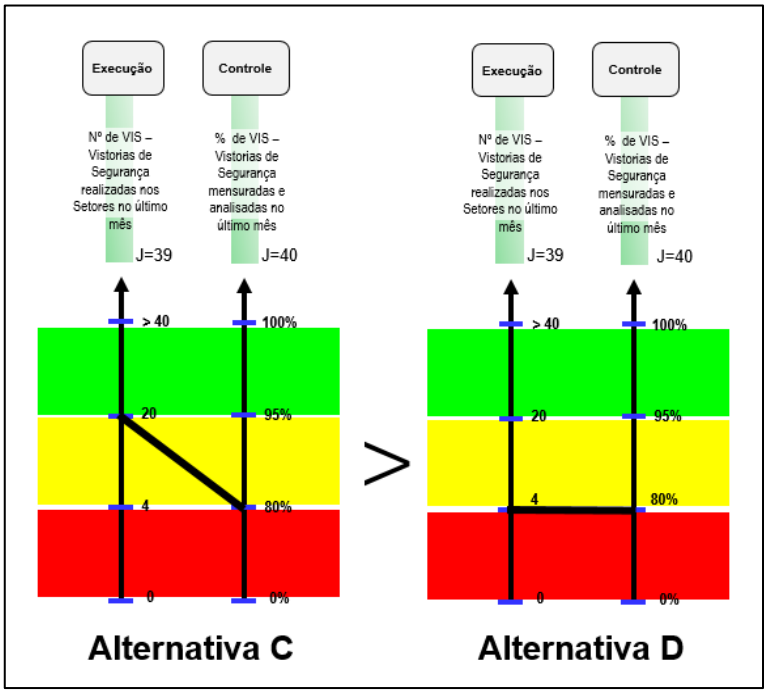
Figura 84 - Teste 1 de Independência Preferencial Ordinal do PVE ‘Execução’‘Controle’ em função do PVE ‘Controle’ - Alternativas A e B



Fonte: Autor (2020).

Teste 2: Mantendo-se ‘Controle’ constante no nível ‘Neutro’ (80 % das vistorias de segurança mensuradas e analisadas no último mês), a alternativa C é julgada pelo decisor preferível à alternativa D para o desempenho entre os níveis ‘Neutro’ e ‘Bom’, conforme Figura 85.

Figura 85 - Teste 2 de Independência Preferencial Ordinal do PVE ‘Execução’ em função do PVE ‘Controle’ - Alternativas C e D



Fonte: Autor (2020).

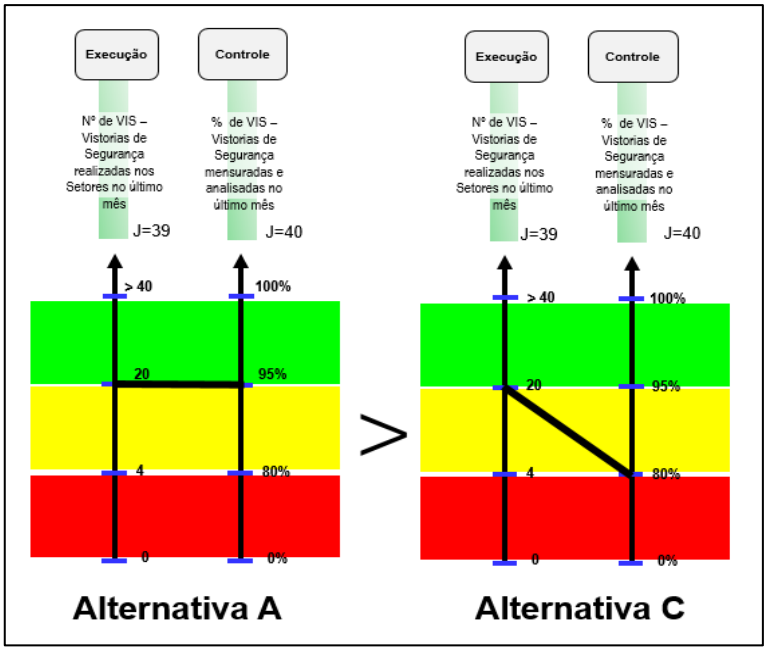
Consequentemente, pode-se confirmar que o ponto de vista ‘Execução’ é ordinalmente preferencialmente independente do ponto de vista ‘Controle’, pois para o decisor, realizar 20 vistorias de segurança nos setores no último mês é mais atrativo do que realizar 4 vistorias de segurança nos setores no último mês, para qualquer que seja o nível de ‘Controle’ entre 80% e 95%. Assim, tem-se que:

$$\text{Para todo } C = \{95\%, 80\%\}$$
$$V(20, C, ...) \ P \ V(4, C, ...)$$

Em continuidade ao Teste de Independência Preferencial Ordinal, para responder o segundo questionamento, o mesmo, também deve ser testado em duas seções, entretanto, a perspectiva das análises dos pontos de vista são alteradas, conforme a seguir:

Teste 1: Mantendo-se ‘Execução’ constante no nível ‘Bom’ (20 vistorias de segurança realizadas nos setores no último mês), a alternativa A é julgada pelo decisor preferível à alternativa C para o desempenho entre os níveis ‘Neutro’ e ‘Bom’, conforme Figura 86.

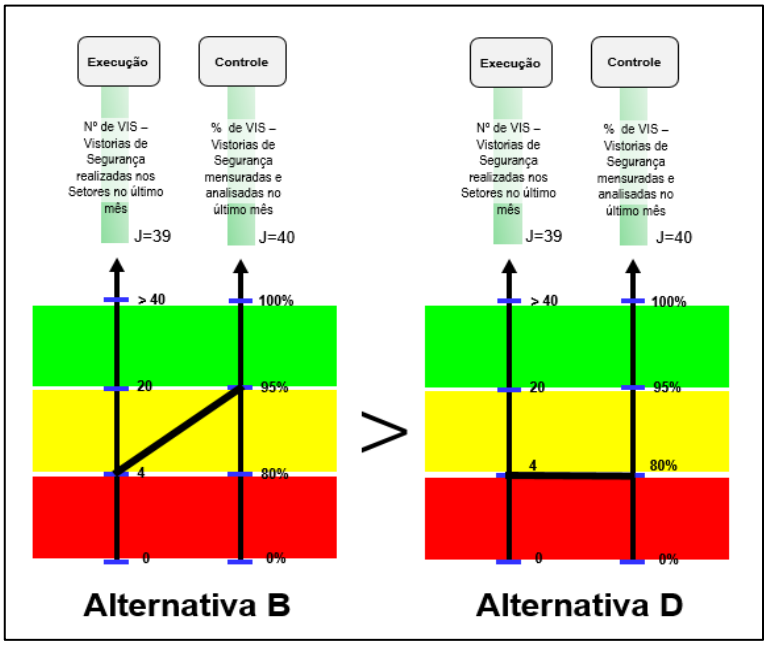
Figura 86 - Teste 1 de independência preferencial ordinal do PVE ‘Controle’ em função do PVE ‘Execução’ - Alternativas A e C



Fonte: Autor (2020).

Teste 2: Mantendo-se ‘Execução’ constante no nível ‘Neutro’ (4 vistorias de segurança realizadas nos setores no último mês), a alternativa B é julgada pelo decisor preferível à alternativa D para o desempenho entre os níveis ‘Neutro’ e ‘Bom’, conforme Figura 87.

Figura 87 - Teste 2 de independência preferencial ordinal do PVE ‘Controle’ em função do PVE ‘Execução’ - Alternativas B e D



Fonte: Autor (2020).

Sendo assim, pode-se confirmar que o ponto de vista ‘Controle’, para os desempenhos entre os níveis ‘Neutro’ e ‘Bom’ é ordinalmente preferencialmente independente do ponto de vista ‘Execução’, pois para o decisor, realizar 95% (‘Bom’) das mensurações e análises das vistorias de segurança no último mês é mais atrativo do que realizar 80% (‘Neutro’) das mensurações e análises das vistorias de segurança no último mês, para qualquer que seja o nível de ‘Execução’ entre 4 e 20. Assim, tem-se que:

Para todo E = {20, 4}
V(95%, E, ...) P V(80%, E, ...)

Em resposta ao terceiro questionamento do teste de Independência Preferencial Ordinal, uma vez concluído que o ponto de vista ‘Execução’ é preferencialmente ordinalmente independente do ponto de vista ‘Controle’ e, o inverso verdadeiro, considerado para todos os níveis de referência estabelecidos, desta maneira, pode-se afirmar que estes pontos de vista são mutuamente preferencialmente ordinalmente independentes. Isto é:

Para todo C = {95%, 80%}
V(20, C, ...) P V(4, C, ...)

Para todo E = {20, 4}
V(95%, E, ...) P V(80%, E, ...)

Por serem os pontos de vista ‘Execução’ e ‘Controle’, para desempenhos entre o nível ‘Neutro’ e ‘Bom’, mutuamente preferencialmente independentes, permite desta forma o uso de modelos agregação com critério único de síntese para representar o desempenho global.

4.2.2.1.2 Teste de independência preferencial cardinal (IPC)

A próxima etapa da análise de independência é a realização do teste de Independência Preferencial Cardinal (IPC). Para Ensslin, Montibeller Neto e Noronha (2001) o objetivo é verificar se a intensidade da diferença de atratividade (intensidade preferencial) entre duas alternativas, para impactos entre os níveis ‘Bom’ e ‘Neutro’ respectivamente, em um determinado Ponto de Vista, não é afetada pelo impacto (performances) destas alternativas nos demais pontos de vista. Da mesma maneira do teste IPO, este é executado em três momentos diferentes. Inicialmente em função do ponto de vista ‘Execução’ através do descritor j=39, logo

após, em função do ponto de vista ‘Controle’ através do descritor j=40. O objetivo desta etapa é verificar se os pontos de vista são cardinalmente preferencialmente independentes.

Para tanto, o teste é operacionalizado visando responder os seguintes questionamentos:

(i) É o ponto de vista ‘Execução’ (descritor j=39), para desempenhos entre o nível ‘Neutro’ e ‘Bom’, cardinalmente preferencialmente independente do ponto de vista ‘Controle’ (descritor j=40), para desempenhos entre o nível ‘Neutro’ e ‘Bom’?

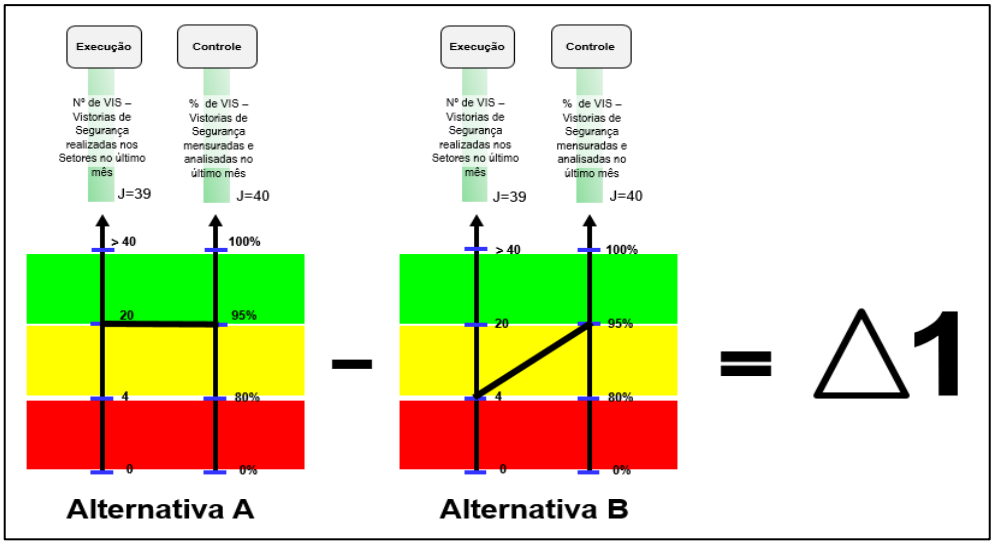
(ii) É o ponto de vista ‘Controle’ (descritor j=40), para desempenhos entre o nível ‘Neutro’ e ‘Bom’ cardinalmente preferencialmente independente do ponto de vista ‘Execução’ (descritor j=39), para desempenhos entre o nível ‘Neutro’ e ‘Bom’?

(iii) São os pontos de vista ‘Execução’ (descritor j=39) e o ponto de vista ‘Controle’ (descritor j=40), para desempenhos entre o nível ‘Neutro’ e ‘Bom’, mutuamente cardinalmente preferencialmente independente?

Para responder o primeiro questionamento, faz-se necessário analisar os resultados conforme realização de dois testes, sendo:

Teste 1: Mantendo-se ‘Controle’ constante no nível ‘Bom’ (95% das vistorias de segurança mensuradas e analisadas no último mês), a intensidade da diferença de atratividade entre as alternativas A e B para o desempenho entre os níveis ‘Neutro’ e ‘Bom’, é demostrada pela Figura 88.

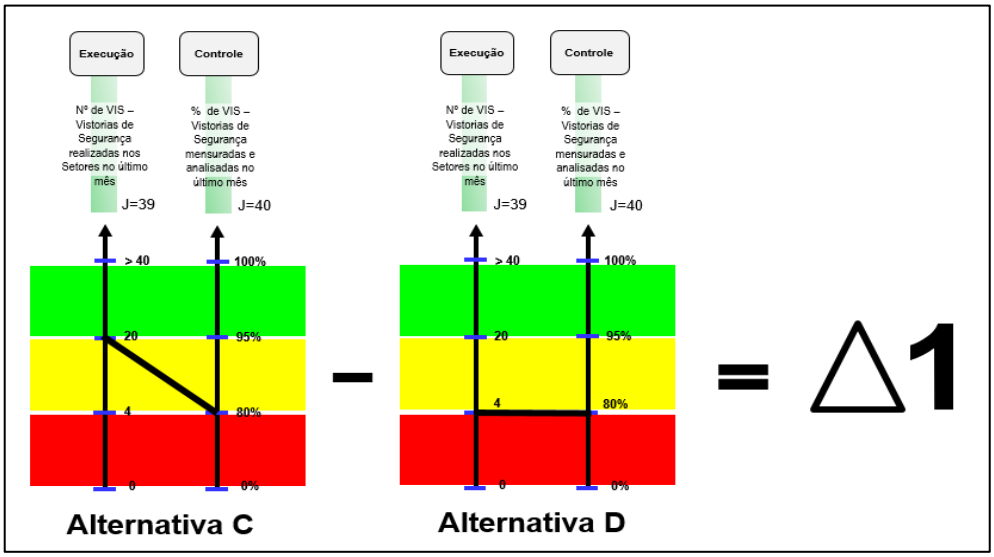
Figura 88 - Teste 1 de independência preferencial cardinal do PVE ‘Controle’ em função do PVE ‘Execução’ - Alternativas A e B



Fonte: Autor (2020).

Teste 2: Mantendo-se ‘Controle’ constante no nível ‘Neutro’ (80% das vistorias de segurança mensuradas e analisadas no último mês), a intensidade da diferença de atratividade entre as alternativas C e B para o desempenho entre os níveis ‘Neutro’ e ‘Bom’ é demostrada pela Figura 89.

Figura 89 - Teste 2 de independência preferencial cardinal do PVE ‘Controle’ em função do PVE ‘Execução’ - Alternativas C e D



Fonte: Autor (2020).

A partir dos testes realizados, consegue-se responder o primeiro questionamento citado, visto que, pode-se afirmar que o ponto de vista ‘Execução’, para o intervalo entre os níveis de desempenho ‘Neutro’ e ‘Bom’, é cardinalmente preferencialmente independente do ponto de vista ‘Controle’, pois, para o decisor, a intensidade da diferença de atratividade Δ1 entre 4 (‘Neutro’) e 20 (‘Bom’), em termos de quantidades de vistorias de segurança nos setores realizadas mês último mês ‘Execução’, não é afetada para qualquer que seja o nível de ‘Controle’ entre 80% (Neutro) e 95% (Bom). Assim, tem-se que:

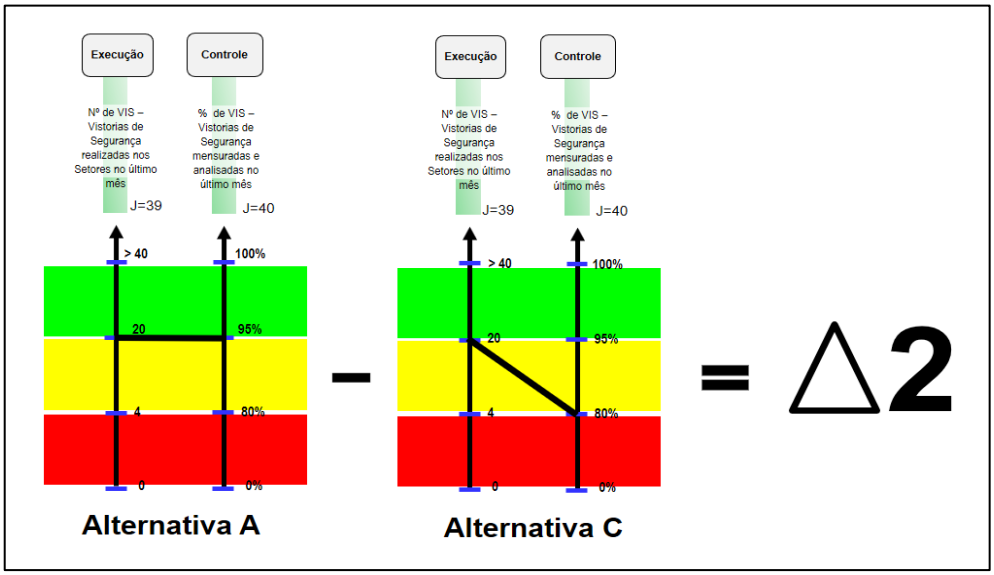
$$\text{Para todo } C = \{95\%, 80\%\}$$

$$V(20, C, ...) - V(4, C, ...) = \Delta 1$$

Em seguimento do teste de Independência Preferencial Cardinal, para responder o segundo questionamento, também, deve-se avaliar conforme realização de dois testes, neste caso, alterando a perspectiva da relação dos pontos de vistas, sendo:

Teste 1: Mantendo-se ‘Execução’ constante no nível ‘Bom’ (20 vistorias de segurança realizadas nos setores no último mês), a intensidade da diferença de atratividade entre as alternativas A e C para o desempenho entre os níveis ‘Neutro’ e ‘Bom’, é demostrada pela Figura 90.

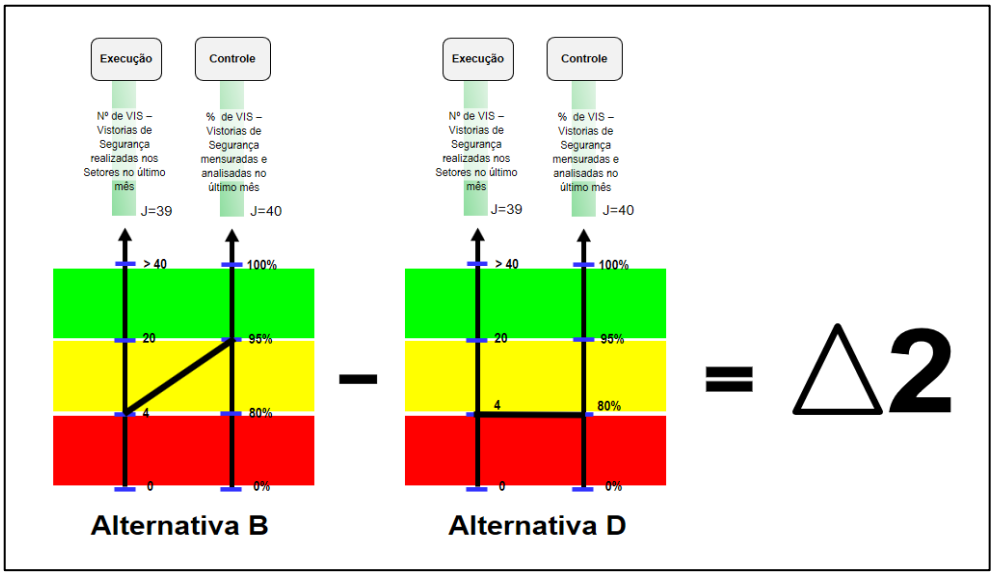
Figura 90 - Teste 1 de independência preferencial cardinal do PVE ‘Execução’ em função do PVE ‘Controle’ - Alternativas A e C



Fonte: Autor (2020).

Teste 2: Mantendo-se ‘Execução’ constante no nível ‘Neutro’ (4 vistorias de segurança realizadas nos setores no último mês), a intensidade da diferença de atratividade entre as alternativas B e D para o desempenho entre os níveis ‘Neutro’ e ‘Bom’, é demostrada pela Figura 91.

Figura 91 - Teste 2 de independência preferencial cardinal do PVE ‘Execução’ em função do PVE ‘Controle’ - Alternativas B e D



Fonte: Autor (2020).

Desta maneira, pode-se responder o segundo questionamento do teste de Independência Preferencial Cardinal, pois, para o decisor, a intensidade da diferença de atratividade Δ 2 entre 80% (‘Neutro’) e 95% (‘Bom’), em termos de vistorias de segurança mensuradas e analisadas no último mês no PV ‘Controle’, não é afetada para qualquer que seja o nível de ‘Execução’ entre 4 (Neutro) e 20 (Bom). Assim, tem-se que:

$$\text{Para todo } E = \{20, 4\}$$

$$(95\%, E, ...) - (80\%, E, ...) = \Delta\ 2$$

Portanto, o ponto de vista ‘Execução’ para desempenhos no intervalo entre os níveis Bom e Neutro, é preferencialmente cardinalmente independente do ponto de vista ‘Controle’, para desempenhos no intervalo entre os níveis ‘Neutro’ e ‘Bom’, e o inverso verdadeiro, considerado para todos os níveis de referência estabelecidos.

Em resposta ao terceiro questionamento do teste de Independência Preferencial Cardinal, uma vez concluído que o ponto de vista ‘Execução’ considerado para todos os níveis de referência

estabelecidos, desta maneira, é preferencialmente cardinalmente independente do ponto de vista ‘Controle’, pode-se afirmar que estes pontos de vista são mutuamente preferencialmente cardinalmente independentes. Isto é:

$$\text{Para todo } C = \{95\%, 80\%\}$$
$$V(20, C, ...) - V(4, C, ...) = \Delta 2$$

$$\text{Para todo } E = \{20, 4\}$$
$$V(95\%, E, ...) - V(80\%, E, ...) = \Delta 2$$

Isto assegura que os pontos de vista ‘Execução’ e ‘Controle’ para desempenhos entre os níveis ‘Neutro’ e ‘Bom’ são mutuamente preferencialmente cardinalmente independentes permitindo desta forma o uso de modelos agregação a um critério único de síntese para representar o desempenho global, em senso estrito.

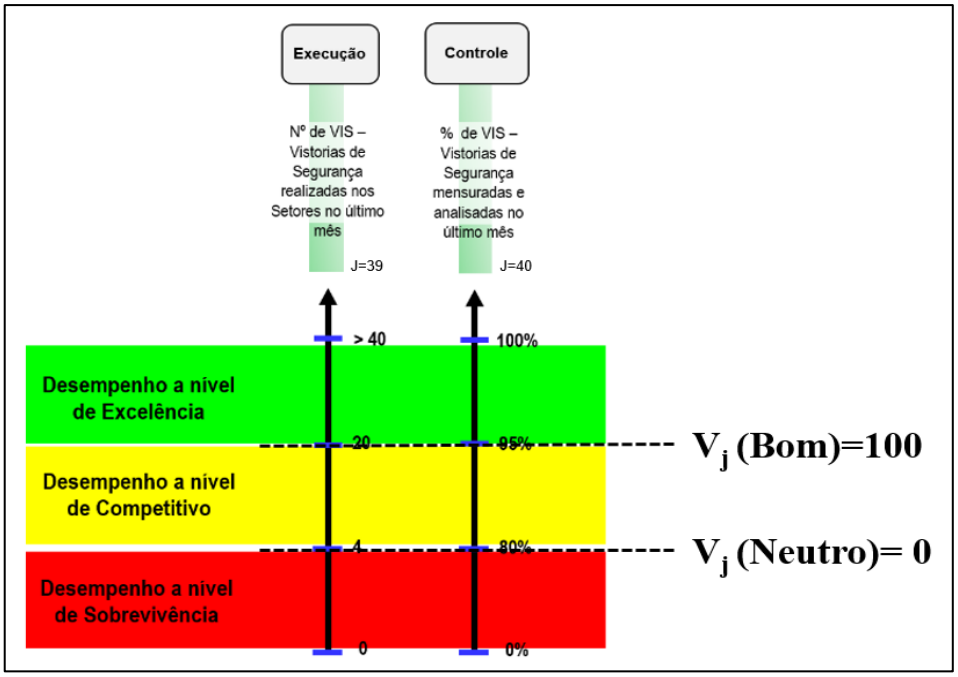
4.2.2.1.2.1 Interpretação dos valores Δj, j=1,n

Para comprovar o Teste de Independência Preferencial Cardinal explorado na seção anterior, pode-se utilizar da interpretação dos valores deltas (Δj, j=1,n). Para tanto, é essencial, realçar que, para j = 1, 2, ..., n,

$$Vj(\text{Bom}) = 100$$
$$Vj(\text{Neutro}) = 0$$

O descrito é ilustrado na Figura 92.

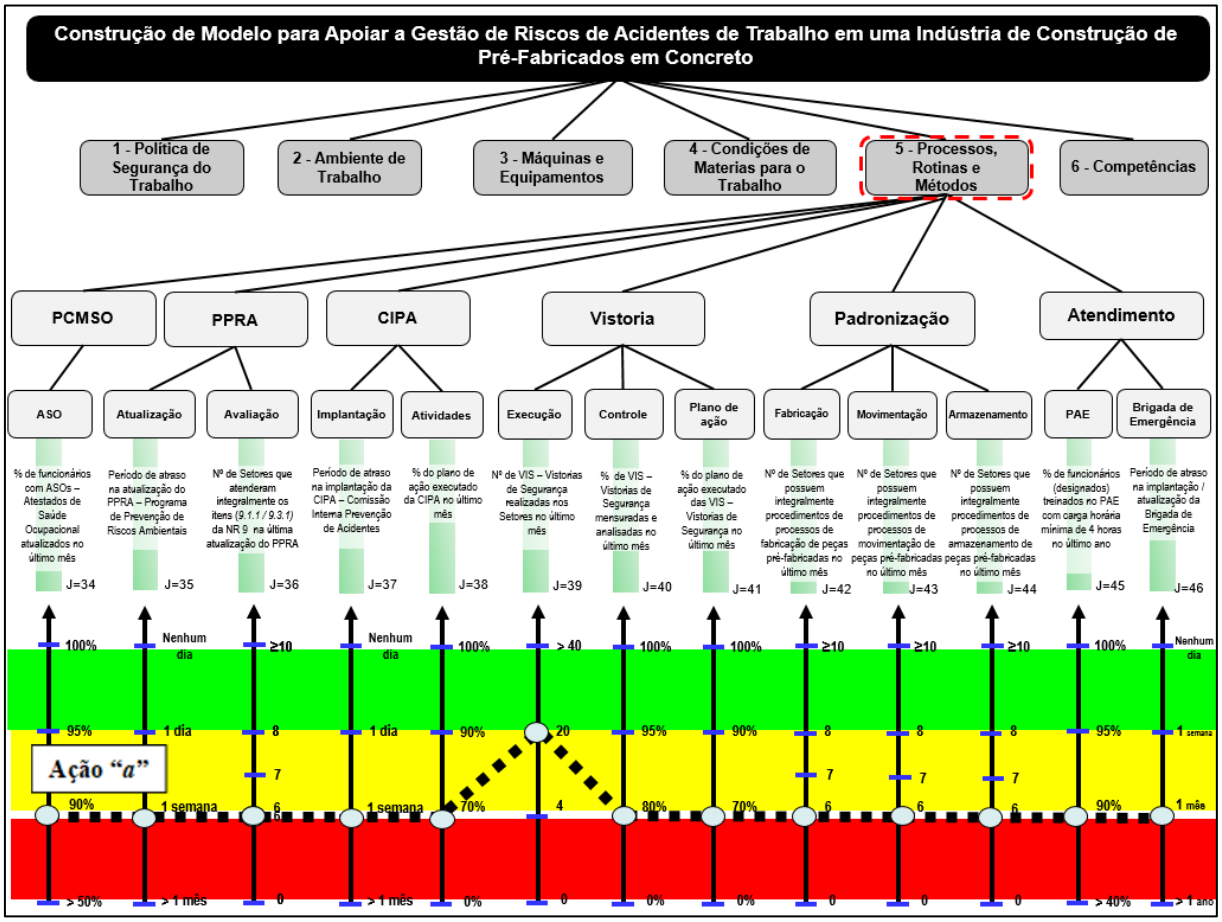
Figura 92 - Interpretação dos valores Δj, j=1,n



Fonte: Autor (2020).

Com esse objetivo, foram criadas duas ações '*a*' e '*b*' e visualizar seus perfis de desempenho para analisar os 'Δj, j=1,n'. A primeira ação (*a)* com desempenho no nível 'Bom' para o descritor 'j39', e desempenho 'Neutro' para todos os demais, conforme demonstrado na Figura 13, e a segunda ação (*b*) com desempenho 'Neutro' para todos os descritores, indicado na Figura 93, além das respectivas funções da equação de valor.

Figura 93 - Ação ‘a’ para o nível de desempenho ‘Bom’ no indicador j39



Fonte: Autor (2020).

Representada pela função da equação de valor:

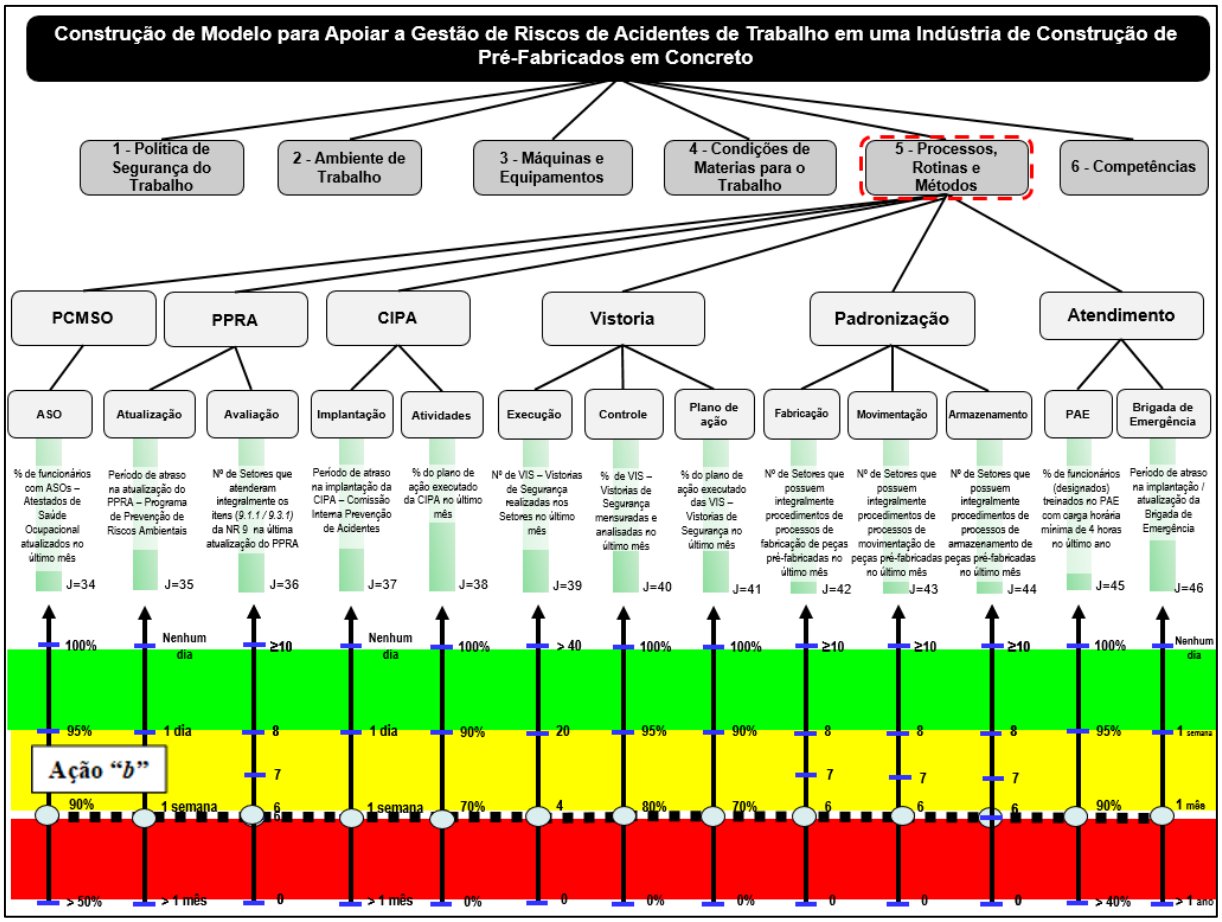
$$V(a) = k_{34}V_{34,N}(a) + k_{35}V_{35,N}(a) + k_{36}V_{36,N}(a) + k_{37}V_{37,N}(a) + k_{38}V_{38,N}(a) + k_{39}V_{39,B}(a) +$$

$$k_{40}V_{40,N}(a) + k_{41}V_{41,N}(a) + k_{42}V_{42,N}(a) + k_{43}V_{43,N}(a) + k_{44}V_{44,N}(a) + k_{45}V_{45,N}(a) + k_{46}V_{46,N}(a) =$$

$$V(a) = k_{34}0 + k_{35}0 + k_{36}0 + k_{37}0 + k_{38}0 + k_{39}\,100 + k_{40}0 + k_{41}0 + k_{42}0 + k_{43}0 + k_{44}0 + k_{45}0 + k_{46}0 =$$

$$\mathbf{V(a) = k_{39}100}$$

Figura 94 - Ação ‘b’ para o nível de desempenho ‘Neutro’ nos indicadores



Fonte: Autor (2020).

Representada pela função da equação de valor:

$$V(b) = k_{34}V_{34,N}(b) + k_{35}V_{35,N}(b) + k_{36}V_{36,N}(b) + k_{37}V_{37,N}(b) + k_{38}V_{38,N}(b) + k_{39}V_{39,N}(b) +$$

$$k_{40}V_{40,N}(b) + k_{41}V_{41,N}(b) + k_{42}V_{42,N}(b) + k_{43}V_{43,N}(b) + k_{44}V_{44,N}(b) + k_{45}V_{45,N}(b) + k_{46}V_{46,N}(b) =$$

$$V(b) = k_{34}0 + k_{35}0 + k_{36}0 + k_{37}0 + k_{38}0 + k_{39}0 + k_{40}0 + k_{41}0 + k_{42}0 + k_{43}0 + k_{44}0 + k_{45}0$$

$$+ k_{46}0 =$$

$$\mathbf{V(b) = 0}$$

Logo,

$$V(a) - V(b) = k_{39}100 - 0 =$$

$$V(a) - V(b) = k_{39}100$$

E como,

$$V(a) - V(b) = \Delta 1$$

Conclui-se que,

$$\mathbf{k_{39} = \Delta 1}$$

Observando que $k_{39} = \Delta 1$, ou seja, a taxa de compensação é igual ao acréscimo de valor (atratividade) provocado pela variação do nível 'Neutro' para o nível 'Bom' no respectivo ponto de vista considerado. Logo, se os valores Δ são constantes para todos os pontos de vistas, os valores de 'k" também serão. Portanto, pode-se assegurar que as taxas de compensação são constantes para os níveis de referência pré-estabelecidos e assim, pode-se construir modelos de agregação aditiva, como proposto pela MCDA-C.

Com a finalização da etapa dos Testes de Independência Preferencial Cardinal é possível dar continuidade a fase de avaliação da MCDA-C, com a construção das funções de valor e a identificação das taxas de compensação.

4.2.2.2 Construção de Funções de Valor

Após encerrados os testes de Independência Ordinal e Cardinal, bem como a interpretação dos valores Δ (delta), pode-se dar início a etapa de construção das funções de valor, cujo objetivo é transformar as escalas ordinais em cardinais, as quais possuem as propriedades para conduzir as operações matemáticas exigido pelo modelo de Agregação a Um Critério Único de Síntese.

A transformação das escalas ordinais em cardinais é realizada pela incorporação de informações sobre a diferença de atratividade entre todos os pares de níveis dos descritores (ENSSLIN; MONTIBELLER NETO; NORONHA, 2001). Ao consolidar as informações

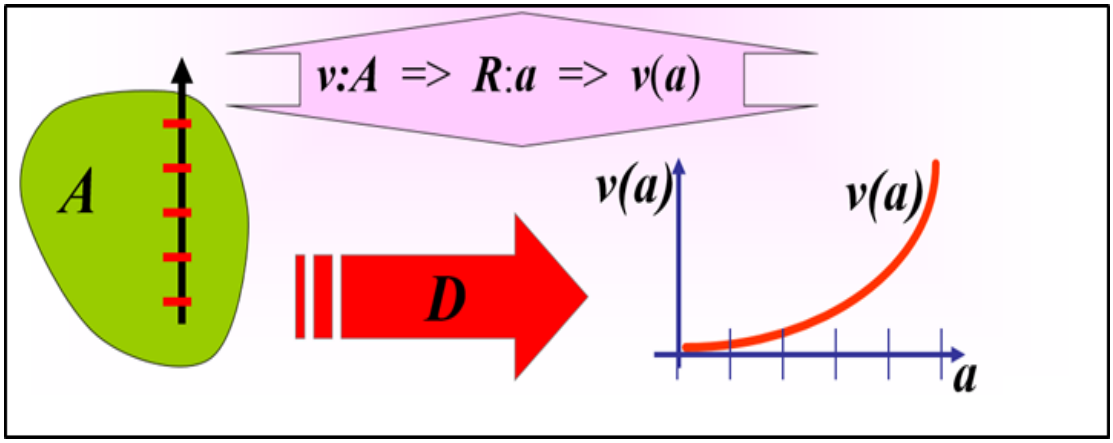
atribuídas pelo decisor, estas são processadas para que se possa identificar as possíveis funções de valor que atendam as diferenças de atratividade (BANA E COSTA; VANSNICK, 1994). Para o decisor, uma função de valor tem o significado de representar numericamente o nível de atratividade de uma ação, isto é, a função de valor representa um juízo de valor do decisor e assim, auxiliar a articulação de suas preferências, permitindo avaliar ações potenciais, segundo um determinado ponto de vista (ENSSLIN; MONTIBELLER NETO; NORONHA, 2001; TASCA *et al.* 2010).

Dentre a literatura científica, existem vários métodos que transformam as escalas ordinais em cardinais e estes, são agrupados conforme o tipo de julgamento utilizado, destacando-se: (i) por estimativas numéricas, (ii) por indiferença e (iii) por diferenças de atratividade (ENSSLIN, 2020a). No presente estudo, será utilizado para obtenção das escalas cardinais o método de julgamento por diferenças de atratividade e operacionalizado por meio do *software* MACBETH (*Measuring Attractiveness by a Categorical Based Evaluation Technique*).

O método proposto foi desenvolvido por Bana e Costa e Vansnick em 1995 (BANA E COSTA; VANSNICK, 1995) e atualmente é o método mais bem estruturado, e de maior credibilidade com relevância científica para a construção de funções de valor (ENSSLIN, 2020a). Através da construção de uma escala semântica (descrições verbais), onde o decisor analisa a diferença de atratividade entre pares de elementos do conjunto, o MACBETH testa a consistência dos juízos expressos, detecta fontes de inconsistência, quando esta existe, facilitando a revisão dos juízos em causa, e propõe uma escala numérica compatível com os juízos absolutos do avaliador (BANA E COSTA; VANSNICK, 1995).

O MACBETH respalda-se no desejo do decisor em construir uma escala cardinal de acordo com seu julgamento preferencial para o contexto decisório. A Figura 95 representa esquematicamente o contexto para qual o decisor deseja transformar o descritor ***A*** formado pelos níveis {$a1$, $a2$, ... , an} em um critério v (a).

Figura 95 - Representação do contexto de transformação de um descritor em um critério



Fonte: Ensslin (2020a).

Assim, seja ***A***, um conjunto finito de possíveis alternativas (níveis) definidas por um descritor para os quais o decisor ***D*** deseja construir uma escala cardinal, a função *v (a)* representa numericamente a atratividade da alternativa ***a*** para o decisor ***D*** se:

$$\forall\, \boldsymbol{a}, \boldsymbol{b} \in \boldsymbol{A},$$
$$\boldsymbol{v}(\boldsymbol{a}) > \boldsymbol{v}(\boldsymbol{b}),$$

Diante disso, para o decisor ***D***, a alternativa ***a*** é mais atrativa que ***b***, isto é, (***a*** P ***b***).

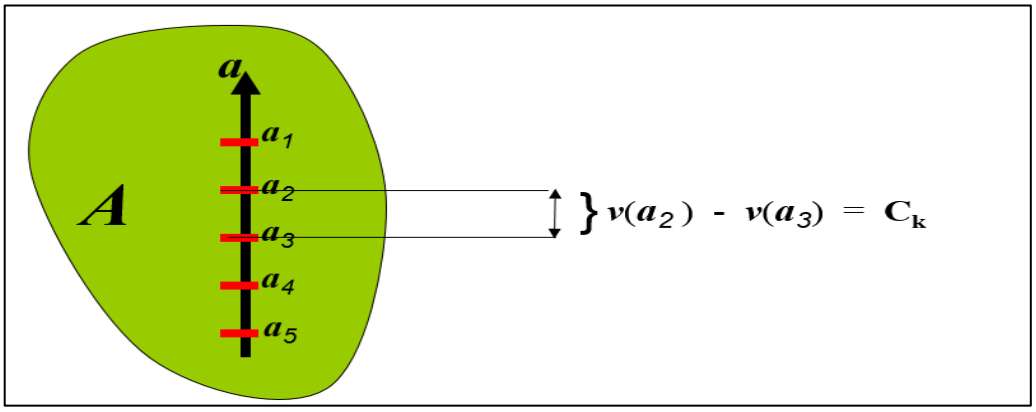
O requisito de cardinalidade equivale em garantir que a diferença positiva {***v***(***a***) - ***v***(***b***)} numericamente represente a diferença de atratividade entre os níveis ***a*** e ***b*** para o decisor ***D,*** tal como:

$$\forall\, \boldsymbol{a},\boldsymbol{b},\boldsymbol{c},\boldsymbol{d} \in \boldsymbol{A}, \quad \text{com} \quad \boldsymbol{a}\ \mathrm{P}\ \boldsymbol{b} \ \text{ e } \ \boldsymbol{c}\ \mathrm{P}\ \boldsymbol{d}\,,$$
$$\{\boldsymbol{v}(\boldsymbol{a}) - \boldsymbol{v}(\boldsymbol{b})\} \ \mathrm{P}\ \{\boldsymbol{v}(\boldsymbol{c}) - \boldsymbol{v}(\boldsymbol{d})\},$$

Para o decisor ***D,*** a diferença de atratividade entre ***a*** e ***b*** é preferível que entre ***c*** e ***d.***

Um dos benefícios da utilização do método MACBETH, quando da sua execução, é propor ao decisor questionamentos simples e semânticos a serem respondidos (verbal, qualitativo), envolvendo somente duas ações (níveis) em cada pergunta, fazendo o uso da noção de diferença de atratividade (comparação semântica) entre duas alternativas (ações, $\boldsymbol{a}_s$ e $\boldsymbol{a}_t$) do conjunto ***A*** (ENSSLIN, 2020a), conforme apresentado na Figura 96.

Figura 96 - Origens dos dados da Diferença de Atratividade no Método MACBETH



Fonte: Ensslin (2020a).

Dentre esse entendimento, com o auxílio de MACBETH, solicita-se ao decisor ***D*** a expressar seu julgamento absoluto da diferença de atratividade entre as ações ***a*** de ***A*** utilizando-se das categorias semânticas: $\mathbf{C_k}$, , onde:

$$v(a) - v(b) = C_k , \qquad k= 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6$$

Onde:

C_0 = **não existe** diferença de atratividade;
C_1 = a diferença de atratividade é **muito fraca;**
C_2 = a diferença de atratividade é **fraca;**
C_3 = a diferença de atratividade é **moderada;**
C_4 = a diferença de atratividade é **forte;**
C_5 = a diferença de atratividade é **muito forte;**
C_6 = a diferença de atratividade é **extrema.**

Nessas condições, o método MACBETH requer que o decisor ***D*** manifeste seu julgamento preferencial para todas as combinações, isto é:

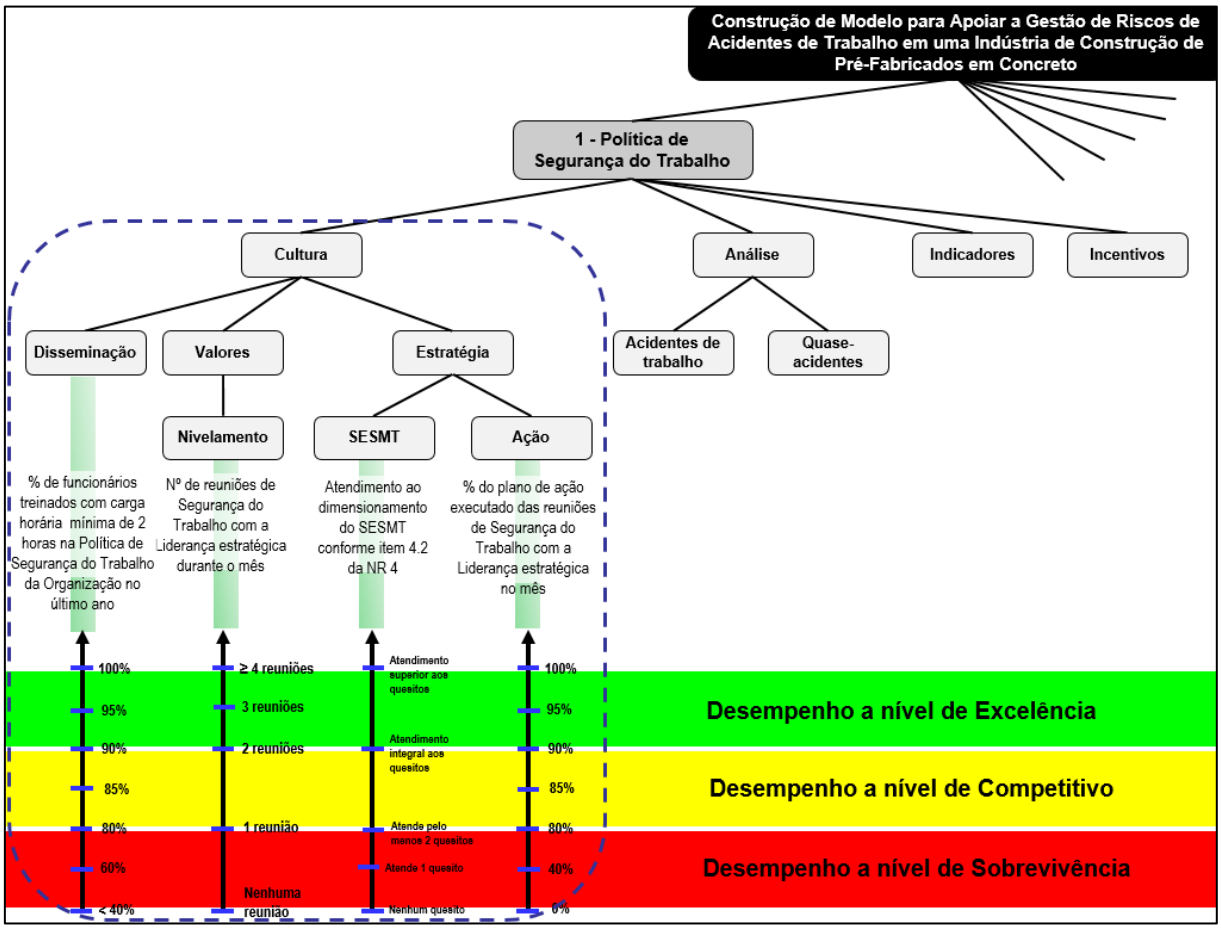
$$(a, b) = P^k = C_k , \quad (a, b) \text{ de } A$$

O que informa a preferência do decisor da ação ***a*** em relação a ***b*** com grau k, ou seja, quanto maior k, maior a sua preferência. Ressalta-se que, com as respostas das comparações

par a par entre as ações potenciais, constrói-se uma matriz de julgamento semântico. Quando finalizada, as escolhas preferências do decisor estarão dispostas de forma ordenada na matriz. Logo, o MACBETH gera uma escala numérica (cardinal) para aquele descritor (BANA E COSTA; VANSNICK, 1994).

Na presente pesquisa, foram construídas as funções de valor para todos os descritores, entretanto, para efeito de ilustração, será demonstrado os procedimentos adotados na construção dos descritores dos PVE: (i) Disseminação, (ii) Nivelamento, (iii) SESMT e (iv) Ação, que foram obtidos a partir do PVE 'Cultura' e gerado do PVF 'Políticas de Segurança do Trabalho', conforme demonstrado na Figura 97.

Figura 97 - Estrutura Hierárquica de Valor do PVF Política de Segurança do Trabalho, com destaque para os PVEs que serão demonstradas as construções das funções de valor

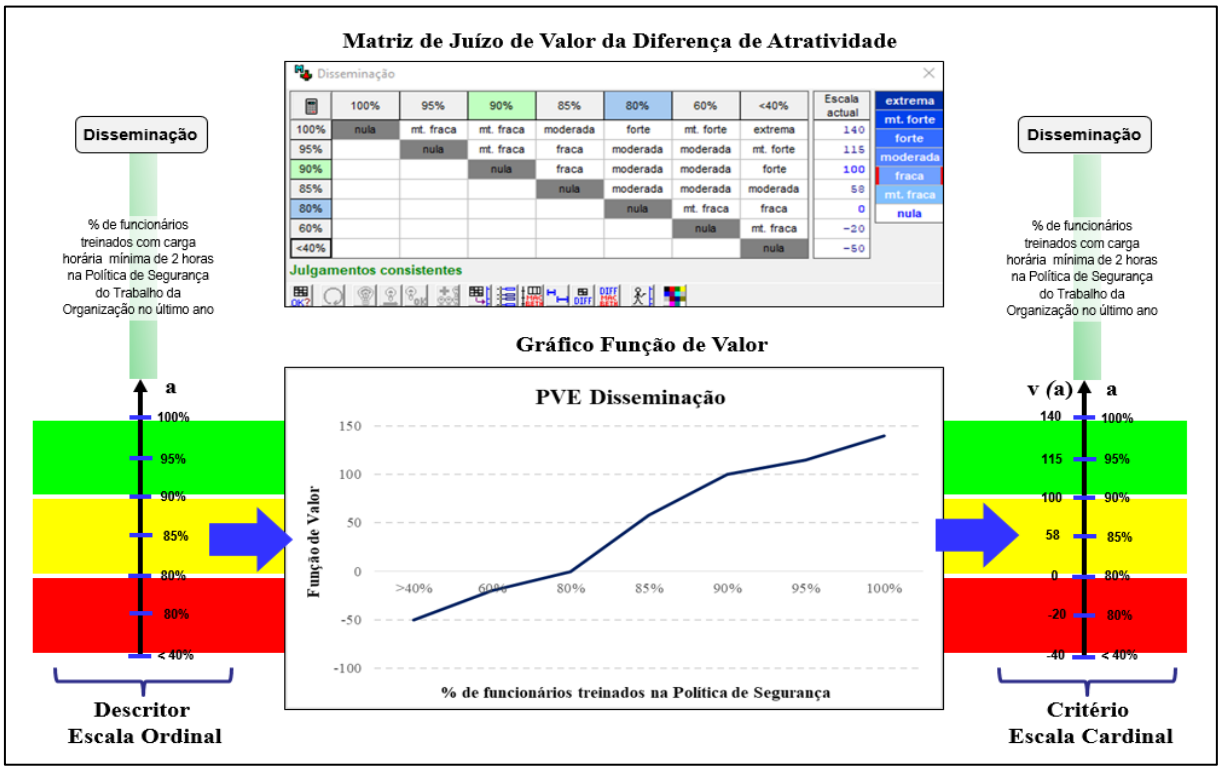


Fonte: Autor (2020).

A Figura 98 apresenta a construção da escala cardinal (função de valor) para o descritor do PVE 'Disseminação', e sua transformação em um critério, além da ilustração da matriz de diferença de atratividade (matriz de julgamento semântico) construída com o *software*

MACBETH e a representação gráfica da função de valor. Para os demais PVEs do modelo, as matrizes de julgamento semântico elaboradas para a construção das escalas cardinais, podem ser observadas no Apêndice O.

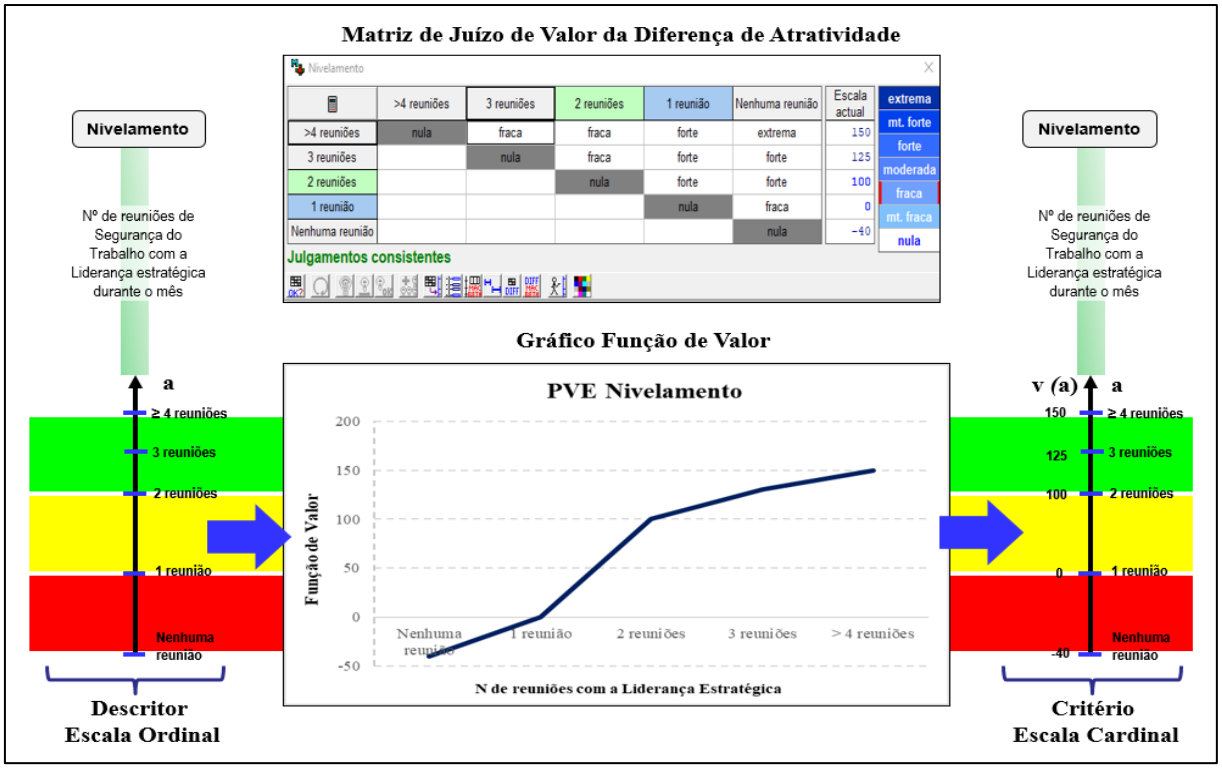
Figura 98 - Construção da função de valor para o PVE ‘Disseminação’



Fonte: Autor (2020).

A Figura 99 demonstra o processo para o descritor do PVE ‘Nivelamento’.

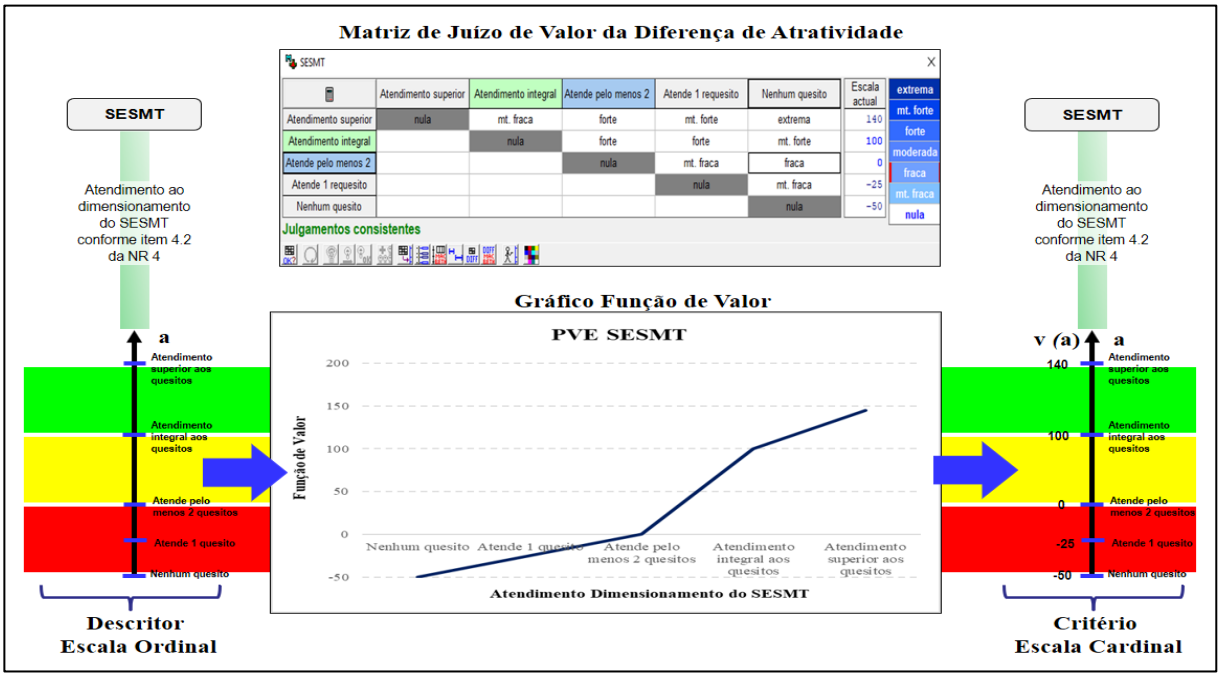
Figura 99 - Construção da função de valor para o PVE ‘Nivelamento’



Fonte: Autor (2020).

Para o PVE ‘SESMT’, a construção da escala cardinal está retratada na Figura 100.

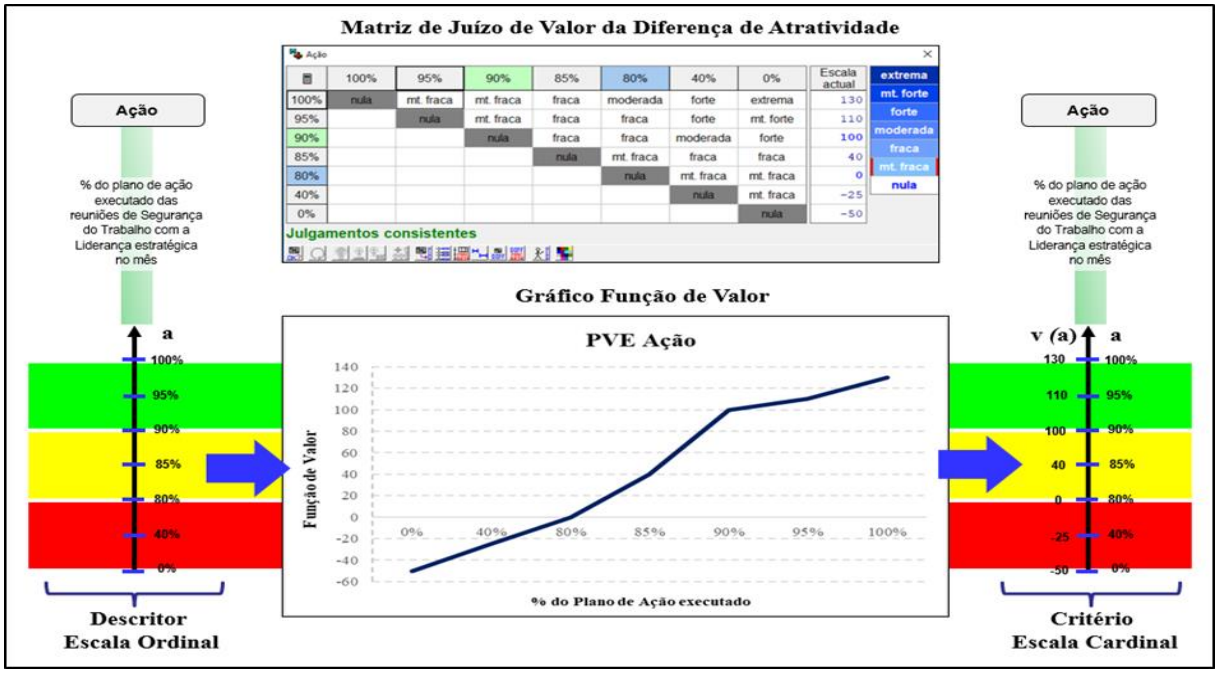
Figura 100 - Construção da função de valor para o PVE ‘SESMT’



Fonte: Autor (2020).

A Figura 101 ilustra o processo de construção da função de valor para o PVE ‘Ação’.

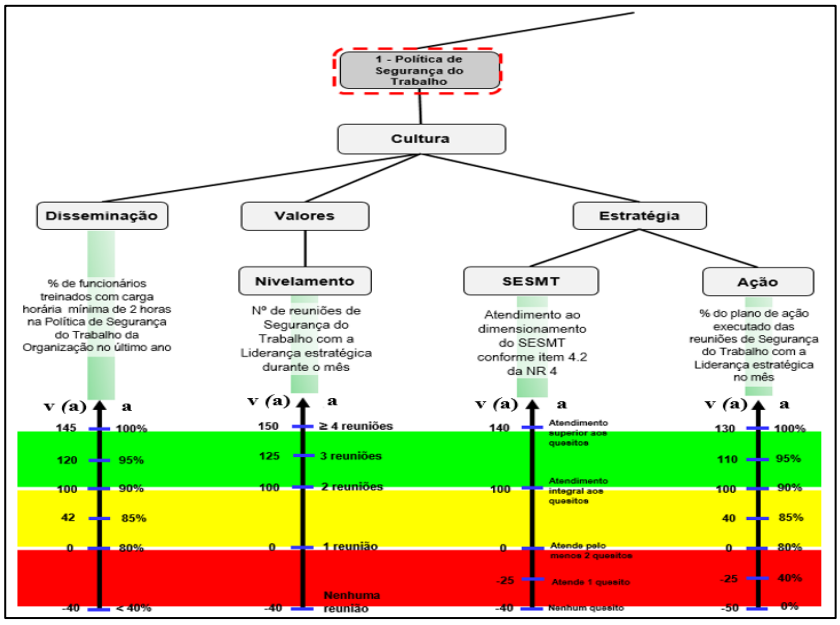
Figura 101 - Construção da Função de Valor para o PVE ‘Ação’



Fonte: Autor (2020).

Em síntese, a Figura 102 apresenta a Estrutura Hierárquica de Valor com as escalas ordinais e cardinais construídas para o PVE ‘Cultura’ a partir do PVF ‘Política de Segurança do Trabalho’. A Estrutura Hierárquica de Valor com as escalas ordinais e cardinais de todo o modelo pode ser consultada no Apêndice P.

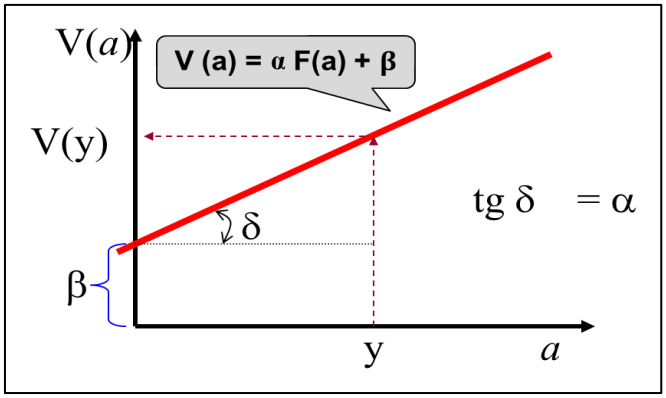
Figura 102 - Funções de valor dos descritores integrantes do PVE ‘Cultura’



Fonte: Autor (2020).

Destaca-se que a função de valor é uma escala de intervalo e deste modo, pode ser representada pela função linear **V (a) = *α* F(a) + β,** onde *a* e β são constantes, de acordo a Figura 103.

Figura 103 - Expressão da função de valor



Fonte: Ensslin (2020a).

Desta forma, por se tratar de uma escala de intervalo, para realizar a equivalência entre escalas, necessita-se dois (2) pontos, ou seja, uma reta. Caso o decisor almeje uma escala *f* (a) que tenha níveis de referências distintos, com a aplicação desta expressão, pode-se re-escalar a nova função de valor. Para ilustrar essa operação, utilizaremos como referência os valores obtidos no PVE 'Ação'. Nesta situação, o decisor deseja re-escalar a nova função, considerando alterar o nível 'Bom' de a3 para a2 e o nível 'Neutro' a5 para a6, assim temos:

$$f(a) = \alpha * v(a) + \beta$$

$f(a3) = \alpha * v(a3) + \beta = 100$ ⇒ nível 'Bom'

$f(a5) = \alpha * v(a5) + \beta = 0$ ⇒ nível 'Neutro'

Substituindo os valores de v(a3) por v(a2) e v(a5) por v(a6) das novas funções, tem-se:

$$100 = \alpha * 110 + \beta \qquad (1)$$

$$0 = \alpha * (-25) + \beta \qquad (2)$$

Diante dessas informações:

$$\beta = 25 * \alpha$$

Substituindo-se o valor de β na expressão (1), tem-se:

$$100 = \alpha * 110 + 25 * \alpha = 135\ \alpha$$

Dessa maneira:

$$\alpha = 0{,}7407$$

$$\beta = 18{,}5185$$

Então, a nova expressão re-escalonando a função de valor é:

$$\boldsymbol{f\,(a) = 0{,}7407 * v(a) + 18{,}5185}$$

Assim, substituindo os valores tem-se:

$f\,(100\%) = 0{,}7407 * v(100\%) + 18{,}5185 = 0{,}7407 * 130 + 18{,}5185 = 114{,}81 = 115$

$f\,(95\%) = 0{,}7407 * v(95\%) + 18{,}5185 = 0{,}7407 * 110 + 18{,}5185 = 100$

$f\,(90\%) = 0{,}7407 * v(90\%) + 18{,}5185 = 0{,}7407 * 100 + 18{,}5185 = 92{,}59 = 92$

$f\,(85\%) = 0{,}7407 * v(85\%) + 18{,}5185 = 0{,}7407 * 40 + 18{,}5185 = 48{,}14 = 48$

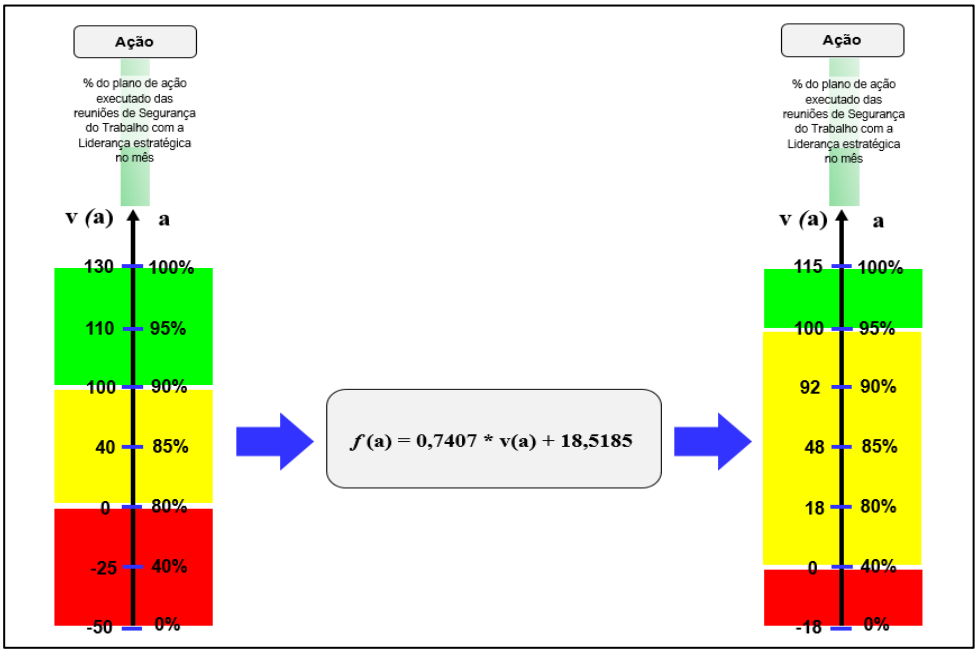
$f\,(80\%) = 0{,}7407 * v(80\%) + 18{,}5185 = 0{,}7407 * 0 + 18{,}5185 = 18{,}52 = 18$

$f\,(40\%) = 0{,}7407 * v(40\%) + 18{,}5185 = 0{,}7407 * (-25) + 18{,}5185 = 0$

$f\,(0\%) = 0{,}7407 * v(0\%) + 18{,}5185 = 0{,}7407 * (-50) + 18{,}5185 = (-\ 18{,}52) = (-18)$

A Figura 104 representa esquematicamente a transformação dos descritores do PVE ‘Ação’ após o reescalonamento utilizando a nova expressão de função de valor apresentada.

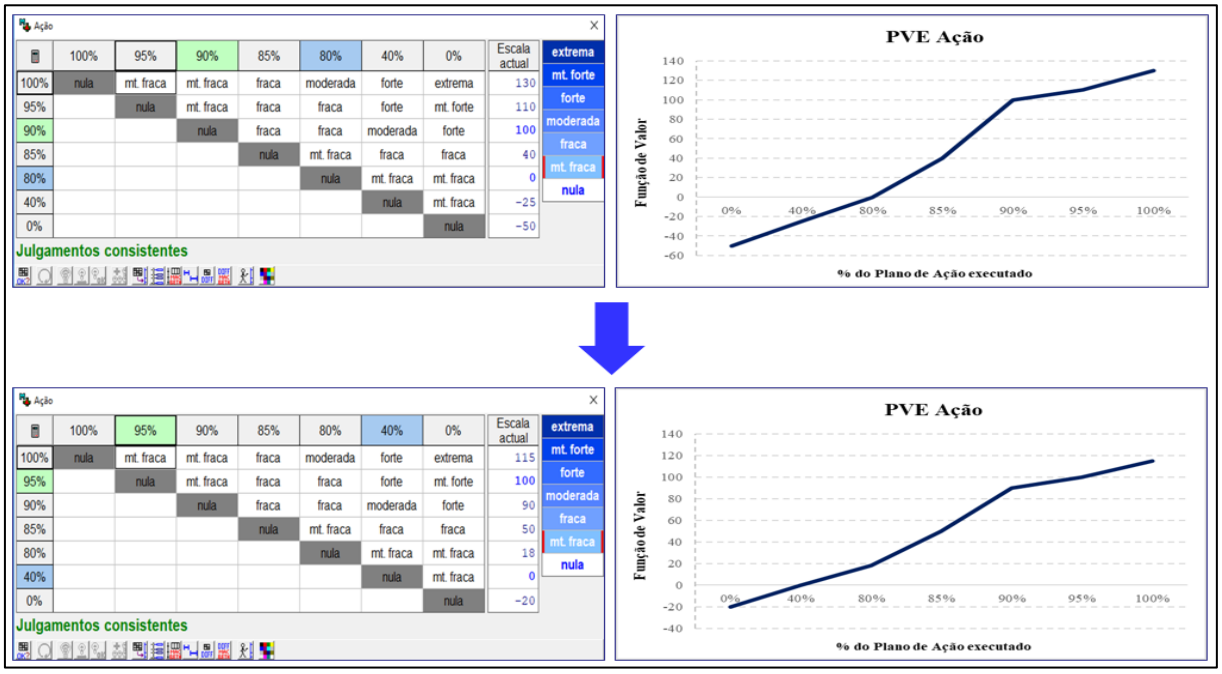
Figura 104 - Processo de reescalonamento do descritor do PVE ‘Ação’



Fonte: Autor (2020).

A mesma operação apresentada pode ser feita utilizando o MACBETH, nesta situação, altera-se os valores das referências ‘Bom’ e ‘Neutro’ na matriz semântica e o *software* recalcula os valores critérios para a escala, de acordo demonstrado na Figura 105 onde é realizado o reescalonamento do descritor do PVE ‘Ação’

Figura 105 - Processo de reescalonamento do descritor do PVE ‘Ação’ no MACBETH



Fonte: Autor (2020).

Como pode observar o processo de reescalonamento dos níveis de referência das funções de valor altera a escala dos eixos sem, no entanto, modificar o formato da curva.

Ao findar a etapa de construção das funções de valor para todos os descritores do modelo, esta nova função passou a denominar-se critério ou função cardinal, deste modo, a avaliação local de todas as possíveis ações do contexto é plausível, entretanto, para a avaliação global é necessário a integração destes critérios, o que é realizado conforme protocolo da MCDA-C, via taxas de compensação.

4.2.2.3 Construção de taxas de compensação

A construção de taxas de compensação, também denominadas taxas de substituição, tem como finalidade informar a contribuição de cada critério, quando o desempenho de uma alternativa passa do nível ‘Neutro’ para o nível ‘Bom’. Com base nas taxas de compensação de cada critério, pode-se construir uma equação que permitirá fazer uma avaliação global do contexto avaliado (ENSSLIN *et al.*, 2017). Vale ressaltar que, as taxas de compensação de um modelo multicritério de avaliação expressam, segundo o julgamento do decisor, a contribuição, para o Ponto de Vista superior, ao ter o desempenho um incremento do nível de referência inferior para o superior, sendo essa uma característica das escalas de intervalo nos modelos de

agregação a um critério único de sintese. Essa forma de compreensão das taxas faz com que sua interpretação seja a de ser um fator de escala que transforma unidades locais em unidades globais. (ENSSLIN, 2020a).

Entretanto, não tem fundamentação científica em determinar as taxas de compensação sem antes ter estipulado os níveis de referência para cada critério, visto que, as taxas representam a contribuição de passar de um nível de referência inferior para o superior (KEENEY, 1992; ENSSLIN, 2020a). Outro aspecto a ser considerado, é a dificuldade em obter as taxas na prática, pois, exigem um grande nível de abstração por parte dos tomadores de decisão. Soma-se ao fato que a noção de uma compensação mensurável entre fatores, é artificial ao ser humano. Deste modo, o facilitador deve assegurar que os decisores estão compreendendo claramente a lógica dos questionamentos e a noção de compensação entre os critérios (ENSSLIN; MONTIBELLER NETO; NORONHA, 2001).

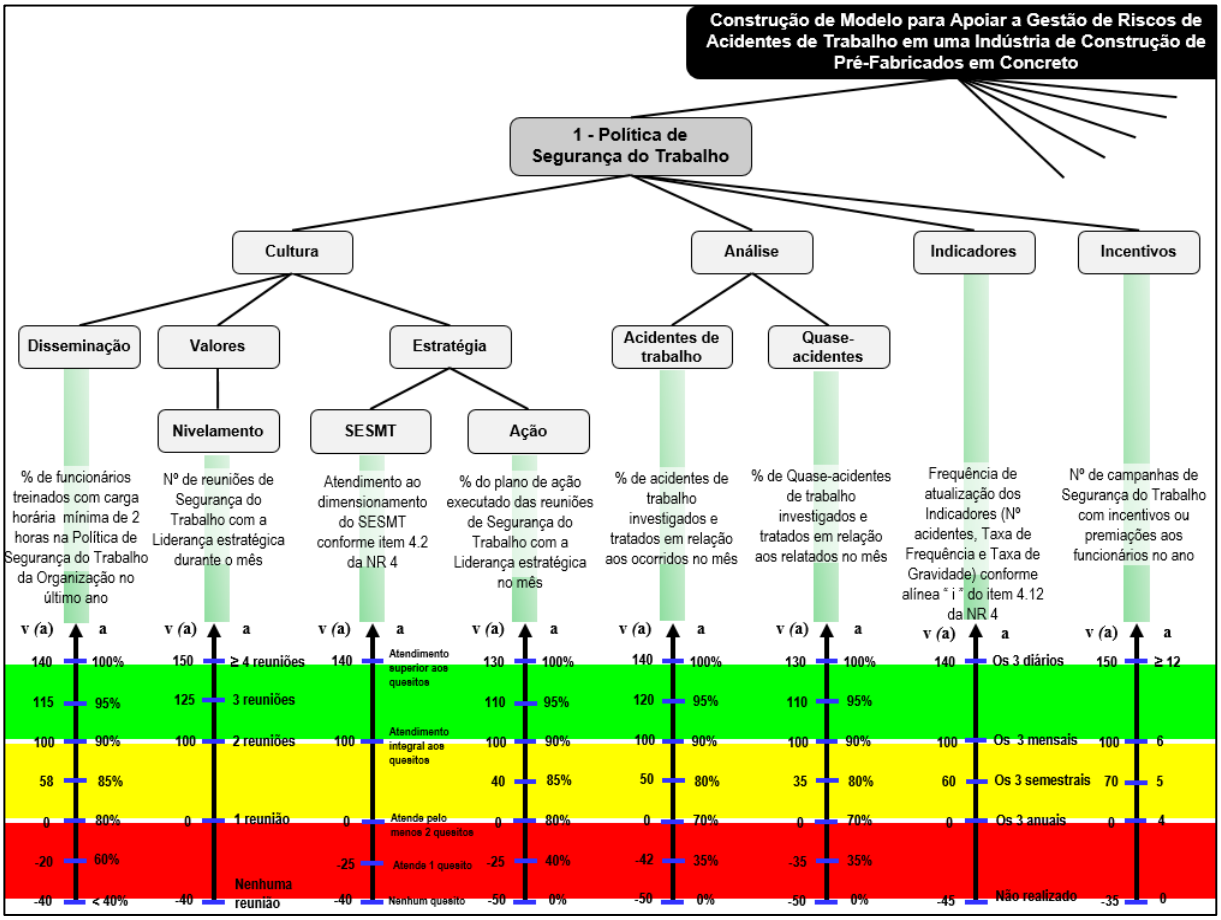
Com este entendimento, o primeiro passo para a determinação das taxas de compensação consiste em criar ações fictícias com desempenho ‘Bom’ em um critério e ‘Neutro’ nos demais. O segundo passo consiste em ordenar estas alternativas e por fim determinar as taxas.

Para ordenar as alternativas, o protocolo MCDA-C sugere a utilização da Matriz de Roberts para apoiar o ordenamento do juízo de preferência do decisor. Nesta matriz, pode-se comparar par a par cada alternativa e atribuir o valor 1 (um) para a ação preferida e o valor 0 (zero) para a outra ação. Após realizadas todas as comparações, os valores das linhas são somados e, de acordo com estes, obtêm-se a ordenação de preferência do decisor (ENSSLIN, MONTIBELLER NETO; NORONHA, 2001).

Para determinar as taxas de compensação, a mesma pode ser realizada de duas maneiras distintas com o auxílio do *software* MACBETH: (i) considerando as alternativas como níveis de desempenho de um descritor obtendo sua função de valor e normatizando a escala (ii) utilizando a ordenação e a função ponderação no *software.* A utilização do MACBETH na determinação das taxas facilita o processo de tomada de decisão, uma vez que, com o mesmo tipo de procedimento utilizado para a determinação das funções de valor cardinal locais, pode-se obter as taxas necessárias à agregação das avaliações locais das ações potenciais (ENSSLIN, 2020a).

Para ilustrar a determinação das taxas de compensação no modelo construído para a pesquisa, será demonstrado os processos de construção para o PVF ‘Política de Segurança do Trabalho’, conforme retratado na Figura 106.

Figura 106 - EHV do PVF ‘Política de Segurança do Trabalho’ utilizado para determinação das taxas de compensação



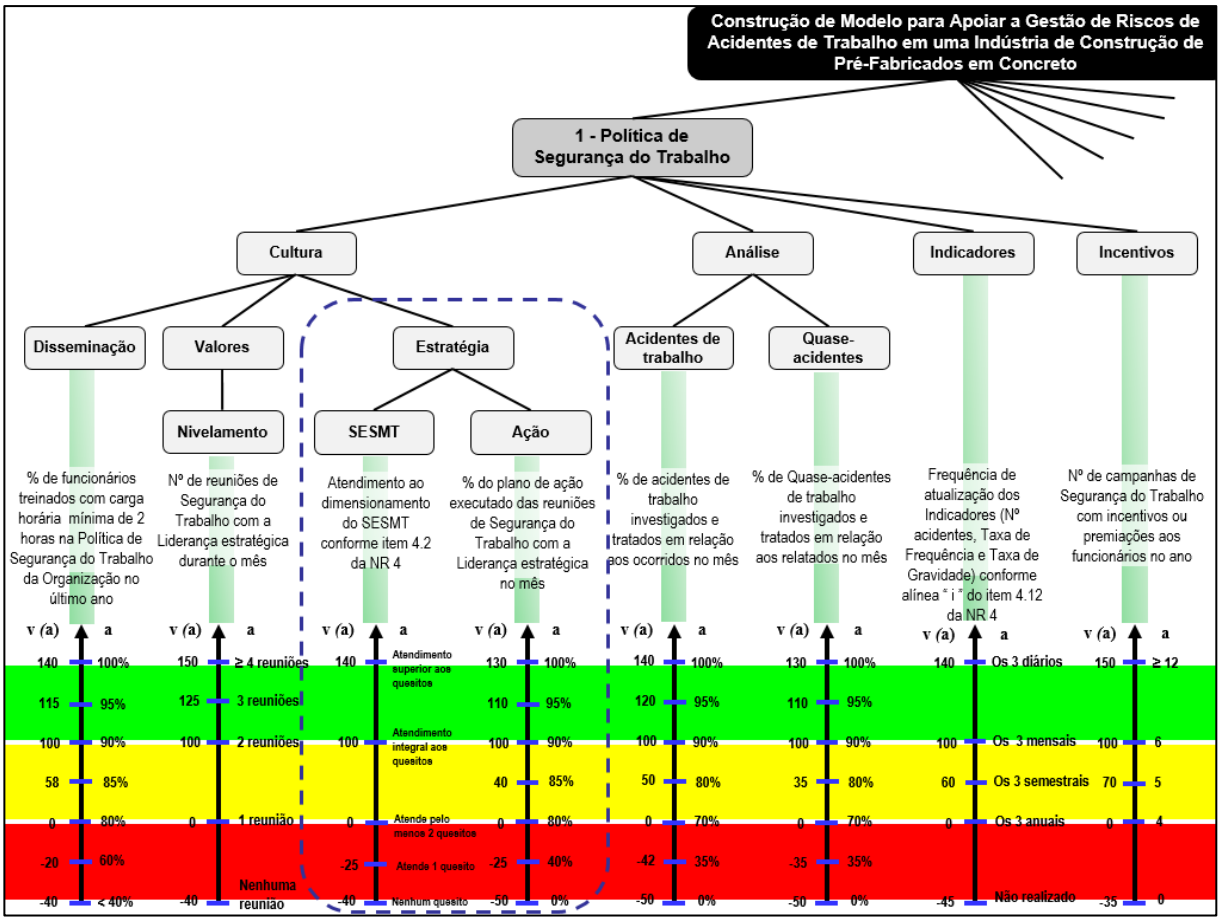
Fonte: Autor (2020).

A determinação das taxas é realizada a partir dos níveis inferiores para os superiores, uma vez que, é preciso garantir que quando da determinação das taxas superiores, as alternativas que as formam tenham em conta as taxas inferiores.

4.2.2.3.1 Determinação das Taxas de Compensação para o PVE ‘Estratégia’

A primeira etapa é a identifição dos PVEs a serem desenvolvidos no processo de determinação de taxas de compensação. A Figura 107 esclarece o entendimento da hierarquização identificando o PVE ‘Estratégia’.

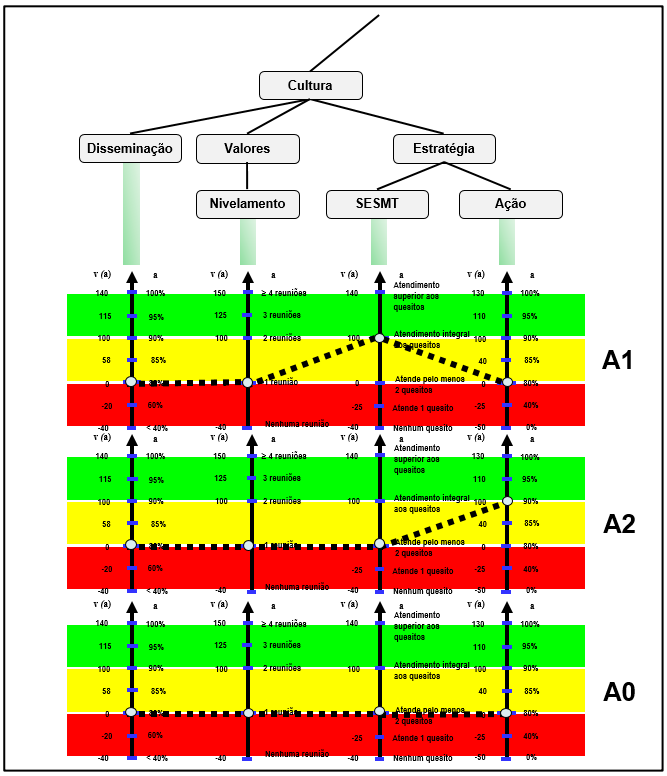
Figura 107 - Identificação do PVE ‘Estratégia’



Fonte: Autor (2020).

Logo, identifica-se as alternativas que evidenciem a contribuição associada a cada taxa e também, uma alternativa que aponte a ausência de contribuição para ser usada como referência. A Figura 108 retrata as alternativas para os PVE ‘Estratégia’ que abrange os PVEs ‘SESMT’ e ‘Ação’, que estão localizados na extremidade inferior da EHV.

Figura 108 - Identificação das alternativas associadas ao processo de determinação das taxas para os PVE ‘Estratégia’



Fonte: Autor (2020).

O próximo passo consiste na ordenação das alternativas segundo preferências do decisor utilizando a Matriz de Roberts, conforme Tabela 3.

Tabela 3 - Matriz de Roberts para determinação das Taxas de Compensação para o PVE ‘Estratégia’

	A1	**A2**	**A0**	**Soma**	**Ordem**
A1		1	1	2	1
A2	0		1	1	2
A0	0	0		0	3

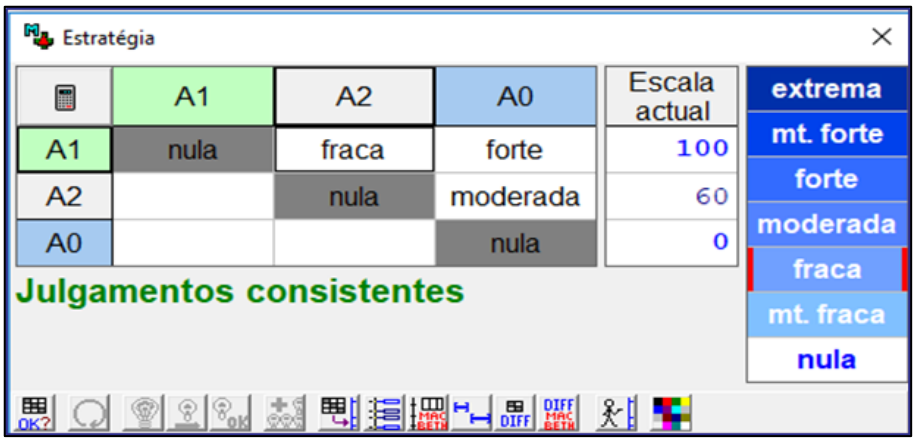
Fonte: Autor (2020).

Através dos resultados gerados na matriz, conclui-se que a ordem de preferência do decisor das alternativas é: A1 > A2 > A0.

Com esse entendimento, pode-se agora determinar as taxas de compensação. Para o PVE ‘Estratégia’ serão demonstrados através de dois (2) métodos que utilizam o *software* MACBETH, o primeiro por meio da normatização das escalas e o segundo, por meio da ponderação. Para os demais Pontos de Vistas do modelo, será adotado apenas o último método.

Na determinação das taxas de compensação via função de valor e sua normatização, a ordem de preferência avaliada pelo decisor é disponibilizada através da operacionalidade da Matriz de Robert, sinalizando a escala ordinal das alternativas. Com a utilização do *software* MACBETH a escala é transformada em cardinal por meio do julgamento semântico sobre a diferença de atratividade entre as alternativas, assim, constrói-se as taxas de compensação. A Figura 109 demonstra o resultado da transformação da escala ordinal dos PVE ‘Estratégia’ constituído pela avaliação dos PVEs ‘SESMT’ e ‘Ação’ que se encontram no nível inferior da EHV.

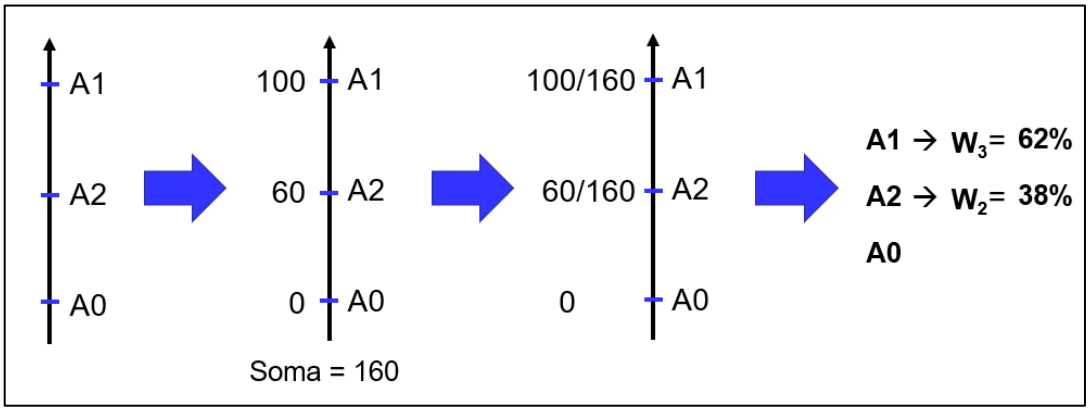
Figura 109 - Matriz semântica para a determinação da função de valor associada às alternativas do PVE ‘Estratégia’



Fonte: Autor (2020).

Com a obtenção da função de valor associada às alternativas, pode-se normatizar os valores para determinar as respectivas taxas de compensação conforme retratado na Figura 110.

Figura 110 - Taxas de compensação a partir da função de valor das alternativas para o PVE ‘Estratégia’

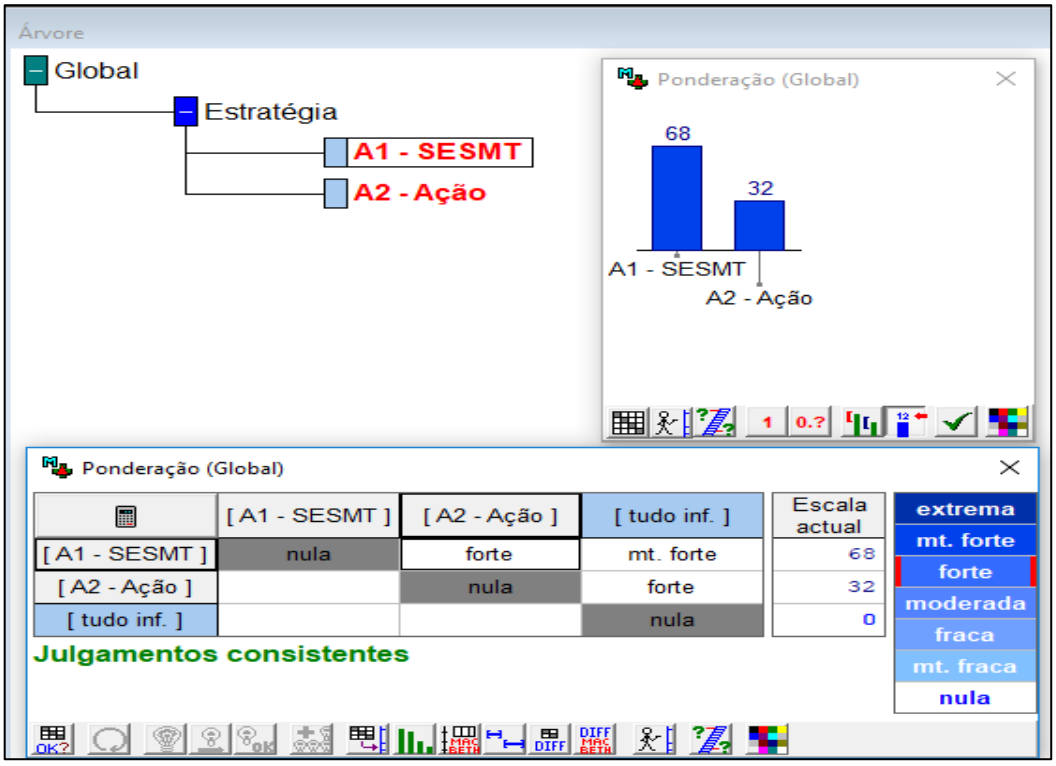


Fonte: Autor (2020).

Dessa maneira, os valores das taxas de compensação geradas para os níveis de referência dos PVEs ‘SESMT’ e ‘Ação’ que agregam o PVE ‘Estratégia’ são 62% e 38% respectivamente.

Para fins comparativo, será demonstrado o cálculo das taxas dos mesmos PVEs, porém, utilizando o método da função ponderação, o qual é obtida diretamente com a operação do *software* MACBETH, conforme demonstrado na Figura 111.

Figura 111 - Taxas de compensação a partir da função de ponderação para o PVE ‘Estratégia’



Fonte: Autor (2020).

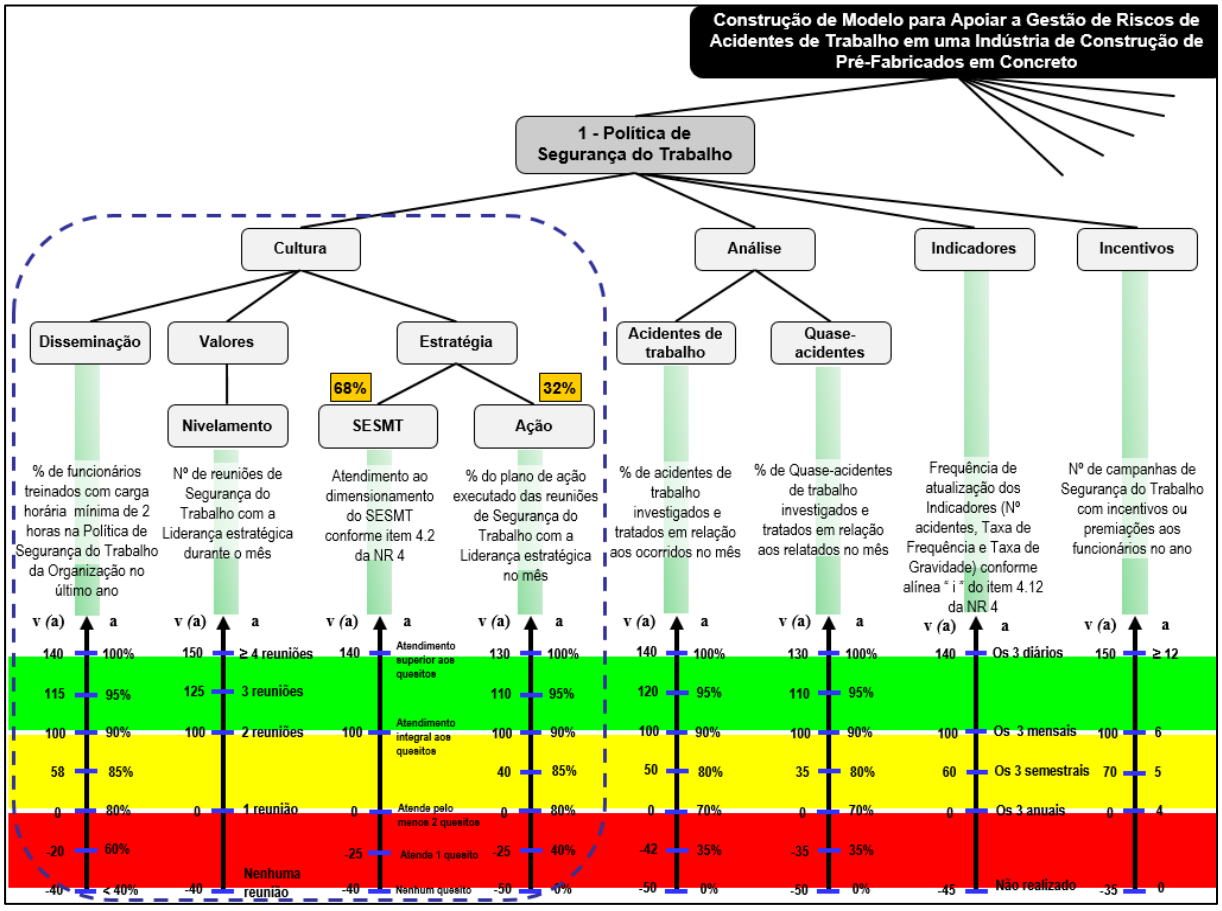
Observa-se que os valores obtidos das taxas de compensação paras os PVEs ‘SESMT’ e ‘Ação’ são os mesmos daqueles gerados por meio do método da normatização.

Finalizada a determinação do nível mais inferior, agrega-se os valores das taxas obtidas na EHV. Logo, identifica-se a o nível superior imediato para determinar as taxas sequentes, no caso explorado, trata-se do PVE ‘Cultura’, que abrange os PVEs ‘Disseminação’, ‘Valores’ e ‘Estratégia’. Ressalta-se que a determinação da taxa do PVE ‘Valores’ é obtida através da análise do PVE ‘Nivelamento’, pois, encontra-se isolado a um nível inferior na EHV.

4.2.2.3.2 Determinação das Taxas de Compensação para o PVE ‘Cultura’

Em continuidade ao processo de determinação das taxas, repete-se as etapas de (i) identificação das alternativas, (ii) ordenação das alternativas e (iii) determinação dos valores das taxas utilizando a função ponderação no MACBETH. A Figura 112 ilustra a EHV para o PVE ‘Cultura’ agregado as taxas calculadas na etapa anterior.

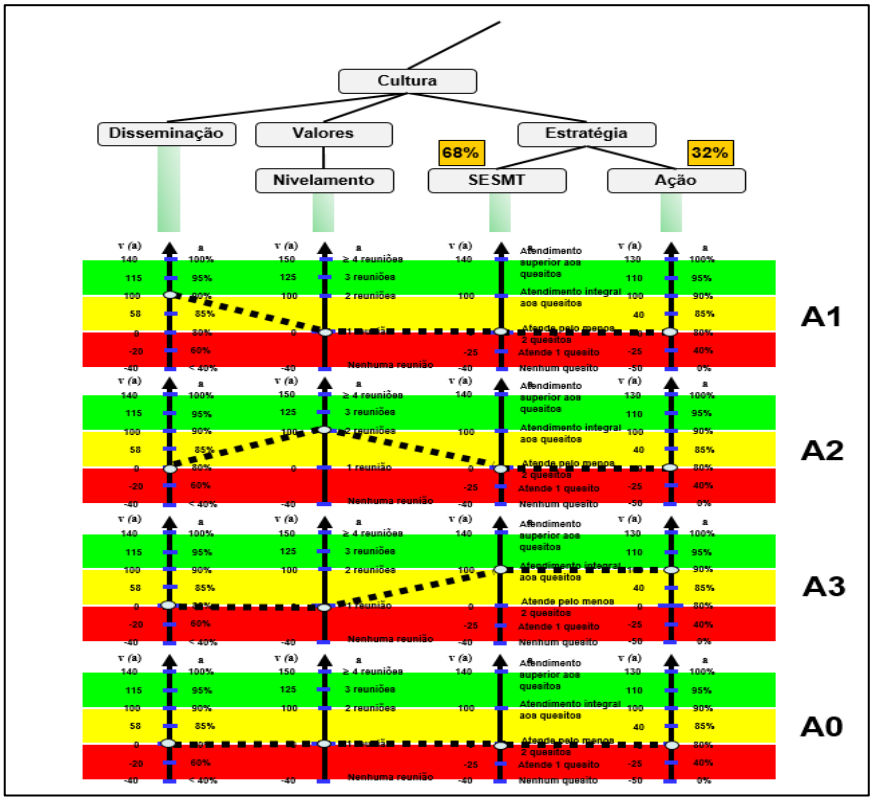
Figura 112 - EHV do PVE ‘Cultura’ utilizado para determinação das taxas de compensação



Fonte: Autor (2020).

A Figura 113 apresenta a evidenciação das alternativas associadas as taxas que se deseja determinar para o PVE ‘Cultura’,

Figura 113 - Identificação das alternativas associadas ao processo de determinação das taxas para o PVE ‘Cultura’



Fonte: Autor (2020).

Para o PVE ‘Cultura’, a Tabela 2 apresenta a ordenação das alternativas com a utilização da Matriz de Roberts.

Tabela 4 - Matriz de Roberts para determinação das Taxas de Compensação para o PVE ‘Cultura’

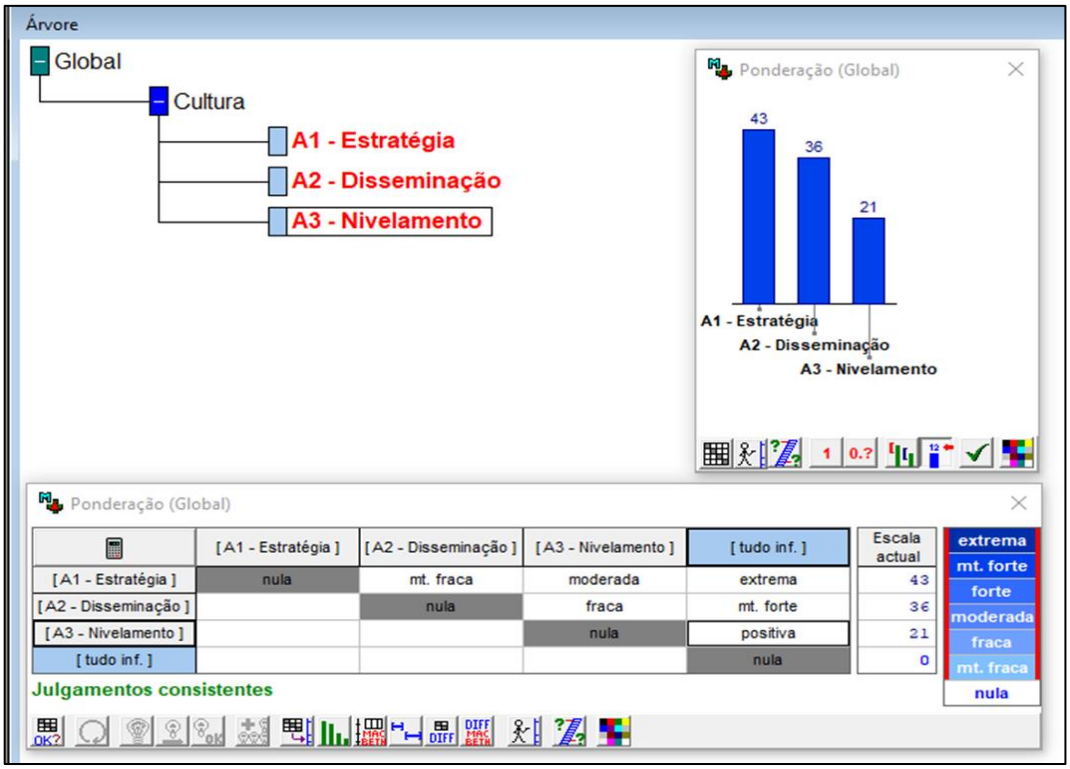
	A1	**A2**	**A3**	**A0**	**Soma**	**Ordem**
A1		1	0	1	2	2
A2	0		0	1	1	3
A3	1	1		1	3	1
A0	0	0	0		0	0

Fonte: Autor (2020).

Conforme observado na matriz, é possível concluir que a ordem de preferência das alternativas para o decisor é: A3 > A1 > A2 > A0.

A próxima etapa consiste em comparar par a par as alternativas valendo-se da matriz semântica da diferença de atratividade entre as alternativas com o uso do MACBETH. As taxas resultadas são demonstradas na Figura 114.

Figura 114 - Taxas de compensação a partir da função de ponderação para o PVE ‘Estratégia’



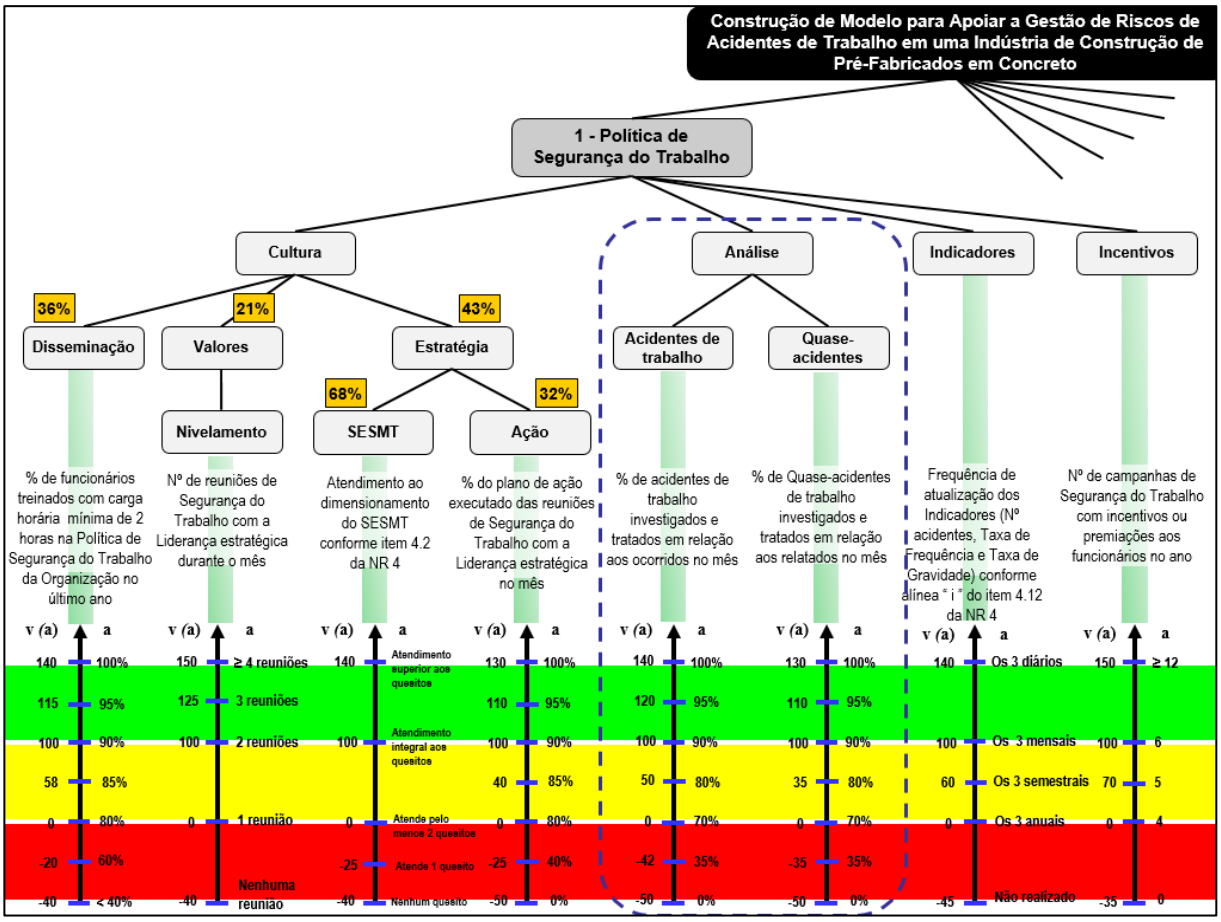
Fonte: Autor (2020).

Para os níveis de referências estabelecidos o valor obtido para o PVE ‘Estratégia’ equivale a 43%, já o PVE ‘Disseminação’ a 36% e o PVE ‘Nivelamento’ é igual a 21%. Estes valores que agregam o PVE ‘Cultura’ são adicionados a EHV.

4.2.2.3.3 Determinação das Taxas de Compensação para o PVE ‘Análise’

A próxima etapa é a determinação das taxas de compensação para o PVE ‘Análise’, conforme identificado na Figura 115 que ilustra a EHV, adicionado as taxas calculadas na etapa anterior.

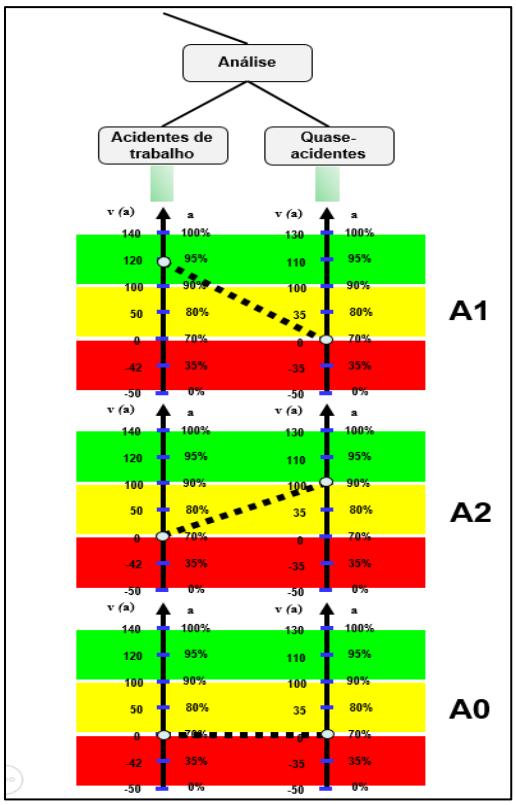
Figura 115 - EHV do PVE ‘Análise’ utilizado para determinação das taxas de compensação



Fonte: Autor (2020).

Seguindo o processo, a Figura 116 ilustra as alternativas associadas aos PVE ‘Análise’ para os quais se deseja determinar as taxas de compensação.

Figura 116 - Identificação das alternativas associadas ao processo de determinação das taxas para o PVE ‘Análise’



Fonte: Autor (2020).

Aplicando a Matriz de Roberts, tem-se o seguinte resultado demonstrado na Tabela 3.

Tabela 5 - Matriz de Roberts para determinação das Taxas de Compensação para o PVE ‘Análise’

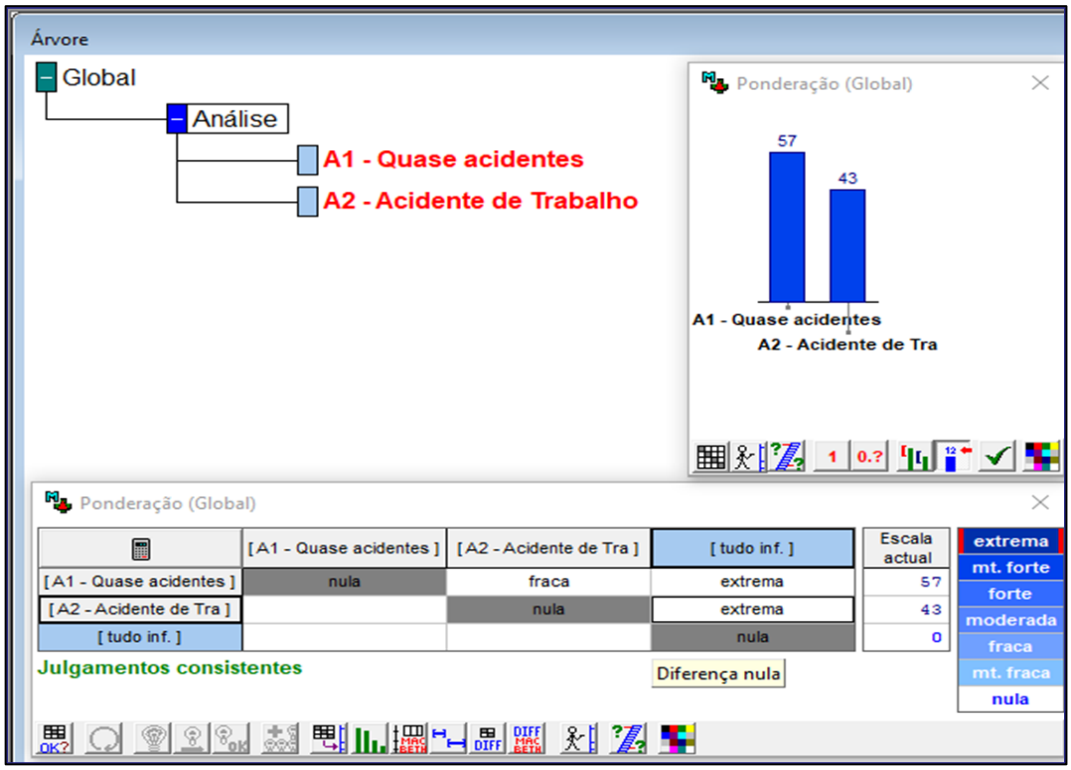
	A1	**A2**	**A0**	**Soma**	**Ordem**
A1		1	1	2	1
A2	0		1	1	2
A0	0	0		0	3

Fonte: Autor (2020).

A partir desta matriz, é possível concluir que a ordem de preferências das alternativas para o decisor é: A1 > A2 > A0.

Para determinação das taxas, por meio do MACBETH utilizando a função ponderação entre as alternativas e considerando a diferença de atratividade, os resultados encontrados são apresentados na Figura 117.

Figura 117 - Taxas de compensação a partir da função de ponderação para o PVE ‘Análise’



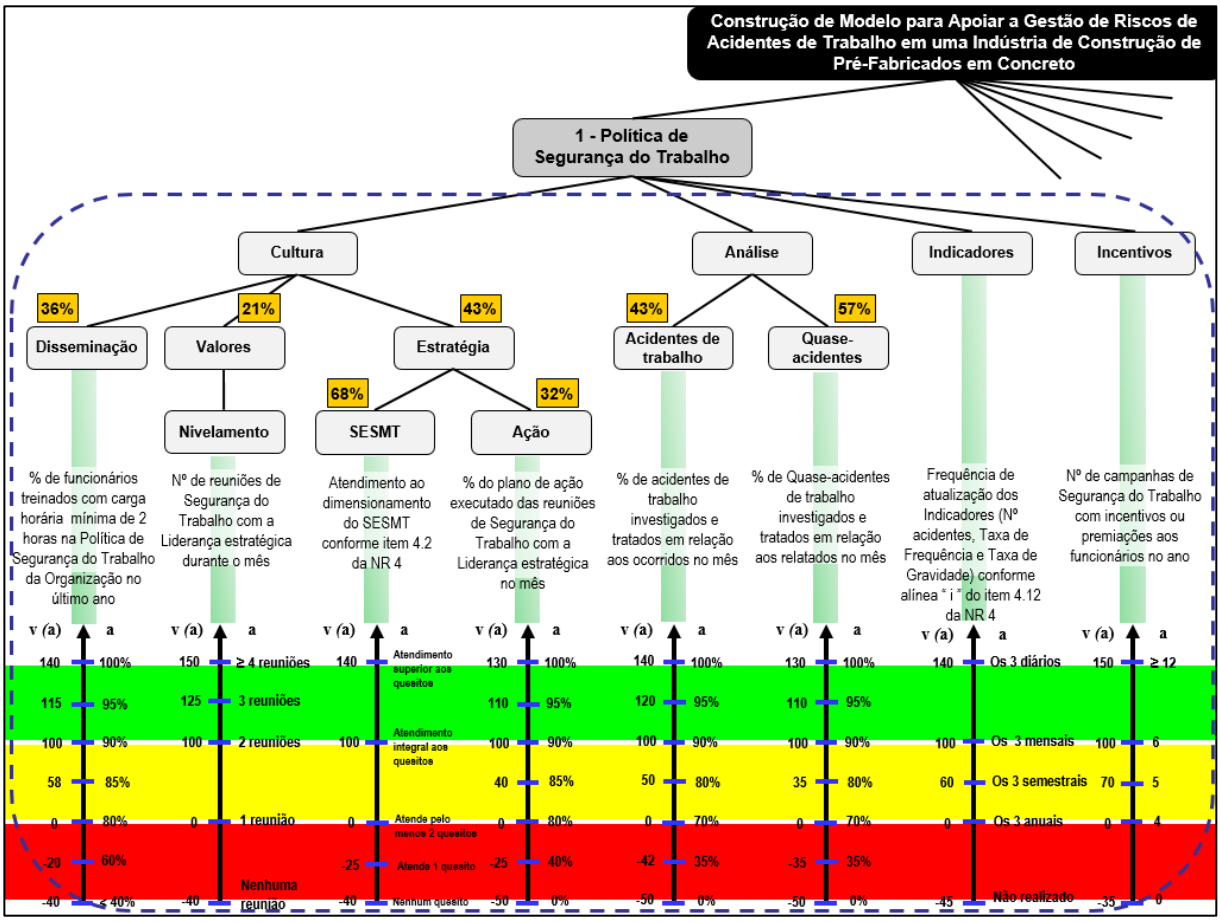
Fonte: Autor (2020).

Em consequência, os valores obtidos para a taxa de compensação dos níveis de referência dos PVE ‘Quase acidentes’ e ‘Acidentes de Trabalho’ são respectivamente 57% e 43%. Estes PVEs fazem parte do nível inferior na EHV em relação ao PVE ‘Análise’. Após, os valores são vinculados a EHV.

4.2.2.3.4 Determinação das Taxas de Compensação para o PVE ‘Política de Segurança do Trabalho’

Com todos os valores obtidos das taxas dos PVEs que se encontram em nível inferior na EHV, o modelo está apto para o cálculo da taxa de compensação do PVF ‘Política de Segurança do Trabalho’, conforme ilustrado na Figura 118.

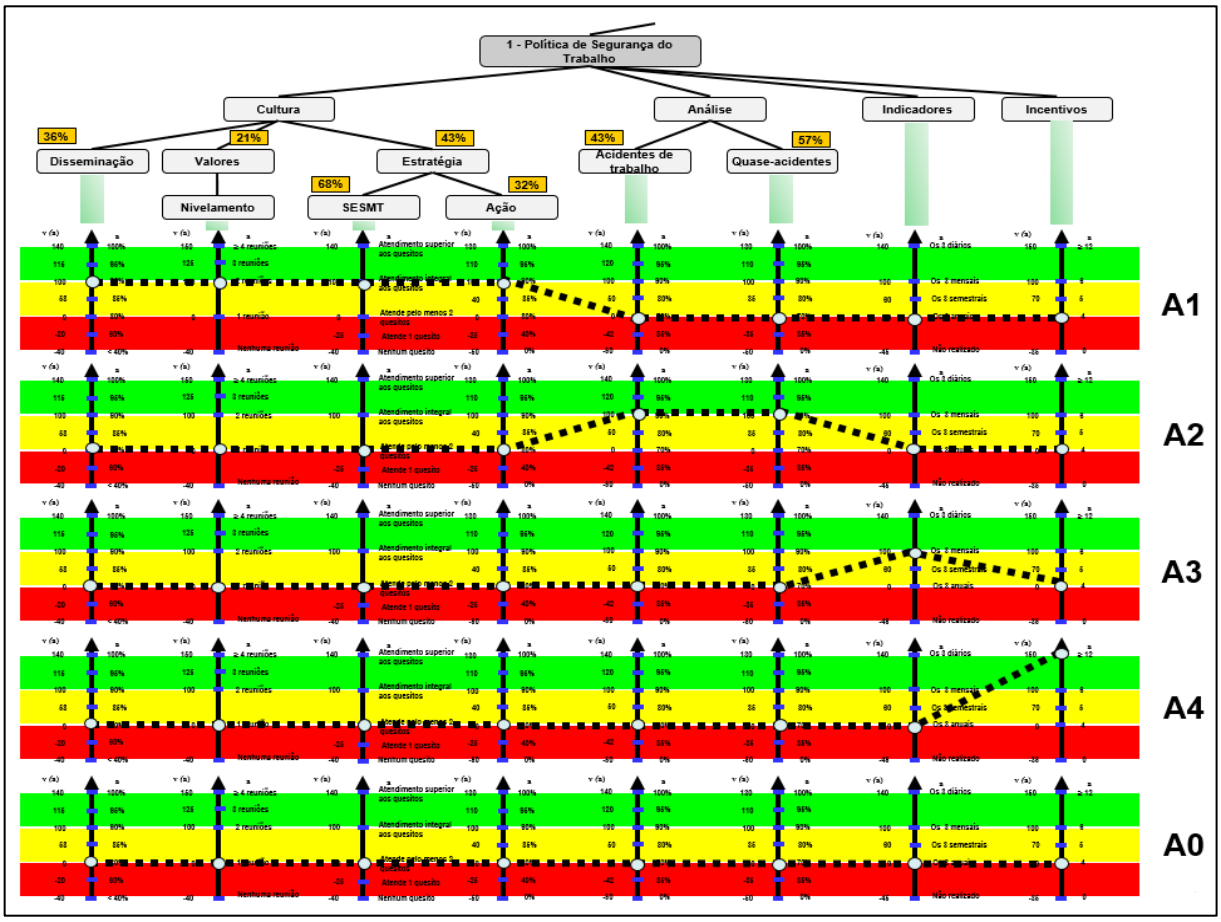
Figura 118 - EHV do PVF ‘Política de Segurança do Trabalho’ utilizado para determinação das taxas de compensação



Fonte: Autor (2020).

A Figura 119 apresenta as alternativas associadas ao PVF ‘Política de Segurança do Trabalho’ para os quais se deseja determinar as taxas de compensação.

Figura 119 - Identificação das alternativas associadas ao processo de determinação das taxas para o PVF ‘Política de Segurança do Trabalho’



Fonte: Autor (2020).

Com as alternativas definidas, segue o processo de preferência segundo o decisor, utilizando a Matriz de Roberts, conforme Tabela 4.

Tabela 6 - Matriz de Roberts para determinação das Taxas de Compensação para PVF ‘Política de Segurança do Trabalho’

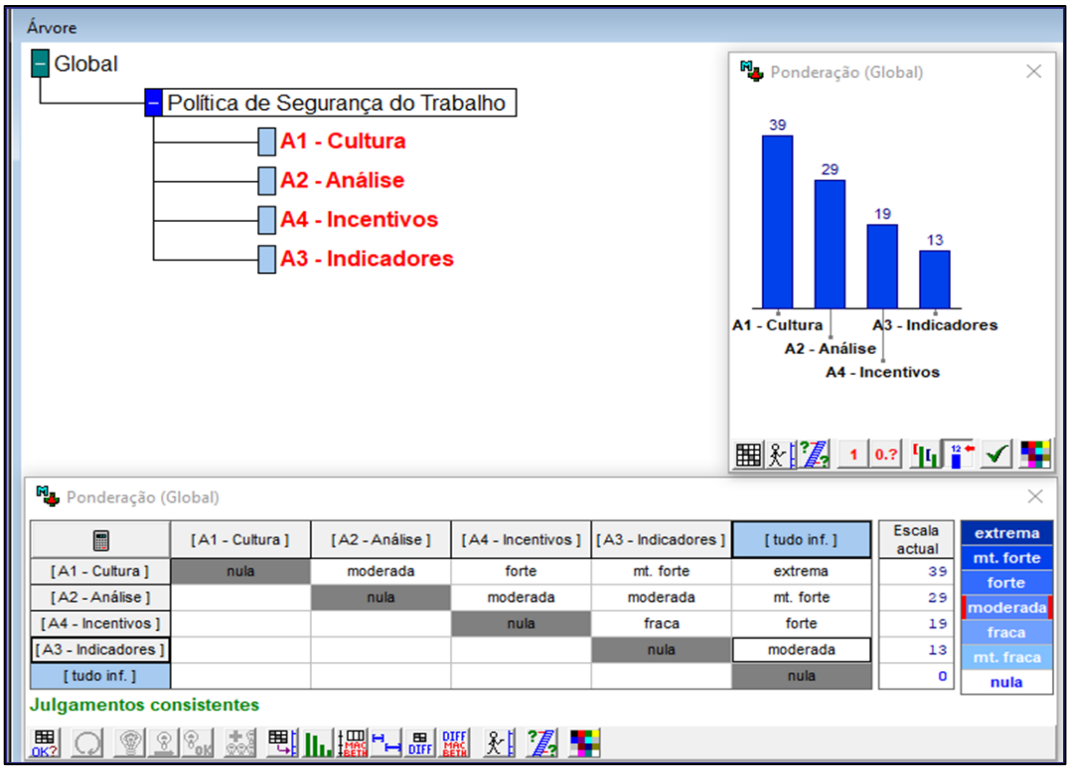
	A1	A2	A3	A4	A0	Soma	Ordem
A1		1	1	1	1	4	1
A2	0		1	1	1	3	2
A3	0	0		0	1	1	4
A4	0	0	1		1	2	3
A0	0	0	0	0		0	0

Fonte: Autor (2020).

Analisando a matriz, conclui-se que a ordem de preferências das alternativas para o decisor é: A1 > A2 > A4 > A3 > A0.

Finalizando a etapa, compara-se par a par as alternativas valendo-se da matriz semântica da diferença de atratividade entre as alternativas com o uso do MACBETH, conforme ilustrado na Figura 120.

Figura 120 - Taxas de compensação a partir da função de ponderação para o PVF ‘Política de Segurança do Trabalho’.

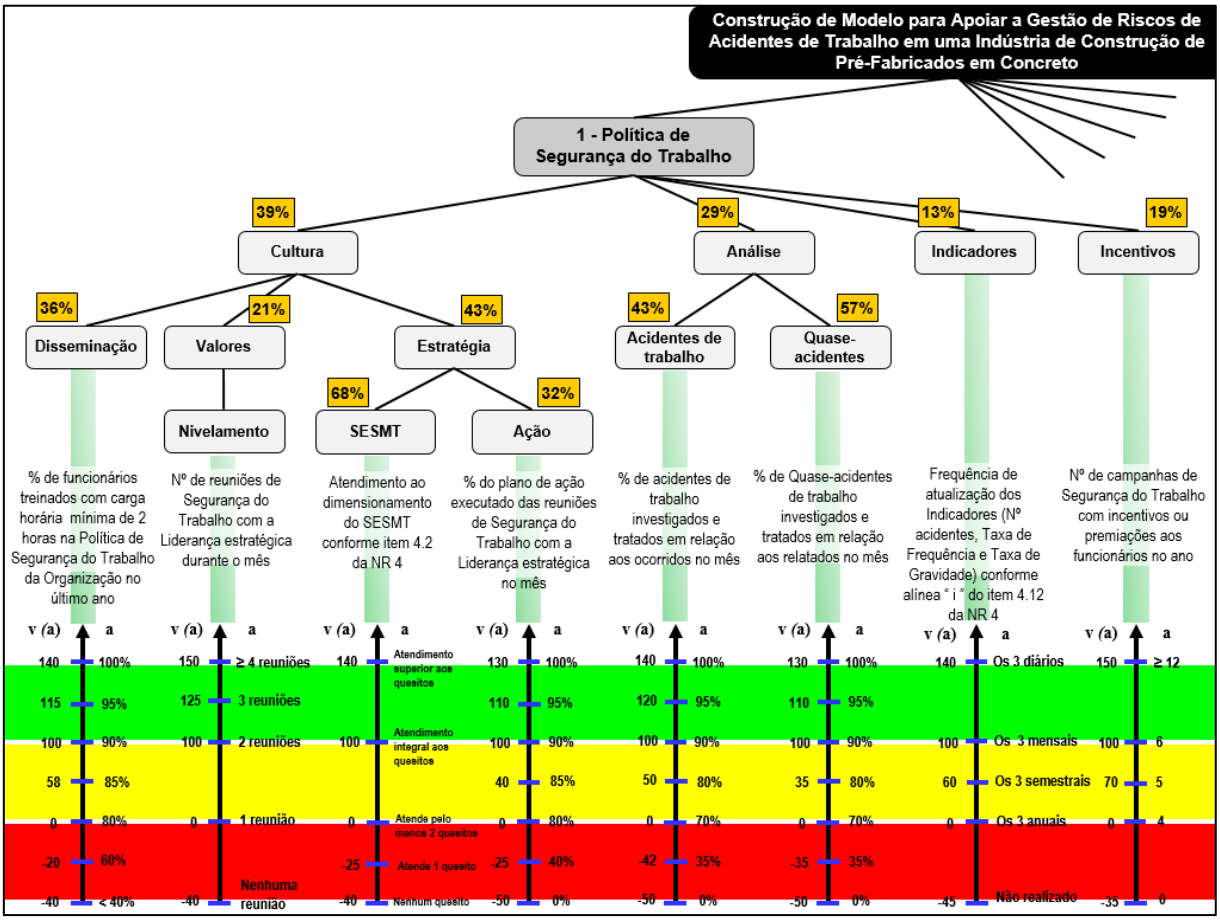


	[A1 - Cultura]	[A2 - Análise]	[A4 - Incentivos]	[A3 - Indicadores]	[tudo inf.]	Escala actual
[A1 - Cultura]	nula	moderada	forte	mt. forte	extrema	39
[A2 - Análise]		nula	moderada	moderada	mt. forte	29
[A4 - Incentivos]			nula	fraca	forte	19
[A3 - Indicadores]				nula	moderada	13
[tudo inf.]					nula	0

Fonte: Autor (2020).

Ao findar esta etapa, a EHV do PVF ‘Política de Segurança do Trabalho’ está com todas as taxas de compensação determinadas. A Figura 121 apresenta o resultado alcançado nesta fase.

Figura 121 - EHV do PVF ‘Política de Segurança do Trabalho’ finalizada com as taxas de compensação



Fonte: Autor (2020).

Deste modo, a Estrutura Hierárquica de Valor – EHV do PVF ‘Política de Segurança do Trabalho’, que foi exemplificada como demonstração do processo de construção das taxas de compensação, dispõe das devidas taxas determinadas. Com estas informações, pode-se estabelecer a equação do desempenho para o PVF ‘Política de Segurança do Trabalho’.

$$V_{Política}(a) = 0{,}39*V_{Cultura}(a) + 0{,}29*V_{Análise}(a) + 0{,}13*V_{Indicadores}(a) + 0{,}19*V_{Incentivos}(a)$$

Equação (1)

Para a solução da Equação do Modelo Geral, devem-se substituir os valores de (i) $V_{Cultura}(a)$, (ii) $V_{Análise}(a)$, (iii) $V_{Indicadores}(a)$ e (iv) $V_{Incentivos}(a)$ pelas equações que as representam, isto é:

(i) Cálculo da equação $V_{Cultura}(a)$:

Considerando que:

$$V_{Estratégia}(a) = 0{,}68*V_{SESMT}(a) + 0{,}32*V_{Ação}(a)$$

Equação (2)

$$V_{Cultura}(a) = 0{,}36*V_{Disseminação}(a) + 0{,}21*V_{Nivelamento}(a) + 0{,}43*V_{Estratégia}(a)$$

Equação (3)

Assim, substituindo $V_{Estratégia}(a)$ na Equação 03, temos:

$$V_{Cultura}(a) = 0{,}36*V_{Disseminação}(a) + 0{,}21*V_{Nivelamento}(a) + 0{,}43*\left(0{,}68*V_{SESMT}(a) + 0{,}32*V_{Ação}(a)\right)$$

Equação (4)

(ii) Cálculo da equação $V_{Análise}(a)$:

$$V_{Análise}(a) = 0{,}43*V_{Acidente}(a) + 0{,}57*V_{Quase\text{-}acidente}(a)$$

Equação (5)

(iii) Cálculo da equação $V_{Indicadores}(a)$:

$$V_{Indicadores}(a) = V_{Indicadores}(a)$$

Equação (6)

(iv) Cálculo da equação $V_{Indicadores}(a)$:

$$V_{Incentivos}(a) = V_{Incentivos}(a)$$

Equação (7)

Munido destas informações, substituem-se os valores das Equações (4), (5), (6) e (7) na Equação (1) para estabelecer a Equação do Modelo Geral para o PVF ‘Política de Segurança do Trabalho’, observado na Equação (8)

$$V_{Política}(a) = \{0,39*[0,36*V_{Disseminação}(a) + 0,21*V_{Nivelamento}(a) + 0,43*(0,68*V_{SESMT}(a) + 0,32*V_{Ação}(a))]\} + [0,29*(0,43*V_{Acidente}(a) + 0,57*V_{Quase\text{-}acidente}(a))] + (0,13*V_{Indicadores}(a)) + (0,19*V_{Incentivos}(a))$$

Equação (8)

4.2.2.4 Avaliação Global para o Perfil de Impacto do *Status Quo*

Uma vez construída a EHV e determinadas as taxas de compensação associadas aos critérios, pode-se utilizar este conhecimento para avaliar globalmente o perfil de impacto do s*tatus quo*. Segundo Ensslin, Montibeller e Noronha (2001), o desempenho global do modelo é calculado a partir da fórmula de agregação aditiva, por meio da soma dos valores parciais do desempenho de cada critério para a alternativa (a), ponderada pelas taxas de substituição. A fórmula de agregação aditiva é apresentada a seguir:

$$V(a) = w1*v1(a) + w2*v2(a) + w3*v3(a) + ... + wn*vn(a)$$

Onde:

V(a) = valor global do *status quo* para a ação a;

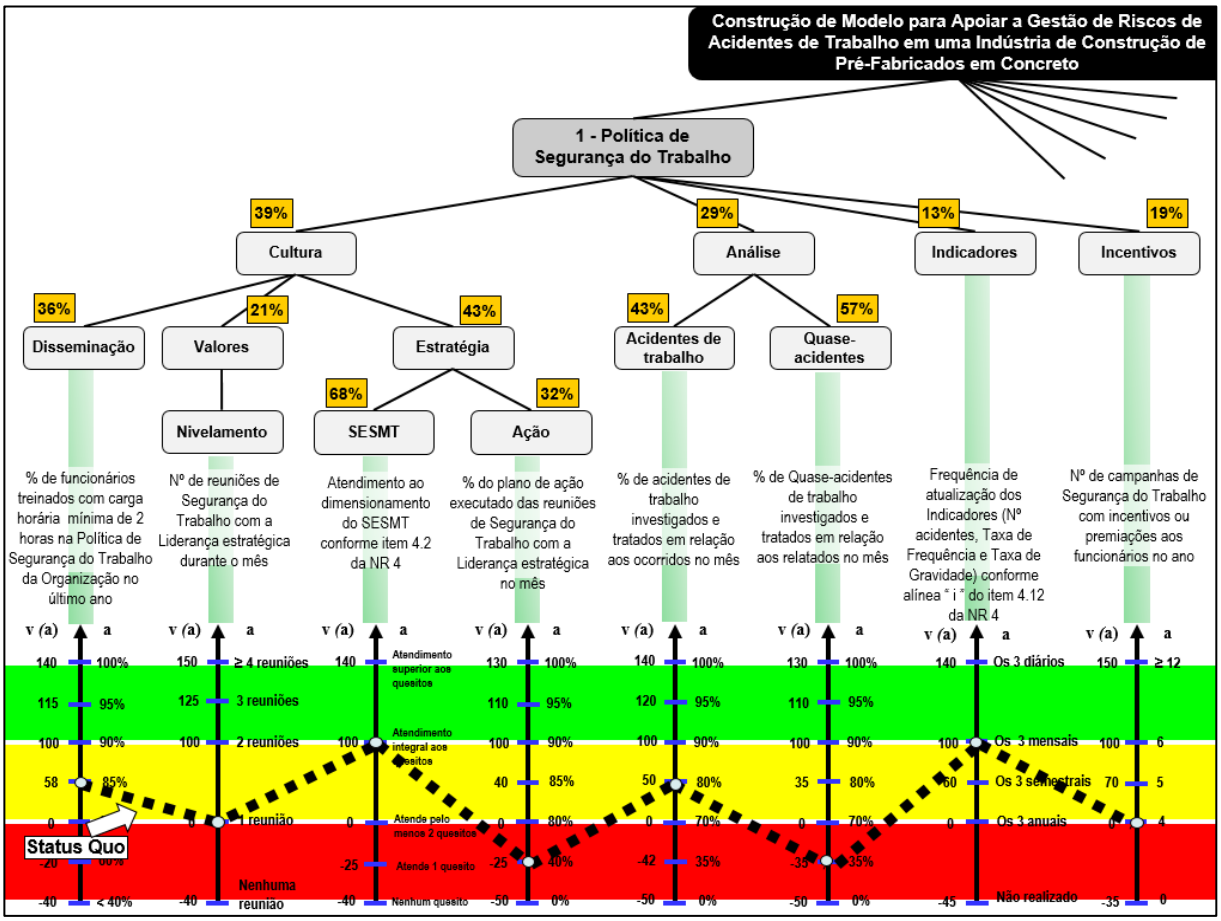
v1(a), v2(a), ... vn(a) = valor parcial do desempenho dos PVEs / critérios 1, 2, ..., n, para a ação a;

w1, w2, ... wn = taxas de compensação nos PVEs / critérios 1, 2, ..., n;

n = número de PVEs / critérios do modelo.

Para Avaliação Global do PVF ‘Política de Segurança do Trabalho’, objeto de estudo apresentado na seção 4.3.2.5.3, necessita-se determinar o desempenho local de cada critério a partir do perfil *status quo*, conforme retratado na Figura 122.

Figura 122 - EHV do PVF ‘Política de Segurança do Trabalho’ com visualização do *Status Quo*



Fonte: Autor (2020).

Com a determinação do *status quo* de cada critério, permite-se obter uma visualização geral de quais critérios do modelo apresentam pontos fortes e as vulnerabilidades, permitindo assim, monitorar o desempenho da ação (a) nos aspectos julgados como essenciais pelo decisor.

Para efeito de ilustração do modelo, os valores do *status quo* são representados por (a). Para efetuar a avaliação global para o PVF ‘Política de Segurança do Trabalho’, utiliza-se a equação (8) gerada na seção anterior. Deste modo, deve-se substituir os valores de V(a) determinados para cada PVE pelo valor do perfil de impacto através da avaliação do *status quo,* ou seja:

$$V_{Política}(a) = \{0{,}39*[0{,}36*V_{Disseminação}(a) + 0{,}21*V_{Nivelamento}(a) + 0{,}43*(0{,}68*V_{SESMT}(a) + 0{,}32*V_{Ação}(a))]\} + [0{,}29*(0{,}43*V_{Acidente}(a) + 0{,}57*V_{Quase\text{-}acidente}(a))] + (0{,}13*V_{Indicadores}(a)) + (0{,}19*V_{Incentivos}(a))$$

Equação (8)

$$V_{Política}(a) = \{0,39* [0,36*\mathbf{58} + 0,21*\mathbf{0} + 0,43*(0,68*\mathbf{100} + 0,32*(\mathbf{-25}))]\} + [0,29*(0,43*\mathbf{50} + 0,57*(\mathbf{-35}))] + (0,13*\mathbf{100}) + (0,19*\mathbf{0})$$

$$V_{Política}(a) = 18,20 + 0,45 + 13 + 0$$

$$\mathbf{V_{Política}(a) = 31,65}$$

Ao findar a avaliação global para o perfil de impacto do *status quo*, a MCDA-C possibilita a visualização gráfica e numérica da situação atual, assim, transformando-se em uma ferramenta de apoio a gestão e a tomada de decisões. Entretanto, faz-se necessário verificar a robustez ou não das pontuações das alternativas quando de variações das taxas de compensação. Para isso, deve-se desenvolver a Análise de Sensibilidade para o modelo.

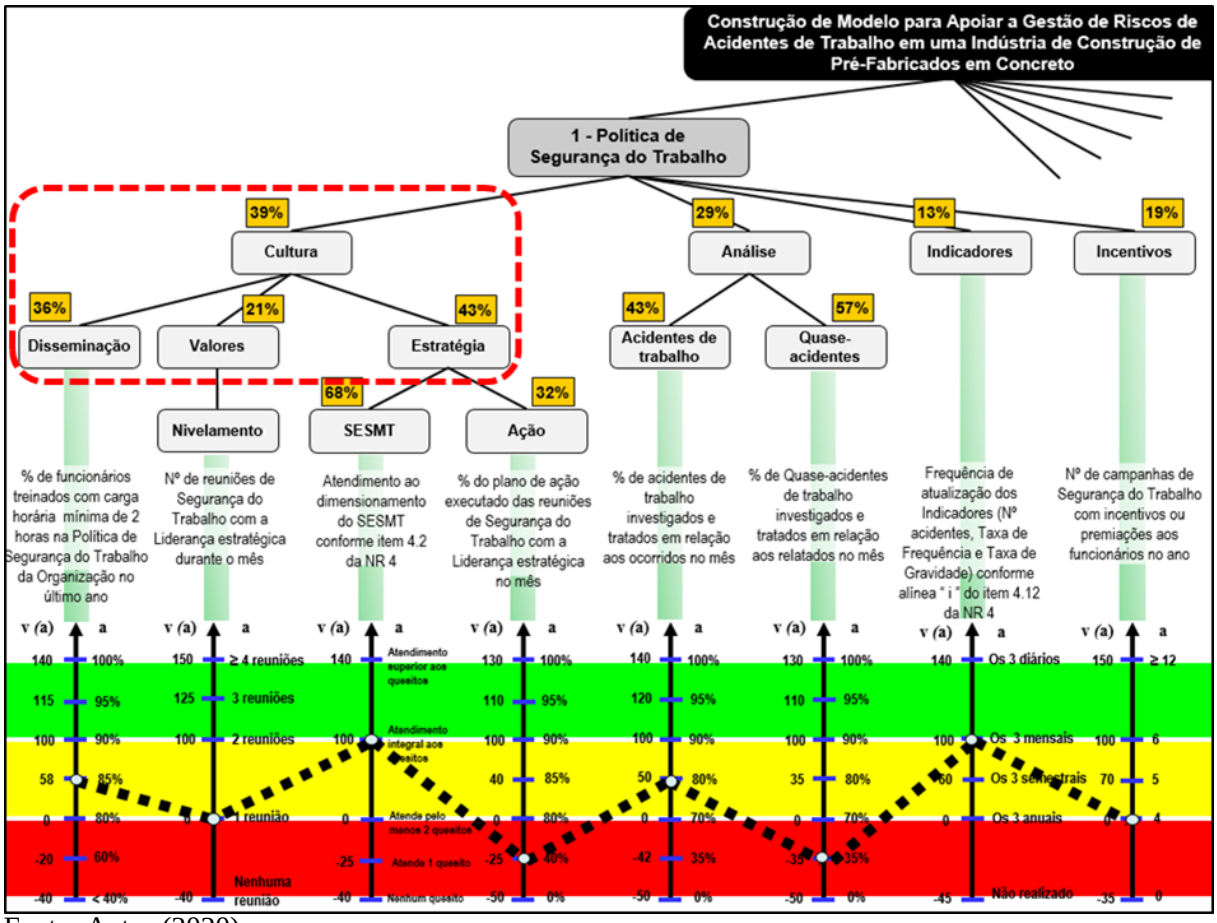
4.2.2.5 Análise de Sensibilidade

Segundo Ensslin, Montibeller Neto e Noronha (2001) a análise de sensibilidade versa a respeito da verificação da robustez das respostas das alternativas frente a alterações nos parâmetros (taxas e impacto) das mesmas. Permite avaliar se alterações da taxa de compensação de um critério ou da performance de uma ação, pode causar variações sensíveis na avaliação das ações potenciais.

Ressalta-se que a análise de sensibilidade demanda cautela em sua execução, pois a quantidade de parâmetros a serem analisados cresce proporcionalmente à medida que o número de critérios do modelo aumenta. Isto pode ocasionar aos decisores dificuldades no entendimento do significado de alguns parâmetros do modelo (ENSSLIN, 2020a). No entanto, a sua aplicação no modelo contribui significativamente para aumentar a confiabilidade dos resultados, visto que, compensa a falta de precisão na determinação dos valores dos parâmetros e potencializa o conhecimento sobre o problema (DIAS *et al.*, 1997).

Na presente pesquisa será elaborada a análise de sensibilidade das taxas de compensação para o PVE ‘Cultura’, conforme identificado na Figura 123.

Figura 123 - Identificação do PVE ‘Cultura’ na EHV operacionalizada para análise de sensibilidade das taxas de compensação



Fonte: Autor (2020).

O processo de análise de sensibilidade consiste em selecionar uma taxa de compensação, modificar o seu valor e a partir desta mudança calcular as demais taxas e verificar a influência na pontuação da performance dos *status quo* sendo estudado. Lembrando que, a soma das taxas deve ser igual a um (1).

Para tanto, necessita-se demostrar como desenvolver as equações matemáticas que nos permitam a partir da fixação do valor de uma das taxas obter o valor das demais taxas e para estas, a pontuação da alternativa sendo estudada.

Sendo:

$$\sum_{i}^{n} w_i = 1$$

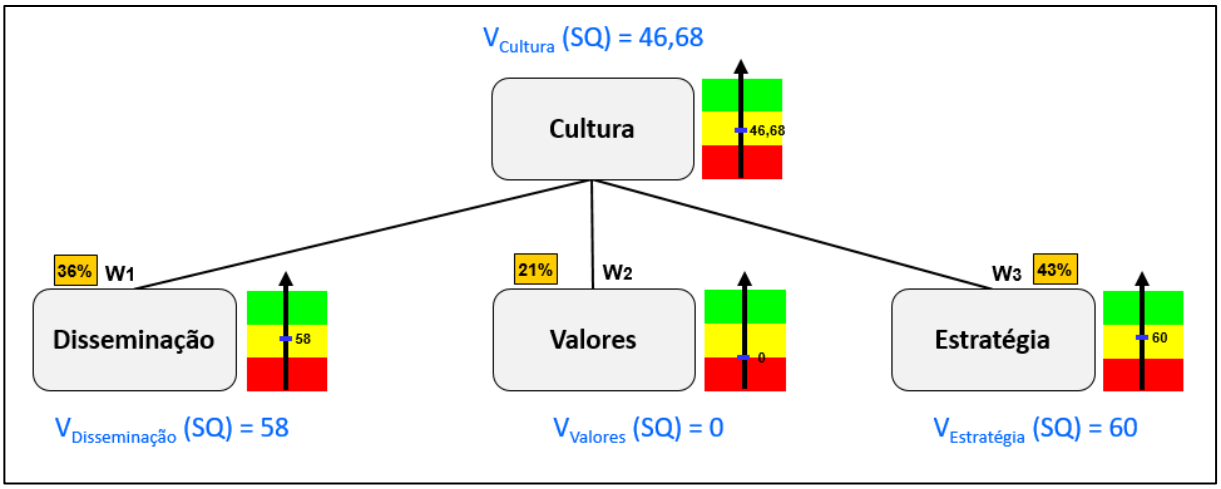
E que todas as taxas de compensação devem ter valor entre 0 e 1, ou seja:

$1 > w_i > 0 \; \forall \; i$

Onde w_i = taxa de compensação do critério i

Para ilustrar a determinação das novas taxas dos critérios quando da variação em uma das taxas, será utilizado um modelo com três (3) critérios, conforme evidenciado através do PVE ‘Cultura’ que é explicado pelos PVEs ‘Disseminação’, ‘Valores’ e ‘Estratégia’ conforme Figura 124. Vale ressaltar que o mesmo procedimento deve ser adotado para um modelo com número maior de critérios.

Figura 124 - Análise de sensibilidade das taxas de compensação dos PVEs integrantes do PVE ‘Cultura’



Fonte: Autor (2020).

Onde:

$w_1 = 0{,}36$; $w_2 = 0{,}21$; e $w_3 = 0{,}43$

Com:

$w_1 + w_2 + w_3 = 1$ (A)

Para analisar as mudanças nas demais taxas para variações de w_1, deve-se passar w_1 para o lado direito:

$$w_2 + w_3 = 1 - w_1$$

Sabendo que $w_1 = 0{,}36$, têm-se:

$$1 - w_1 = 1 - 0{,}36 = 0{,}64$$

Supõe-se, agora, que, por algum motivo, os decisores decidem alterar a taxa de compensação do critério w_1 de 0,36 para w_1' entre 0 e 1. Com isso as taxas de substituição dos demais critérios também se alteram (passando a ter um valor w_2', e w_3'). Sendo que o somatório de todos eles deve permanecer igual a 1:

$$w_1' + w_2' + w_3' = 1 \qquad \text{(B)}$$

Para calcular os valores w_2', e w_3', que são os novos valores, deve-se manter a proporção que cada taxa de substituição (w_2, w_3) ocupava na parcela (1- w_1) antes da modificação, sendo que agora esta proporção para cada taxa de substituição (w_2, w_3) está relacionada com (1- w_1').

Se em (A) e em (B) passarmos w_1 e w_1'', respectivamente, para o outro lado:

$$w_2 + w_3 = 1 - w_1 \qquad \text{(C)}$$
$$w_2' + w_3' = 1 - w_1' \qquad \text{(D)}$$

Dividindo-se as equações (C) e (D) pelo seu lado direito, tem-se que:

$$w_2 / (1 - w_1) + w_3 / (1 - w_1) = (1 - w_1) / (1 - w_1) = 1 \qquad \text{(C')}$$
$$w_2' / (1 - w_1') + w_3' / (1 - w_1') = (1 - w_1') / (1 - w_1') = 1 \qquad \text{(D')}$$

Onde, a partir de (C') tem-se as proporções que cada taxa de substituição (w_2 e w_3) ocupava na parcela (1-w_1) antes da modificação:

$w_2 / (1 - w_1)$ e $w_3 / (1 - w_1)$

E onde, a partir de (D'), tem-se as proporções que cada taxa de substituição (w_2' e w_3') ocupava na parcela (1- w_1') após a modificação:

$w_2' / (1 - w_1')$ e $w_3' / (1 - w_1')$

Estas proporções devem manter-se constantes para todos os valores de w_1 e w_1'. Desta forma, para garantir a igualdade destas proporções, tem-se que:

$$w_2 / (1 - w_1) = w_2' / (1 - w_1') \quad \text{(E)}$$

$$w_3 / (1 - w_1) = w_3' / (1 - w_1') \quad \text{(F)}$$

E, se houvesse *n* taxas, ter-se-ia:

$$w_n' / (1 - w_1') \text{ e } w_n' / (1 - w_1') \quad \text{(G)}$$

Isolando nas equações (E), (F) e (G) as novas taxas de compensação dos critérios, após a modificação da taxa de compensação do critério 1, tem-se:

$$w_2' = \frac{w_2 \cdot (1 - w_1')}{(1 - w_1)} \quad \text{(H)}$$

$$w_3' = \frac{w_3 \cdot (1 - w_1')}{(1 - w_1)} \quad \text{(I)}$$

E a fórmula geral pode ser assim representada:

$$w_n' = \frac{w_n \cdot (1 - w_1')}{(1 - w_1)}$$

Onde:

$w_1, w_2, ..., w_n$ = taxas de substituição originais dos critérios;

$w_1', w_2', ..., w_n'$ = taxas de substituição modificadas dos critérios.

Com o entendimento matemático e prosseguindo com o exemplo proposto para a presente pesquisa, será analisado a sensibilidade do desempenho do PVE 'Cultura', considerando as taxas de compensação w_1, w_2 e w_3, e representado pela equação:

$$V_{Cultura}(SQ) = 0{,}36V_{Disseminação}(SQ) + 0{,}21V_{Valores}(SQ) + 0{,}43V_{Estratégia}(SQ)$$

$$V_{Cultura}(SQ) = w_1 * V_{Disseminação}(SQ) + w_2 * V_{Valores}(SQ) + w_3 * V_{Estratégia}(SQ)$$

4.3.2.7.1. Análise de Sensibilidade da Taxa de Compensação w_1

Como $V_{Cultura}(SQ) = w_1 * V_{Disseminação}(SQ) + w_2 * V_{Valores}(SQ) + w_3 * V_{Estratégia}(SQ)$ varia linearmente com a mudança de w_1, basta calcular os valores de $V_{Cultura}(SQ)$ para os extremos $w_1' = 0$ e $w_1' = 1$ e unir os pontos para gerar os demais valores.

Assim tem-se que para $w_1' = 0$:

$$w_2' = \frac{w_2 \cdot (1 - w_1')}{(1 - w_1)} = \frac{0{,}21 \,.\, (1\text{-}0)}{(1\text{-}0{,}36)} = 0{,}33$$

$$w_3' = \frac{w_3 \cdot (1 - w_1')}{(1 - w_1)} = \frac{0{,}43 \,.\, (1\text{-}0)}{(1\text{-}0{,}36)} = 0{,}67$$

Assim tem-se que para $w_1' = 0$, $w_2' = 0{,}33$ e $w_3' = 0{,}67$. Substituindo-se em:

$V_{Cultura}(SQ) = w_1 * V_{Disseminação}(SQ) + w_2 * V_{Valores}(SQ) + w_3 * V_{Estratégia}(SQ) =$

$V_{Cultura}(SQ) = w_1 * 58 + w_2 * 0 + w_3 * 60 =$

$V_{Cultura}(SQ) = 0 * 58 + 0{,}33 * 0 + 0{,}67 * 60 = 0 + 0 + 40{,}2 =$

$V_{Cultura}(SQ) = 40{,}2$

E para w_1' = 100%, ou seja, 1:

$$w_3' = \frac{w_3 \cdot (1 - w_1')}{(1 - w_1)} = \frac{0{,}21 \,.\, (1\text{-}1)}{(1\text{-}0{,}36)} = 0$$

$$w_2' = \frac{w_2 \cdot (1 - w_1')}{(1 - w_1)} = \frac{0{,}43 \,.\, (1\text{-}1)}{(1\text{-}0{,}36)} = 0$$

Assim tem-se que para w_1' = 1, w_2' = 0 e w_3' = 0. Substituindo-se em:

$V_{Cultura}(SQ) = w_1 * V_{Disseminação}(SQ) + w_2 * V_{Valores}(SQ) + w_3 * V_{Estratégia}(SQ) =$

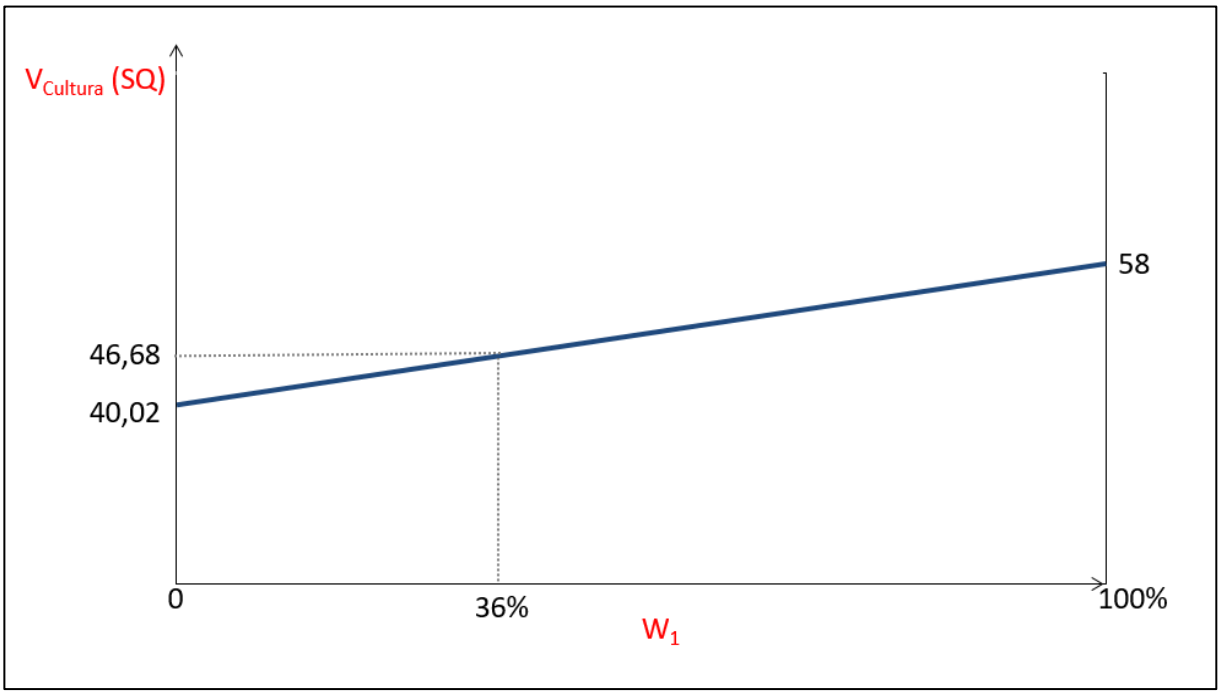
$V_{Cultura}(SQ) = w_1 * 58 + w_2 * 0 + w_3 * 60 =$

$V_{Cultura}(SQ) = 1 * 58 + 0 * 0 + 0 * 60 = 58 + 0 + 0 =$

$V_{Cultura}(SQ) = 58$

Como $V_{Cultura}(SQ)$ é 46,68 para w_1 = 36%, obtém-se o gráfico representado pela Figura 125.

Figura 125 - Análise de sensibilidade de VCultura(SQ) para variações das taxas w1



Fonte: Autor (2020).

Pode-se observar que cada 1% de variação em w_1 corresponde uma variação de (58 – 40,02) /100% = 0,1798 pontos de $V_{Cultura}$ (SQ). Logo para uma variação de 20% em w_1 (20% de 36% = 7,2%) tem-se uma mudança em $V_{Cultura}$ (SQ) de 7,2* 0,1798 = 1,29 pontos em $V_{Cultura}$ (SQ) .

Portanto, pode-se concluir que $V_{Cultura}$ (SQ) não é sensível a variações de w_1. Destaca-se que para incrementos de w_1 o valor de $V_{Cultura}$ (SQ) aumenta.

4.2.2.5.1 Análise de sensibilidade da taxa de compensação w_2

Utilizando o mesmo processo, será apresentado para a taxa w_2. Como $V_{Cultura}$ (SQ) = w_1 * $V_{Disseminação}$ (SQ) + w_2*$V_{Valores}$ (SQ) + w_3 *$V_{Estratégia}$ (SQ) varia linearmente com a mudança de w_2, basta calcular os valores de $V_{Cultura}$(SQ) para os extremos w_2' = 0 e w_2' = 1 e unir os pontos para gerar os demais valores de $V_{Cultura}$(SQ).

Assim tem-se que para w_2' = 0:

$$w_1' = \frac{w_1 \cdot (1 - w_2')}{(1 - w_2)} = \frac{0{,}36 \,.\, (1\text{-}0)}{(1\text{-}0{,}21)} = 0{,}46$$

$$w_3' = \frac{w_3 \cdot (1 - w_2')}{(1 - w_2)} = \frac{0{,}43 \,.\, (1\text{-}0)}{(1\text{-}0{,}21)} = 0{,}54$$

Assim tem-se que para w_1' = 0,46, w_2' = 0 e w_3' = 0,54. Substituindo-se em:

$V_{Cultura}$ (SQ) = w_1 * $V_{Disseminação}$ (SQ) + w_2*$V_{Valores}$ (SQ) + w_3 *$V_{Estratégia}$ (SQ) =

$V_{Cultura}$ (SQ) = w_1 *58 + w_2*0 + w_3 *60 =

$V_{Cultura}$ (SQ) = 0,46*58 + 0*0 + 0,54*60 = 26,7 + 0 + 32,4 =

$V_{Cultura}$ (SQ) = 59,1

E para w_2' = 100%, ou seja, 1:

$$w_1' = \frac{w_1 \cdot (1 - w_2')}{(1 - w_2)} = \frac{0{,}36 \,.\, (1\text{-}1)}{(1\text{-}0{,}21)} = 0$$

$$w_3' = \frac{w_3 \cdot (1 - w_2')}{(1 - w_2)} = \frac{0{,}43 \,.\, (1\text{-}1)}{(1\text{-}0{,}21)} = 0$$

Assim tem-se que para w_1' = 0, w_2' = 1 e w_3' = 0. Substituindo-se em:

$V_{Cultura}$ (SQ) = w_1 * $V_{Disseminação}$ (SQ) + w_2*$V_{Valores}$ (SQ) + w_3*$V_{Estratégia}$ (SQ) =

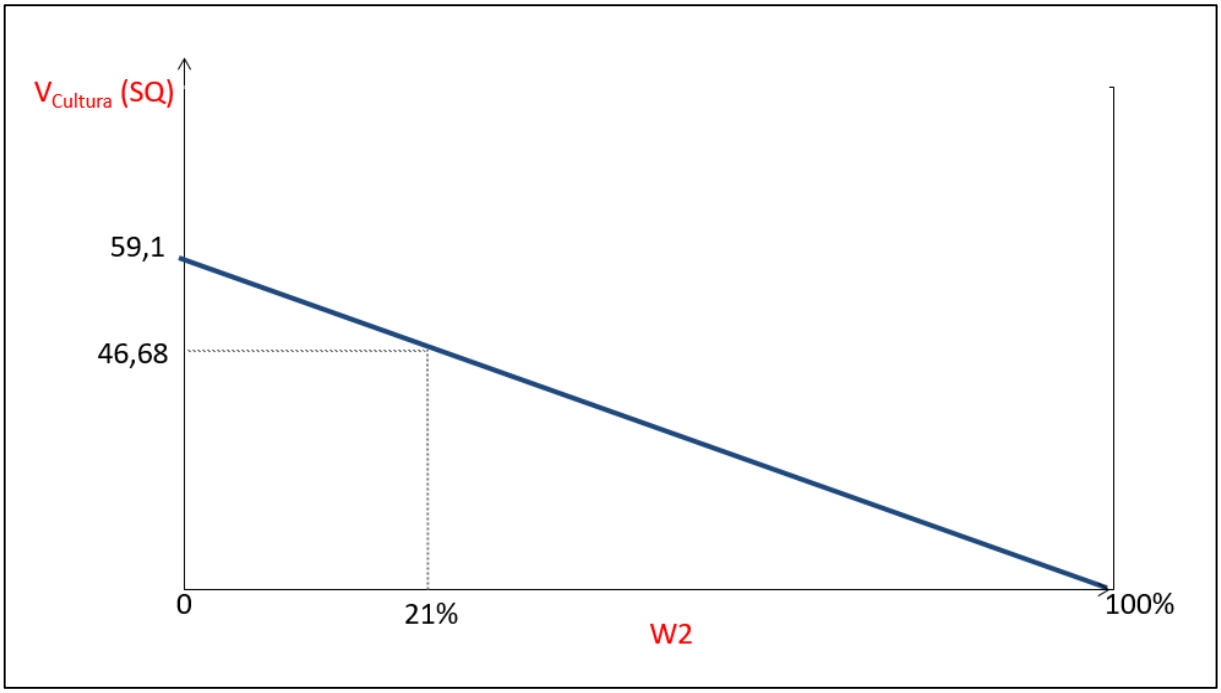
$V_{Cultura}$ (SQ) = w_1*58 + w_2*0 + w_3*60 =

$V_{Cultura}$ (SQ) = 0*58 + 1*0 + 0*60 = 0 + 0 + 0 =

$V_{Cultura}$ (SQ) = 0

Como $V_{Cultura}$(SQ) é 46,68 para w_2 = 21%, obtém-se o gráfico representado pela Figura 126.

Figura 126 - Análise de sensibilidade de VCultura(SQ) para variações das taxas w2



Fonte: Autor (2020).

Pode-se observar que cada 1% de variação em w_2 corresponde uma variação de (0 – 59,1) /100% = - 0,591 pontos de $V_{Cultura}$ (SQ). Logo, para uma variação de 20% em w_2 (20% de 21% = 4,2%) tem-se uma mudança em $V_{Cultura}$ (SQ) de 4,2* (-0,591) = - 2,48 pontos em $V_{Cultura}$ (SQ) .

Portanto pode-se concluir que $V_{Cultura}$ (SQ) é sensível a variações de w_2. Destaca-se que para incrementos de w_2 o valor de $V_{Cultura}$ (SQ) diminui.

4.2.2.5.2 Análise de sensibilidade da taxa de compensação w_3

Mesmo raciocínio será apresentado para a taxa w_3. Como $V_{Cultura}(SQ) = w_1 * V_{Disseminação}(SQ) + w_2 * V_{Valores}(SQ) + w_3 * V_{Estratégia}(SQ)$ varia linearmente com a mudança de w_3, basta calcular os valores de $V_{Cultura}(SQ)$ para os extremos $w_3' = 0$ e $w_3' = 1$ e unir os pontos para gerar os demais valores de $V_{Cultura}(SQ)$.

Assim tem-se que para $w_3' = 0$:

$$w_1' = \frac{w_1 \cdot (1 - w_3')}{(1 - w_3)} = \frac{0{,}36 \,.\, (1\text{-}0)}{(1\text{-}0{,}43)} = 0{,}63$$

$$w_2' = \frac{w_2 \cdot (1 - w_3')}{(1 - w_3)} = \frac{0{,}21 \,.\, (1\text{-}0)}{(1\text{-}0{,}43)} = 0{,}37$$

Assim tem-se que para $w_1' = 0{,}63$, $w_2' = 0{,}37$ e $w_3' = 0$. Substituindo-se em:

$V_{Cultura}(SQ) = w_1 * V_{Disseminação}(SQ) + w_2 * V_{Valores}(SQ) + w_3 * V_{Estratégia}(SQ) =$

$V_{Cultura}(SQ) = w_1 * 58 + w_2 * 0 + w_3 * 60 =$

$V_{Cultura}(SQ) = 0{,}63 * 58 + 0{,}37 * 0 + 0 * 60 = 36{,}5 + 0 + 0 =$

$V_{Cultura}(SQ) = 36{,}5$

E para $w_3' = 100\%$, ou seja, 1:

$$w_1' = \frac{w_1 \cdot (1 - w_3')}{(1 - w_3)} = \frac{0{,}36 \,.\, (1\text{-}1)}{(1\text{-}0{,}43)} = 0$$

$$w_2' = \frac{w_2 \cdot (1 - w_3')}{(1 - w_3)} = \frac{0{,}21 \,.\, (1\text{-}1)}{(1\text{-}0{,}43)} = 0$$

Assim tem-se que para $w_1' = 0$, $w_2' = 0$ e $w_3' = 1$. Substituindo-se em:

$V_{Cultura}(SQ) = w_1 * V_{Disseminação}(SQ) + w_2 * V_{Valores}(SQ) + w_3 * V_{Estratégia}(SQ) =$

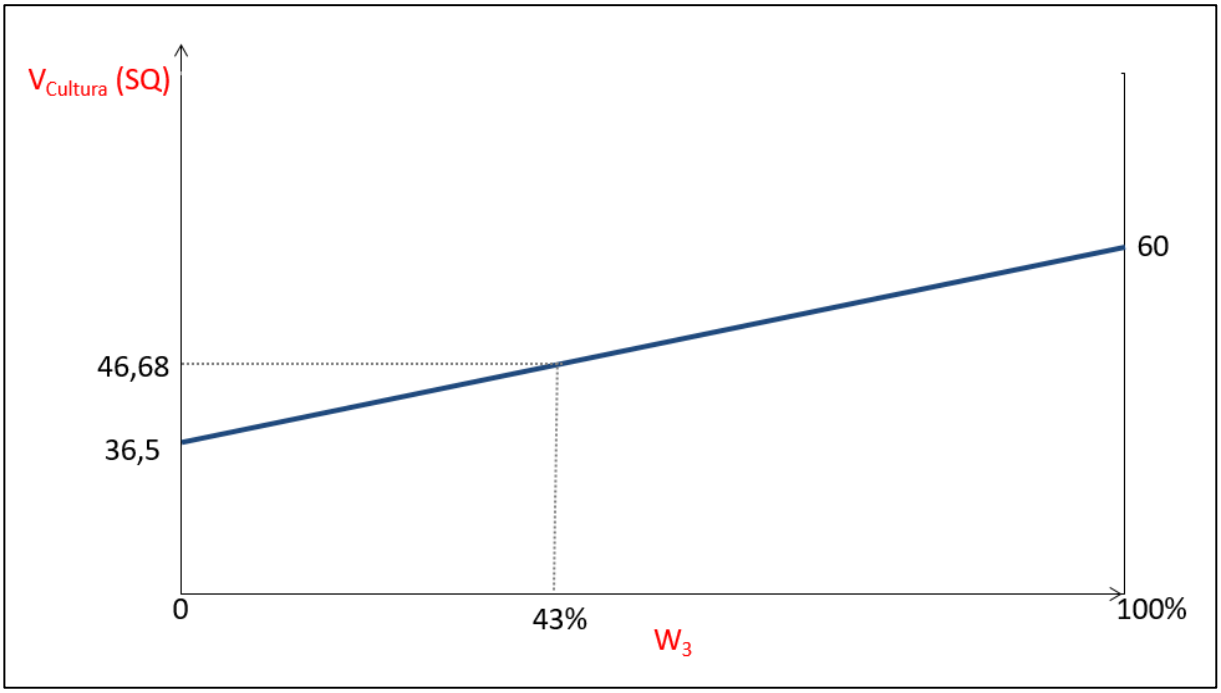
$V_{Cultura}(SQ) = w_1 * 58 + w_2 * 0 + w_3 * 60 =$

$V_{Cultura}(SQ) = 0 * 58 + 0 * 0 + 1 * 60 = 0 + 0 + 60 =$

$V_{Cultura}(SQ) = 60$

Como $V_{Cultura}(SQ)$ é 46,68 para w_3 = 43%, obtém-se o gráfico demonstrado na Figura 127.

Figura 127 - Análise de sensibilidade de VCultura(SQ) para variações das taxas w3



Fonte: Autor (2020).

Pode-se observar que cada 1% de variação em w_3 corresponde uma variação de (0,60 – 36,5) /100% = 0,235 pontos de $V_{Cultura}$ (SQ). Logo, para uma variação de 20% em w_3 (20% de 43% = 8,6%) tem-se uma mudança em $V_{Cultura}$ (SQ) de 8,6* 0,235 = 2,02 pontos em $V_{Cultura}$ (SQ) .

Portanto pode-se concluir que $V_{Cultura}$ (SQ) é sensível a variações de w_3. Destaca-se que para incrementos de w_3 o valor de $V_{Cultura}$ (SQ) aumenta.

Ao findar a etapa da análise de sensibilidade, encerra-se a fase de avaliação do modelo, conforme protocolo da MCDA-C. Em conjunto com as informações geradas na fase de estruturação, permitiu a construção de conhecimentos que apoiam ao decisor na análise de como o contexto afeta os seus valores e na mensuração destas interações. Com esse conhecimento, o decisor tem condições de monitorar via o perfil do *status quo* o comportamento da situação atual em relação aquilo que julga essencial no contexto. O modelo completo construído após a Fase de Avaliação pode ser observado no Apêndice Q. Essas informações permitem avançar

para a última etapa do processo de gestão, que estabelece a partir da situação atual, a identificação de oportunidades de aperfeiçoamento do desempenho. Essa etapa será apresentada na seção seguinte.

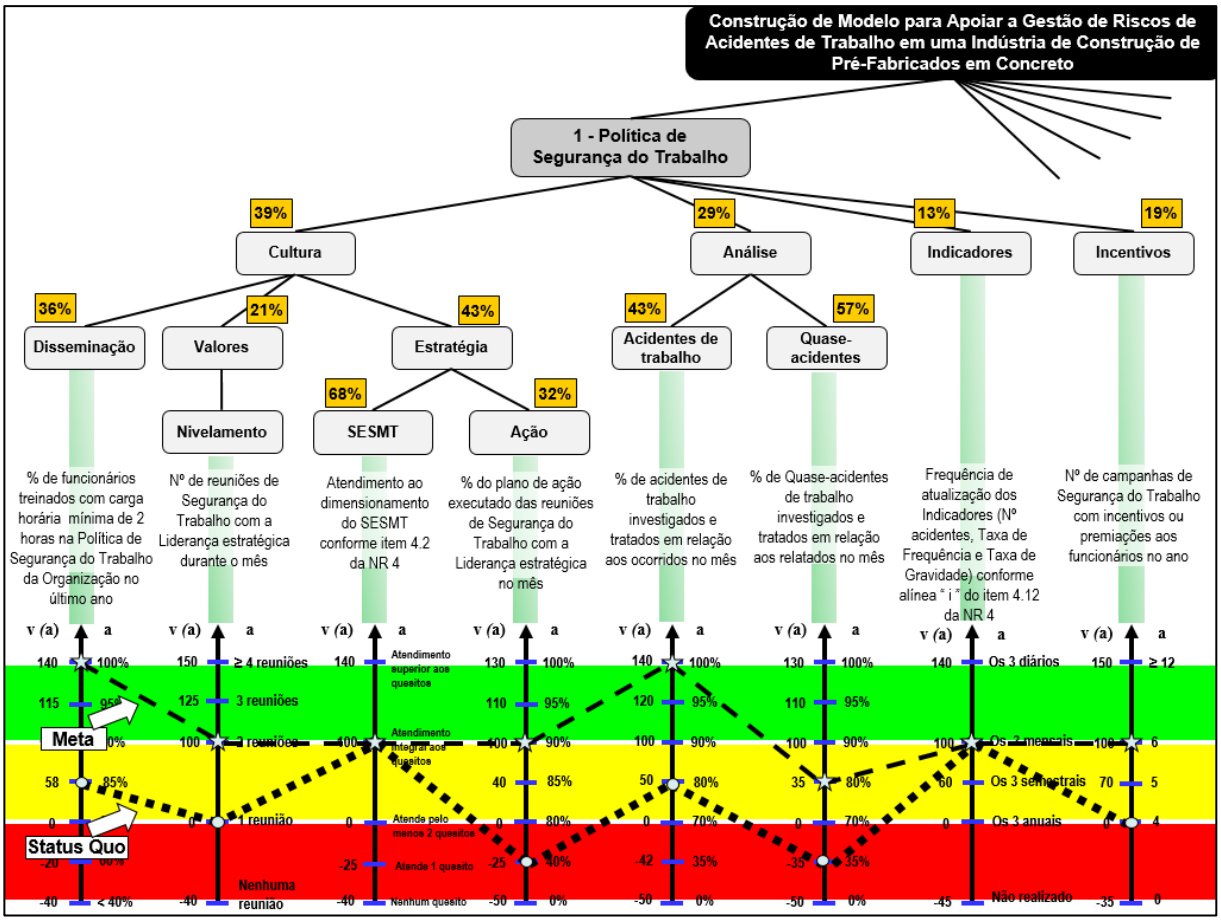
4.2.3 Fase de recomendações

A Fase de Recomendações visa apoiar o decisor na análise da geração das ações de aperfeiçoamento e avaliação das consequências da implementação, face aos objetivos estratégicos da organização, (AZEVEDO *et al*., 2011; ENSSLIN *et al*., 2017). É nesta etapa que a MCDA-C apresenta o seu diferencial perante os demais métodos, uma vez que esta é capaz de identificar de forma explícita o que é importante, quantificar de forma cardinal os aspectos julgados relevantes pelo decisor e assim apresentar oportunidades de melhoria (ENSSLIN *et al.*, 2010). Com as ações de aperfeiçoamento, o contexto problemático que retrata perfis de desempenho comprometedor passa a ser identificado como campos de oportunidades, (KEENEY, 1992)

Com este entendimento, o modelo construído permite avaliar o desempenho de tal maneira que, seja possível saber a situação atual (*status quo*) de cada critério, e a contribuição ao aperfeiçoá-lo para a meta a partir da identificação das taxas de conversão e contribuição da unidade local para o Ponto de Vista Fundamental associado.

Para fins de ilustração deste estudo, será apresentado a contribuição do aperfeiçoamento dos critérios dos PVEs que explicam o PVF ‘Política de Segurança do Trabalho’. Assim, a Figura 128 apresenta a EHV operacionalizada com os valores do *status quo* e a meta para cada critério.

Figura 128 - EHV operacionaliza do PVF ‘Política de Segurança do Trabalho’ com o *status quo* e metas



Fonte: Autor (2020).

Observa-se na Figura 128 que o *status quo* dos critérios dos PVEs ‘Ação’ e ‘Quase acidentes’ se encontram com desempenho a nível de sobrevivência. Com desempenho competitivo se encontram os critérios dos PVEs ‘Disseminação’, ‘Nivelamento’, ‘SESMT’, ‘Acidentes de trabalho’, ‘Indicadores’ e ‘Incentivos’.

A partir destas informações, apresenta-se a Tabela 5, onde evidencia a contribuição local para o PVF ‘Política de Segurança do Trabalho’ ao aperfeiçoar nos critérios ao passar do *status quo* para a meta, considerando os PVEs que os constitui.

Tabela 7 - Determinação da contribuição do aperfeiçoamento em passar do status quo (SQ) para a meta e sua hierarquização

Critérios utilizados para mensura do PVF Política de Segurança do Trabalho	Valor do Status Quo (SQ)	Valor da Meta	Acréscimo de valor ao passar do SQ para a Meta (Δ)	Taxa de conversão de unidade local para o PVF Política de Segurança do Trabalho	Contribuição local para o PVF Política de Segurança do Trabalho
PVE Disseminação % de funcionários treinados com carga horária mínima de 2 horas na Política de Segurança do Trabalho da Organização no último ano	58	140	82	14,04%	11,51
PVE Nivelamento Nº de reuniões de Segurança do Trabalho com a Liderança estratégica durante o mês	0	100	100	8,19%	8,19
PVE SESMT Atendimento ao dimensionamento do SESMT conforme item 4.2 da NR	100	100	0	11,40%	0,00
PVE Ação % do plano de ação executado das reuniões de Segurança do Trabalho com a Liderança estratégica no mês	-25	100	125	5,37%	6,71
PVE Acidentes de trabalho % de acidentes de trabalho investigados e tratados em relação aos ocorridos no mês	50	140	90	12,47%	11,22
PVE Quase acidentes % de Quase-acidentes de trabalho investigados e tratados em relação aos relatados no mês	-35	35	70	16,53%	11,57
PVE Indicadores Frequência de atualização dos Indicadores (Nº acidentes, Taxa de Frequência e Taxa de Gravidade) conforme alínea " i " do item 4.12 da NR 4	100	100	0	13,00%	0,00
PVE Incentivos Nº de campanhas de Segurança do Trabalho com incentivos ou premiações aos funcionários no ano	0	100	100	19,00%	19,00

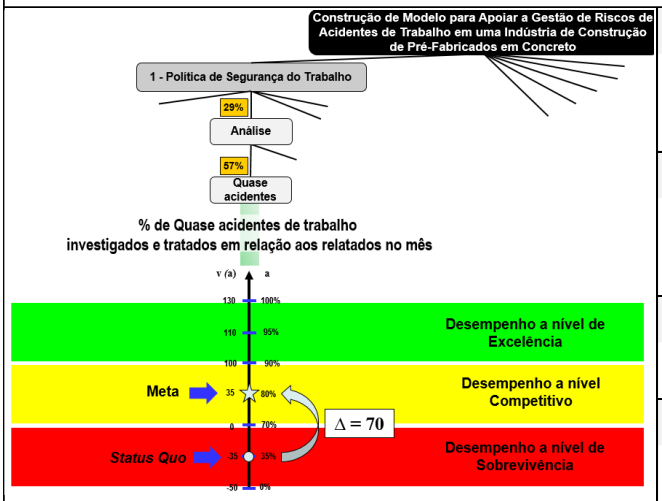
Fonte: Autor (2020).

Segundo ENSSLIN *et al.*, (2010), esta etapa de caráter de apoio, objetiva estabelecer uma hierarquia de contribuições e para os Pontos de Vistas selecionados ajudar a construir possíveis ações e compreender suas consequências, não possuindo caráter prescritivo para informar ou determinar ações.

Para demonstrar esse processo na presente pesquisa, serão apresentadas as ações propostas para os PVEs 'Quase acidentes', 'Disseminação' e 'Nivelamento'. A Figura 129 exibe o plano de ação relativo ao PVE 'Quase acidentes' para elevar a performance no critério investigação e tratamento dos quase acidentes.

Figura 129 - Plano de Ação para elevar a performance no critério investigação e tratamento dos quase acidentes

Plano de Ação para aperfeiçoamento do PVE Quase acidentes



Estratégia
Agir proativamente na prevenção de acidentes de trabalho, antecipando antes que ocorram
Resultado esperado
Ter 80% de investigações concluídas dos quase acidentes relatados no mês
Afetados
Funcionários da organização em geral
Frequência do acompanhamento
Mensal

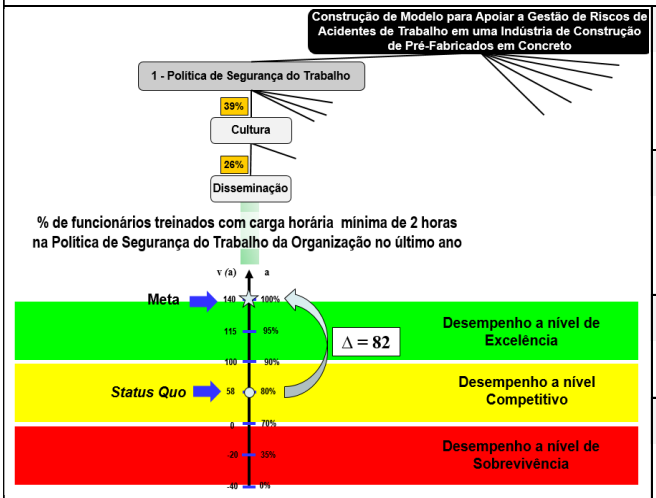
O que (Ação)	Por que	Como	Onde	Quem	Início	Fim
Criar campanha sobre a importância do relato dos Quase acidentes	Para passar o descritor do nível de sobrivivência (35%) para o nível competitivo (80%)	Realizando campanha através de DDS's e informativos demonstrando os benefícios do relato	Setor SESMT	Engenheiro de Segurança do Trabalho	Agosto / 2020	Setembro / 2020
Criar programa de incentivos aos funcionários para relatos de Quase acidentes	Para passar o descritor do nível de sobrivivência (35%) para o nível competitivo (80%)	Buscando alternativa de prêmios e benificios para os funcionários com maior numero de relatos de quase acidentes	Setor RH	Gerente de RH	Setembro /2020	Outubro / 2020
Criar plano de análises de quase acidentes	Para passar o descritor do nível de sobrivivência (35%) para o nível competitivo (80%)	Criando cronograma de reuniões, responsáveis e metas de investigações envolvento SESMT e Setores organizacionais	Setor SESMT	Engenheiro de Segurança do Trabalho	Outubro / 2020	Outubro / 2020
Demonstrar ações executadas aos funcionários após analises de quase acidentes relatados	Para passar o descritor do nível de sobrivivência (35%) para o nível competitivo (80%)	Informando através de DDS's as ações implementadas, demonstrando as medidas de prevenção de acidentes	Setor SESMT	Técnico de Segurança do Trabalho	Outubro / 2020	Dezembro / 2020

Fonte: Autor (2020).

O plano de ação referente ao PVE ‘Disseminação’ para elevar a performance no critério capacitação dos funcionários com a Política de Segurança do Trabalho da organização está demonstrado na Figura 130.

Figura 130 - Plano de Ação para elevar a performance no critério capacitação dos funcionários com a Política de Segurança do Trabalho da organização.

Plano de Ação para aperfeiçoamento do PVE Disseminação



Estratégia
Através da Política de Segurança do Trabalho, despertar uma cultura prevencionista para todos os níveis da organização
Resultado esperado
Ter todos os funcionários capacitados nas diretrizes da Política de Segurança do Trabalho da organização
Afetados
Funcionários da organização em geral
Frequência do acompanhamento
Mensal

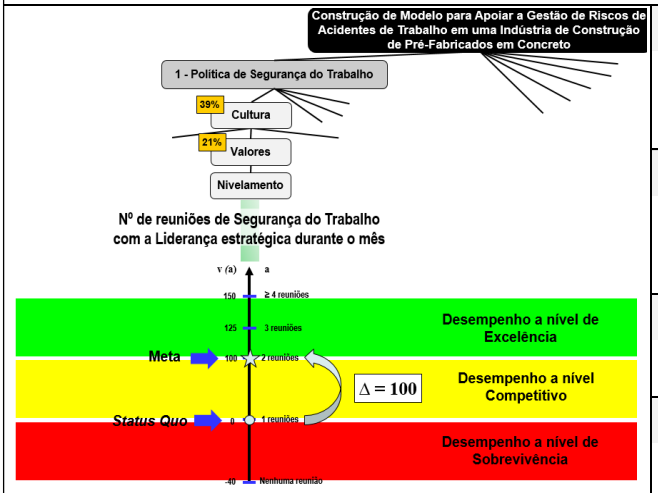
O que (Ação)	Por que	Como	Onde	Quem	Início	Fim
Elaborar cronograma de treinamentos de Política de Segurança do Trabalho	Para passar o valor do descritor do nível competitivo (85%) para o nível de excelência (100%)	Criando agenda de treinamento e validando com os setores organzacionais	Setor de T&D	Responsável T&D	Julho / 2020	Agosto / 2020
Programar Diálogo Diário de Segurança (DDS) abordando Politica de Segurança do Trabalho	Para passar o valor do descritor do nível competitivo (85%) para o nível de excelência (100%)	Inserindo no cronograma mensal o tema e organizando aplicação do DDS com a gerência da organização	Setor SESMT	Engenheiro de Segurança do Trabalho	Julho / 2020	Dezembro / 2020
Estruturar meios de informações para propagar a Politica de Segurança do Trabalho	Para passar o valor do descritor do nível competitivo (85%) para o nível de excelência (100%)	Informando através de folders a Política de Segurança do Trabalho e distribuindo nos quadros de Gestão à Vista	Setor SESMT	Técnico de Segurança do Trabalho	Setembro / 2020	Outubro / 2020

Fonte: Autor (2020).

Já, visando evidenciar o plano de ação referente ao PVE ‘Nivelamento’ para elevar a performance no critério de ocorrências de reuniões de segurança do trabalho com a liderança estratégica da organização está retratado na Figura 131.

Figura 131 - Plano de Ação para elevar a performance no critério de ocorrências de reuniões de segurança do trabalho com a liderança estratégica da organização

Plano de Ação para aperfeiçoamento do PVE Nivelamento



Estratégia
Promover o compromisso da Liderança com a cultura prevencionista, tornando-os multiplicadores de boas práticas
Resultado esperado
Ter realizado duas (2) reuniões de segurança do trabalho no mês com a Liderança e a Direção da organização
Afetados
Liderança da organização
Frequência do acompanhamento
Mensal

O que (Ação)	Por que	Como	Onde	Quem	Início	Fim
Elaborar cronograma de reuniões de Segurança do Trabalho	Para passar o valor do descritor do nível sobrevivência (1 reunião) para o nível competitivo (2 reuniões)	Criando agenda e validando com Direção da Organização	Setor SESMT	Engenheiro de Segurança do Trabalho	Agosto / 2020	Setembro / 2020
Criar incentivos para Liderança na participação ativa das reuniões de Segurança do Trabalho	Para passar o valor do descritor do nível sobrevivência (1 reunião) para o nível competitivo (2 reuniões)	Valorizando e reconhecendo açoes e boas práticas desenvolvidas pela Liderança	Setor RH	Gerente de RH	Outubro / 2020	Novembro / 2020

Fonte: Autor (2020).

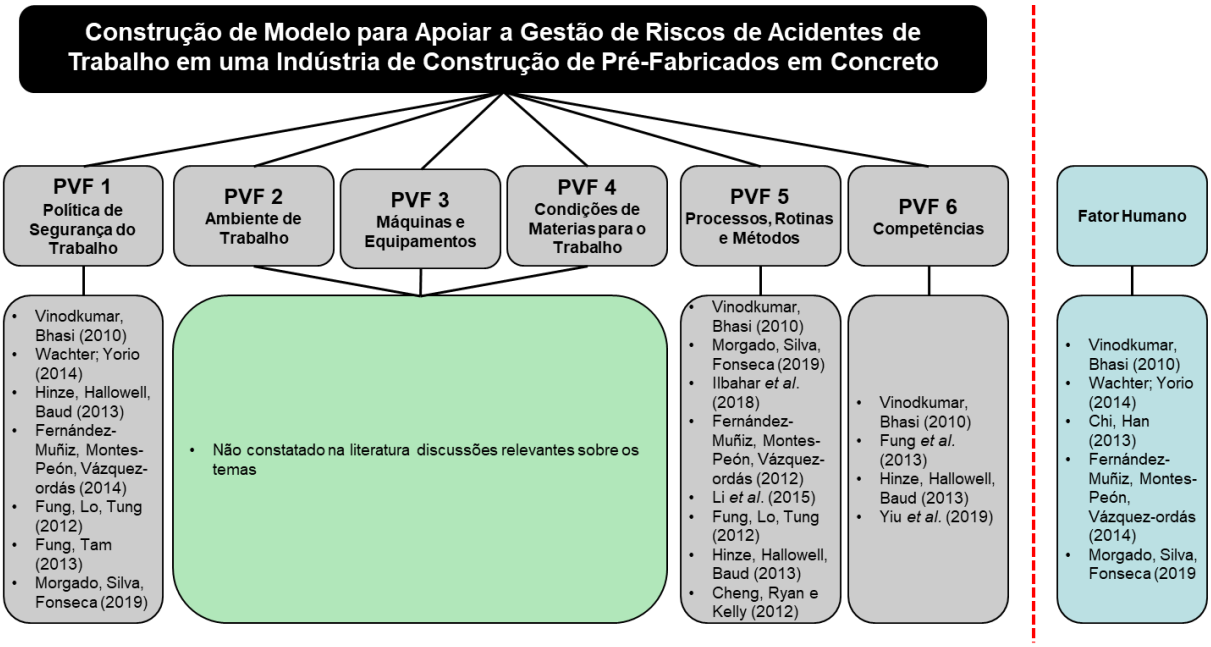
O conhecimento proporcionado pela MCDA-C permitiu monitorar os aspectos julgados pelo decisor como essenciais a gestão de riscos de acidentes de trabalho. Deste modo, de posse do plano de ação proposto, estabelecendo metas e identificando critérios com maior nível de contribuição, o decisor dispõe de uma ferramenta eficiente para o planejamento e acompanhamento das ações de aperfeiçoamento.

4.3 COTEJAMENTO DOS ASPECTOS IDENTIFICADOS NA LITERATURA COM OS DESENVOLVIDOS NO MODELO CONSTRUÍDO

Para atender um dos objetivos específicos, esta seção tem o propósito de apresentar o cotejamento dos principais aspectos que foram identificados no fragmento da literatura acerca da gestão de riscos de acidentes de trabalho na indústria da construção, representado pelas publicações internacionais que compõem o PB em relação aos critérios desenvolvidos no

modelo construído, a partir da percepação, preocupação e valores do decisor. A síntese dos resultados gerados apartir do cotejamento está apresentada na Figura 132.

Figura 132 - Cotejamento dos aspectos identificados na literatura com os desenvolvidos no modelo construído



Fonte: Autor (2021).

De modo geral, foram constatadas similaridades quanto aos objetivos estratégicos da gestão de risco de acidentes de trabalho (Pontos de Vistas Fundamentais) com diversos indicadores e temas abordados pelos pesquisadores do portfólio. Contudo, em nenhum estudo do PB foi identificado o viés construtivista como alicerce no desenvolvimento dos modelos, sendo essa, conceitualmente a principal diferença, destacando assim, a inovação da aplicação da MCDA-C na contrução do modelo.

Em se tratando do estudo de Vinodkumar e Bhasi (2010), o modelo proposto avaliou as percepções dos funcionários sobre seis práticas de gestão de segurança e conhecimentos de segurança: (i) compromisso da gestão, (ii) treinamento em segurança, (iii) envolvimento dos trabalhadores, (iv) comunicação e feedback de segurança, (v) regras e procedimentos de segurança e (vi) políticas de promoção de segurança. Tais práticas avaliadas são similares aos critérios desenvolvido no modelo MCDA-C pelo decisor. Observa-se que no PVF 1 – 'Política de Segurança do Trabalho' aborda o conceito do compromisso da gestão por meio do PVE – 'Cultura' que destaca a preocupação do decisor com o engajamento da alta direção da

organização quanto aos aspectos de segurança do trabalho priorizando os valores, a forma de disseminação aos envolvidos, além das estratégias adotadas para manter o compromisso da gestão. A preocupação com o desempenho da segurança do trabalho nas organizações a partir do compromisso da gestão, é um tema recorrente em outras pesquisas do PB (WACHTER; YORIO, 2014; HINZE; HALLOWELL; BAUD, 2013; FERNÁNDEZ-MUÑIZ; MONTES-PEÓN; VÁZQUEZ-ORDÁS, 2014; FUNG; LO; TUNG, 2012; FUNG; TAM, 2013; MORGADO; SILVA; FONSECA, 2019).

Quanto a práticas de gestão de segurança, o aspecto treinamento de segurança apontado por Vinodkumar e Bhasi (2010) é também, um objetivo estratégico de acordo o julgamento do decisor. Esta preocupação foi evidenciada no modelo por meio do PVF – 'Competência'. No modelo construído, o decisor almeja a melhoria na capacitação dos funcionários focando nas habilidades operacionais necessárias para o desenvolvimento das atividades, além das qualificações requeridas de acordo as Normas Regulamentadoras estabelecidas legalmente no Brasil a partir da Portaria nº 3.214, de 08 de junho de 1978 e suas atualizações.

Neste quesito, Fung *et al.* (2013) destacam que ao melhorar as competências dos profissionais de segurança e a conscientização sobre os riscos de segurança, melhorará significativamente a qualidade e a confiabilidade da avaliação de riscos, além de, demonstrarem a importância das instruções eficazes de segurança do trabalho fornecidas aos trabalhadores. O treinamento de segurança específico e no local de trabalho para os gestores e trabalhadores em geral são uma das dez práticas levantadas por Hinze, Hallowell e Baud (2013) que diferenciam o desempenho em segurança em uma organização. No artigo de Yiu *et al.* (2019), ao pesquisar os obstáculos percebidos na implementação do sistema de gerenciamento de segurança na indústria da construção, apontou como um dos fatores de fracasso é o insuficiente conhecimento em segurança ou conceitos de riscos por parte dos trabalhadores.

O decisor manifestou preocupação durante o desenvolvimento do modelo com a importância da padronização das atividades para assegurar a redução de acidentes de trabalho. Este aspecto é evidenciado pelo PVF 'Processos, Rotinas e Métodos' contemplando os cuidados em manter atualizados a documentação legal exigida pelo governo brasileiro de acordo as Normas Regulamentadoras. Esta mesma preocupação é afirmada na pesquisa de Morgado, Silva e Fonseca (2019) realizada em indústrias da construção portuguesas ao concluir que ainda há um pequeno desconhecimento sobre as obrigações legais que as empresas devem cumprir.

Além disso, neste PVF o decisor ressalta a preocupação com o desenvolvimento da CIPA – Comissão Interna de Prevenção de Acidentes, que visa envolver os funcionários nas soluções de problemas relacionados a segurança do trabalho. Outro fator relevante é a

padronização dos procedimentos operacionais e por fim, o adequado processo de fiscalização e vistorias executadas por profissionais da área de segurança do trabalho com o objetivo de monitoramento da padronização dos processos. Em relação a fiscalização e vistorias de segurança, o tema é tratado nas pesquisas de Ilbahar *et al*. (2018), Fernández-Muñiz; Montes-Peón e Vázquez-Ordás (2012) e Li *et al.* (2015), entretanto, nesta última pesquisa, os autores propõem um método de vistoria que integram a tecnologia como elemento diferencial ao monitorar em tempo real os aspectos de segurança do trabalho.

Em consonância ao modelo desenvolvido nesta pesquisa, Fung, Lo e Tung (2012) alertam a respeito da prática abordando as regras e procedimentos de segurança. Fung *et al.* (2013) em seus estudos informam que as instruções de segurança eficazes devem ser fornecidas aos trabalhadores. No portfólio, o mesmo foi destacado em outros estudos (FERNÁNDEZ-MUÑIZ; MONTES-PEÓN; VÁZQUEZ-ORDÁS, 2012; HINZE; HALLOWELL; BAUD, 2013; VINODKUMAR; BHASI, 2010).

Cheng, Ryan e Kelly (2012) ao pesquisar o desempenho dos projetos em relação as práticas de gestão de segurança importantes para a indústria da construção indicaram que as categorias ‘informações’ e ‘comitês’ estiveram associadas ao desempenho do projeto de forma positiva e significativa e que uma das principais conclusões do estudo é que a indústria da construção tem prestado relativamente menos atenção aos comitês de gestão de segurança. Concluem que para melhorar o desempenho dos projetos, as construtoras devem promover a criticidade dos comitês de gestão de segurança. De fato, esse mesmo critério, também foi uma preocupação do decisor na construção do modelo construtivista e evidenciado no PVE ‘CIPA’.

As maiores discrepâncias percebidas entre o modelo contruído nesta pesquisa em relação a literatura se referem aos PVFs ‘Ambiente de Trabalho’, ‘Máquinas e Equipamentos’ e ‘Condições de Materias para o Trabalho’. Em nenhuma publicação do portfólio bibliográfico foi constatado a relevância destes temas, não sendo uma prioridade na construção de seus modelos e nem como referência para subsidiar a pesquisa.

No primeiro aspecto, o PVF ‘Ambiente de trabalho’, o decisor demonstrou sua preocupação em garantir a mitigação de acidentes de trabalho por meio dos cuidados no arranjo físico e acessos do local de trabalho, além de se preocupar em manter o ambiente limpo e organizado e por fim, alertando para as questões ergonômicas do trabalho.

Os sistemas de proteção em máquinas e os sistemas de bloqueios, além da adequada funcionalidade operacionais dos equipamentos são retratados no PVF ‘Máquinas e Equipamentos’. Já o PVF ‘Condições de Materias para o Trabalho’ demonstra a preocupação do decisor em garantir a segurança dos trabalhadores com o uso correto de acessórios nos

processos industriais, ademais, a correta utilização dos EPIs – Equipamento de Proteção Individual por parte dos trabalhadores.

Em contrapartida, os temas recorrentes verificados na literatura e não observados no modelo MCDA-C construído nesta pesquisa, tratam-se dos aspectos ligados ao fator humano no desempenho da segurança do trabalho. Para Vinodkumar e Bhasi (2010) a motivação dos funcionários é um dos principais mediadores que explicam o desempenho em segurança. Wachter e Yorio (2014) acharam em sua pesquisa a existência de correlações significativas entre as práticas de gestão nos níveis de engajamento do trabalhador.

As condições mentais dos trabalhadores como fatores de riscos de acidentes fazem parte do escopo dos estudos de Chi e Han (2013). O comportamento de segurança dos colaboradores, por meio do cumprimento das normas e procedimentos, melhora diretamente os resultados de da empresa, demonstrando a importância do fator humano no desempenho da segurança (FERNÁNDEZ-MUÑIZ; MONTES-PEÓN; VÁZQUEZ-ORDÁS, 2014). Por fim, na pesquisa de Morgado, Silva e Fonseca (2019), seus achados concluem que os benefícios identificados pelas empresas estão focados principalmente na redução de acidentes de trabalho por meio do aumento da satisfação e motivação dos funcionários.

5 CONCLUSÃO

A construção civil é a atividade que acompanha o ser humano desde seu surgimento. O exponencial crescimento da população nas últimas cinco décadas desencadeou a necessidade de habitação e infraestrutura na mesma proporção. Este crescimento quanto a gestão do processo de construção ocorreu sem um acompanhamento do desenvolvimento científico quanto a segurança dos trabalhadores. Esta situação tem deixado um legado anual de milhões de pessoas mortas ou com lesões incapacitantes permanentes e seus respectivos legados sociais e econômicos.

Neste contexto, a presente pesquisa teve como objetivo construir um modelo multicritério construtivista para apoiar a gestão de riscos de acidentes de trabalho em uma indústria de construção de pré-fabricados em concreto, fundamentado na Metodologia Multicritério de Apoio à Decisão Construtivista (MCDA-C). Este instrumento foi escolhido por sua capacidade em lidar com problemas complexos que demandam de estruturação, avaliação e recomendação para monitorar e aperfeiçoar ambientes decisórios de modo singular.

Visando perscrutar o fragmento da literatura do tema gestão de riscos de acidentes de indústria da construção civil e alicerçar a construção do modelo, utilizou-se o instrumento de intervenção *Knowledge Development Process-Constructivist (ProKnow-C)* o qual evidenciou os destaques das principais características dessa área de conhecimento, segundo as percepções e delimitações postas pelo pesquisador. Com base no portifólio bibliográfico, composto por 25 (vinte e cinco) artigos científicos, foram realizadas as análises bibliométrica e sistêmica, além da elaboração do mapa da literatura.

Em se tratando da relevância das publicações em relação à quantidade de citações no *Google* Acadêmico, destacam-se os artigos: (i) *Safety management practices and safety behaviour: Assessing the mediating role of safety knowledge and motivation*, de Vinodkumar e Bhasi, (2010), com 355 citações; (ii) *Leading indicators of construction safety performance*, de Hinze, Thurman e Wehle (2015), com 283 citações; e (iii) *A system of safety management practices and worker engagement for reducing and preventing accidents: An empirical and theoretical investigation*, de Wachter e Yorio (2014), com 191 citações. Esses três artigos representam 29,3% de todas as citações do PB selecionado.

Foram identificados 58 autores que contribuíram com o tema proposto. Os autores de destaque foram: (i) Hinze, presente em dois artigos do PB e em 28 artigos publicados nas referências do PB; e (ii) Fung, sendo o mais recorrente no PB com três artigos incluídos e quatro publicações nas referências. Na tentativa de comparar a produtividade dos autores com o padrão

de Lotka, observa-se que os autores do PB produzem menos do que o previsto por Lotka. Quanto ao resultado do mapa de rede de colaboração entre autores, constata-se uma acentuada dispersão entre autores na produção científica no campo do tema estudado. A rede de colaboração entre os países de origem, conforme afiliação dos pesquisadores do PB, demonstra o destaque na associação entre quatro países: (i) China; (ii) Austrália; (iii) Holanda; e (iv) Bélgica. A centralidade do grupo é a China, com maior concentração dos estudos em Hong Kong.

Em relação aos periódicos responsáveis pelas publicações, foram achados um total de 10 que compõem o PB. Destes, seis periódicos apresentaram somente um artigo publicado. O periódico de maior grau de relevância, no PB e nas referências, foi notadamente *Safety Science* (JCR 3,619 e SJR 1,290), concentrando 12 dos 25 artigos selecionados. Isso reflete em 48% dos artigos publicados presentes no portfólio. Esses achados estão em consonância com a Lei de Bradford, visto que um pequeno número de periódicos foi responsável pela alta produtividade de artigos com temas similares, enquanto um número maior de periódicos apresentou menos produtividade.

Para análise das palavras-chave de destaque, fez-se pela verificação de rede de coocorrências nos artigos, demonstrando a força de ligação entre elas. Encontraram-se 91 palavras-chave. Os achados resultaram na construção de seis *clusters* com centralização nas principais palavras-chave: (i) *construction safety*; (ii) *safety management*; (iii) *risk management*; (iv) *process safety*; (v) *accident prevention*; e (vi) *construction*. Essas palavras-chave estabelecem a temática do PB, de acordo com a Lei de Zipf.

Na análise sistêmica, evidenciou-se que para o fragmento do tema gestão de riscos de acidentes de trabalho na indústria da construção civil quando analisada segundo a perspectiva da avaliação de desempenho em todas as áreas de conhecimentos (Lentes), existem oportunidades para contribuir quando observado os processos sob a ótica do apoio à gestão. O conhecimento desenvolvido com a aplicação da analise sistêmica do *ProKnow-C* permitiu assim, estabelecer a pergunta de pesquisa e o objetivo geral e específicos em acordo a visão de conhecimento estabelecido.

Na Lente 1 – Abordagem, evidenciou-se que o alcance para os artigos do PB situa-se em estágio de Conhecimento Clássico, decorrente do uso de abordagens realistas e do enquadramento dos contextos como de complexidade média sem a necessidade de estruturação. Para a Lente 2 – Singularidade, a moda dos resultados encontrados em relação a identificação de atores e contextos, encontra-se no estágio de Conhecimento Clássico, comprometendo sua legitimidade científica.

A análise sistêmica com a mensuração do alcance da Lente 3 – Processo de identificar (objetivos) evidenciou que os artigos do PB se encontram no estágio de Conhecimento Comprometedor, pois não reconhecem a necessidade de expandir o conhecimento do decisor, não identificam a determinação dos critérios e escalas integralmente a partir do decisor. Fato este, evidenciando a visão objetivista utilizada pelos pesquisadores. Na Lente 4 – Mensuração, o grau de atendimento dos requisitos situa-se em nível Comprometedor, dado que os pesquisadores do PB deixaram de ter em conta os conhecimentos científicos da Teoria da Mensuração no processo da construção de escalas em seus modelos.

A análise sistêmica da Lente 5 – Integração, mostrou que os artigos do PB se situa no estágio de Conhecimento Comprometedor, revelando que a maioria dos artigos não realizam integração dos critérios de avaliação, não consideram a propriedade da Isolabilidade e não demonstram a utilização de níveis de referência. Na Lente 6 – Gestão, evidenciou-se que os artigos do PB se encontram no estágio de Conhecimento Comprometedor. A maioria das pesquisas não realizam o monitoramento do desempenho nos modelos construídos, além de não possuírem processos para gerar ações de aperfeiçoamento, comprometendo a função de utilidade do modelo e da pesquisa.

Com o Mapa da Literatura, identificou-se 4 (quatro) *clusters* como as perspectivas ou áreas estratégicas similares entre as pesquisas do portfólio bibliográfico: (i) Política de Segurança do Trabalho; (ii) Comportamento Seguro; (iii) Práticas de Segurança do Trabalho; e (iv) Avaliação de Desempenho. Para esses temas, os autores do PB identificaram 18 tópicos para operacionalizá-los, além de identificar os conhecimentos já consolidados e os conhecimentos ainda por desenvolver, ou seja, as lacunas de conhecimento ou oportunidades de pesquisa.

Durante a contrução do modelo, a Fase de Estruturação propiciou o entendimento do problema e do contexto onde o mesmo está inserido por meio da identificação do ambiente decisional, dos atores envolvidos no processo e da definição do rótulo apropriado, além de determinação dos Elementos Primários de Avaliação - EPAs, cujos conceitos criados foram agrupados em seis (6) Áreas de Preocupação que representam os objetivos estratégicos do contexto organizacional: (i) Políticas de Segurança do Trabalho; (ii) Ambiente de Trabalho; (iii) Máquinas e Equipamentos; (iv) Condições de Materiais para o Trabalho; (v) Processos, Rotinas e Métodos e (vi) Competências. Assim, formou-se a hierarquia de conceitos em direção aos meios e fins, representado pelos Pontos de Vistas, que expressam e consolidam a identificação de áreas de conhecimento que irão representar aquilo que o decisor julga como um fim necessário e finalizando com a construção dos descritores.

Na Fase de Avaliação, a MCDA-C possibilitou a migração de um modelo qualitativo constituído de descritores com escalas ordinais para um modelo com escalas cardinais. Este processo constitui-se da construção de funções de valor além da determinação das taxas de compensação que permitiu agrega-los e assim, proporcionar a mensuração da performance local, bem como a performance global, operacionalizado via 58 critérios.

Todo esse conhecimento associado ao perfil do *status quo* identificado, deu visibilidade ao processo de monitoramento e identificação de oportunidades. Para os critérios com desempenho a nível comprometedor, a utilização das informações contidas no modelo permitiu a elaboração de ações para seu aperfeiçoamento e mensuração de sua contribuição local, finalizando a Fase de Recomendações.

Na percepção do decisor deste estudo, a construção do modelo singular para apoiar a gestão de riscos de acidentes de trabalho, além de contribuir com o aperfeiçoamento dos resultados, permitiu a atuação de maneira proativa na redução de acidentes, ademais, o modelo proposto possibilita a tomada de decisões de maneira assertiva e confortável. Também, possibilitou a construção e a disseminação de conhecimentos aos envolvidos por meio de uma criteriosa pesquisa do tema e de sua aplicação nos processos operacionais.

Como contribuição teórica, por se tratar de uma pesquisa com vertente construtivista, salientam-se as características no processo de construção do modelo de apoio a decisão na gestão de riscos de acidentes de trabalho na indústria da construção, onde reconhece o contexto decisório único e os valores, motivações e preocupações do decisor ao oposto dos modelos encontrados na literatura que, na sua grande maioria, modelos realistas, os quais buscam a solução dos problemas a partir de conhecimentos já adquiridos, prevalecendo assim, uma característica reativa na gestão de riscos.

Como limitação da pesquisa, o modelo foi construído a partir da percepção, valores e preferências do decisor para um ambiente decisional específico. Assim, o modelo não é apropriado para outros contextos sociais. Entretanto, o processo de construção do modelo valendo-se dos protocolos da MCDA-C é universal estando apto para todo e qualquer profissional o seu uso independentemente do contexto envolvido. Além disto, não foi dado continuidade a operacionalização do modelo e deste modo, não identificado a necessidade de ajustes quando utilizado na prática.

Em continuidade ao processo de construção de conhecimento originado pela pesquisa, sugerem-se para futuras pesquisas a construção de um modelo de gestão de riscos com a utilização da metodologia MCDA-C para outros setores econômicos que partilham dos altos

índices de acidentes de trabalho, em especial no Brasil, o setor de atendimento hospitalar, dado sua contribuição social.

REFERÊNCIAS

AFONSO, M. H. F.; SOUZA, J. D.; ENSSLIN, S. R.; ENSSLIN, L. Como construir conhecimento sobre o tema de pesquisa? Aplicação do processo ProKnow-C na busca de literatura sobre avaliação do desenvolvimento sustentável. **Revista de Gestão Social e Ambiental**, vol. 5, n. 2, p. 47-62, 2011.

ANUÁRIO ESTATÍSTICO DE ACIDENTES DO TRABALHO. **AEAT 2017** / Ministério da Fazenda ... [et al.]. – Vol. 1–. – Brasília: MF, 996 p., 2017.

AZEVEDO, R. C.; ENSSLIN, L.; DE OLIVEIRA LACERDA, R. T.; FRANÇA, L. A.; GONZÁLEZ, C. J. I.; JUNGLES, A. E.; ENSSLIN, S. R. Avaliação de desempenho do processo de orçamento: estudo de caso em uma obra de construção civil. **Ambiente Construído**, 11(1), p. 85-104, 2011.

BANA E COSTA. C. A. *Structuration, Construction et Exploitation d'un Modèle Multicritère d'Aide à la Décision*. Tese (Doutorado em Engenharia de Sistemas). Universidade Técnica de Lisboa (IST), Lisboa, Portugal, 1992.

BANA E COSTA, C. A. Três convicções fundamentais na prática do apoio à decisão. **Pesquisa Operacional**, 13(1), 9-20, 1993

BANA e COSTA, C. A.; VANSNICK, J. C. Uma Nova Abordagem ao Problema de Construção de uma Função de Valor Cardinal: MACBETH. **Investigação Operacional**, v. 15, p. 15-35, 1995.

BANA E COSTA, C. A.; ENSSLIN, L.; CORRÊA, E. C.; ANSNICK, J. C. Decision Support Systems in action: integrated application in a multicriteria decision aid process. **European Journal of Operational Research**, v. 113, p. 315-335, 1999.

BEYER, F. R.; WRIGHT, K. Can we prioritise which databases to search? A case study using a systematic review of frozen shoulder management. **Health Information & Libraries Journal**, v. 30, n. 1, p. 49-58, 2013.

BHASKAR, R. Realist Theory of Science. **Longman Higher Education Division**, New York, 1978.

BRASIL. Ministério da Público do Trabalho. Observatório de Segurança e Saúde do Trabalho Disponível em: <https://smartlabbr.org/sst/localidade/0?dimensao=frequenciaAcidentes>. Acesso em: 10 de abril de 2020.

BITITCI, U. *et al*. Performance measurement: Challenges for tomorrow. **International Journal of Management Reviews**, v. 14, n. 3, p. 305-327, 2012.

BORTOLUZZI, S. C.; ENSSLIN, S. R.; ENSSLIN, L. Avaliação de desempenho multicritério como apoio à gestão de empresas: aplicação em uma empresa de serviços. **Gestão & Produção**, v. 18, n. 3, p.633-650, 2011.

CASTRO, C. de M. **A prática da pesquisa.** São Paulo: Pearson, 2. ed. 2006.

CENDON, B. V.; RIBEIRO, N. A. Análise da literatura acadêmica sobre o Portal Periódico Capes. **Informação & Sociedade**, v. 18, n. 2, 2008.

CHENG, E. W. L.; RYAN, N.; KELLY, S. Exploring the perceived influence of safety management practices on project performance in the construction industry. **Safety science**, v. 50, n. 2, p. 363-369, 2012.

CHI, S.; HAN, S. Analyses of systems theory for construction accident prevention with specific reference to OSHA accident reports. **International Journal of Project Management**, v. 31, n. 7, p. 1027-1041, 2013.

CHOE, S.; LEITE, F. Transforming inherent safety risk in the construction Industry: A safety risk generation and control model. **Safety Science**, 124, 2020.

COOPER, D. R.; SCHINDLER, P. S. **Métodos de Pesquisa em Administração-12ª Edição**. McGraw Hill Brasil, 2016.

COSSETTE, P.; AUDET, M. Mapping of an idiosyncratic schema. **Journal of Management Studies**, 29.3 (1992): 325-347, 1992.

CRESWELL, J. W. Projeto de Pesquisa: métodos qualitativo, quantitativo e misto. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2010.

CUCCURULLO, C.; ARIA, M.; SARTO, F. Fundamentos e tendências em gestão de desempenho. Uma análise bibliométrica de vinte e cinco anos nos domínios das empresas e da administração pública. **Scientometrics**, v. 108, n. 2, pág. 595-611, 2016.

DAIM, T. U.; RUEDA, G. R.; MARTIN, H. T. Technology forecasting using bibliometric analysis and system dynamics. In: **A Unifying Discipline for Melting the Boundaries Technology Management.** IEEE, 2005. p. 112-122.

DUMOND, E. J. Making best use of performance-measures and information, **International Journal of Operations & Production Management**, v. 14, n. 9, p. 16-31, 1994.

DUTRA, A. Metodologias para avaliar o desempenho organizacional: revisão e proposta de uma abordagem multicritério. **Revista Contemporânea de Contabilidade**, v. 2, n. 3, p. 25-56, 2005.

DUTRA, A. *et al*. The construction of knowledge from the scientific literature about the theme seaport performance evaluation. **International Journal of Productivity and Performance Management**, v. 64, n. 2, p. 243-269, 2015.

EDEN, C. Cognitive mapping. **European Journal of Operational Research,** 36, n. 1, 1-13, 1988.

EDEN, C.; ACKERMANN, F. Where next for problem structuring methods. **Journal of the Operational Research Society**, 57.7. 766-768, 2006.

ENSSLIN, L. Notas de aula da disciplina Estruturação Multicritério de Contextos Organizacionais do Programa de Pós-Graduação em Administração da Universidade do Sul de Santa Catarina. Florianópolis, 2019.

ENSSLIN, L. Notas de aula da disciplina Avaliação Multicritério de Contextos Organizacionais do Programa de Pós-Graduação em Administração da Universidade do Sul de Santa Catarina. Florianopolis, 2020a.

ENSSLIN, L. Notas de aula da disciplina Análise Sistêmica da Literatura em Avaliação de Desempenho do Programa de Pós-Graduação em Administração da Universidade do Sul de Santa Catarina. Florianopolis, 2020b.

ENSSLIN, L., DEZEM, V., DUTRA, A., ENSSLIN, S. R., SOMENSI, K. Seaport-performance tools: an analysis of the international literature. **Maritime Economics & Logistics**, 2018a.

ENSSLIN, L., GIFFHORN, E., ENSSLIN, S. R., PETRI, S. M., & VIANNA, W. B. Avaliação do desempenho de empresas terceirizadas com o uso da metodologia multicritério de apoio à decisão construtivista. **Pesquisa Operacional**, 30(1), 125-152, 2010.

ENSSLIN, L., MONTIBELLER NETO, G.; NORONHA, S.M. **Apoio à Decisão: Metodologias para Estruturação de Problemas e Avaliação Multicritério de Alternativas**. Insular, Brazil, 2001.

ENSSLIN, L., MUSSI, C. C., ROLIM ENSSLIN, S., DUTRA, A., PEREIRA BEZ FONTANA, L. 'Organizational knowledge retention management using a constructivist multi-criteria model', **Journal of Knowledge Management**, Vol. 24, pp. 985-1004, 2020a.

ENSSLIN, L.; MUSSI, C. C.; CHAVES, L. C.; DEMETRIO, S. N. It outsourcing management: The state of the art recognition by a constructivist research process and bibliometrics. **JISTEM-Journal of Information Systems and Technology Management**, v. 12, n. 2, p. 371-392, 2015b.

ENSSLIN, L., MUSSI, C. C., DUTRA, A., ENSSLIN, S. R., DEMETRIO, S. N. Management Support Model for Information Technology Outsourcing. **Journal of Global Information Management (JGIM)**, 28(3), 123-147, 2020b.

ENSSLIN, L., WAICZYK, C., CHAVES, L. C., E ENSSLIN, E. R. Processo para evidenciação do estado da arte aplicado ao tema gestão de produção científica. **Transinformação**, 27(3), 219-228, 2015a.

ENSSLIN, L.; DUTRA, A.; ENSSLIN, S. R. MCDA: a constructivist approach to the management of human resources at a governmental agency. **International Transactions in Operational Research**, v. 7, p. 79–100, 2000.

ENSSLIN, L.; ENSSLIN, S. R.; DUTRA, A.; **Avaliação de Desempenho: Objetivos e Dimensões. Avaliação de Políticas Públicas.** Florianópolis: Governo do Estado de Santa Catarina, 2009.

ENSSLIN, L.; ENSSLIN, S. R.; DUTRA, A.; GONÇALVES.
Mapa da literatura e pportunidades de pesquisas para o tema
gestão de riscos de acidentes de trabalho na indústria da construção
civil, **Revista Brasileira de Gestão e Inovação**, v. 9, n. 2, 2022. No prelo.

ENSSLIN, L.; ENSSLIN, S. R.; DUTRA, A.; LONGARAY, A.; DEZEM, V. Performance assessment model for bank client's services and business development process: a constructivist proposal. **International Journal of Applied Decision Sciences**, v. 11, n, 1, p. 100-126, 2018b.

ENSSLIN, L.; ENSSLIN, S. R.; DUTRA, A.; NUNES, N. A.; REIS, C. BPM governance: A literature analysis of performance evaluation. **Business Process Management Journal**, v. 23, n. 1, p. 71-86, 2017.

ENSSLIN, L.; ENSSLIN, S. R.; PINTO, H. M. Processo de investigação e Análise bibliométrica: Avaliação da Qualidade dos Serviços Bancários**. Revista de Administração Contemporânea**, v. 17, n. 3, p. 325-349, 2013.

ENSSLIN, S. R.; WELTER, L. M.; PEDERSINI, D. R. Performance evaluation: a comparative study between public and private sectors, **International Journal of Productivity and Performance Management**, Vol. ahead-of-print. No. ahead-of-print. https://doi.org/10.1108/IJPPM-04-2020-0146, 2021.

FERNÁNDEZ-MUÑIZ, B.; MONTES-PEÓN, J. M.; VÁZQUEZ-ORDÁS, C. J. Occupational risk management under the OHSAS 18001 standard: Analysis of perceptions and attitudes of certified firms. **Journal of Cleaner Production**, v. 24, p. 36-47, 2012.

FERNÁNDEZ-MUÑIZ, B.; MONTES-PEÓN, J. M.; VÁZQUEZ-ORDÁS, C. J. Safety leadership, risk management and safety performance in Spanish firms. **Safety science**, v. 70, p. 295-307, 2014.

FRANCO-SANTOS, M. *et al*. Towards a definition of a business performance measurement system. **International Journal of Operations and Production Management**, v. 27, n. 8, p. 784–801, 2007.

FREITAS, W. R. S. JABBOUR, C. J. C. Utilizando estudo de caso (s) como estratégia de pesquisa qualitativa: boas práticas e sugestões. **Estudo & Debate.** Lajeado, v. 18, n. 2, p. 7-22, 2011.

FUNG, I. W. H. *et al*. Developing a risk assessment model for construction safety. **Intern**ational **Journal of Project Management**, 28(6), 593-600, 2010.

FUNG, I. W. H.; LO, T. Y.; TUNG, K. C. F. Towards a better reliability of risk assessment: Development of a qualitative & quantitative risk evaluation model (Q 2REM) for different trades of construction works in Hong Kong. **Accident Analysis & Prevention**, v. 48, p.167-18, 2012.

FUNG, I. W. H.; TAM, V. W. Y. Development of an empirical model for selecting accident prevention measures for construction managers. **International Journal of Construction Management,** v. 13, n. 1, p. 39-51, 2013.

GHALAYINI, A. M.; NOBLE, J. S. The changing basis of performance measurement. **International Journal of Operations and Production Management**, v. 16, n. 8, p. 63-80, 1996.

GOMES, C. F.; YASIN, M. M.; LISBOA, J. V. Uma revisão da literatura sobre medidas e medições de desempenho de manufatura em um contexto organizacional: uma estrutura e um direcionamento para pesquisas futuras. **Journal of Manufacturing technology management**, 2004.

GIFFHORN, E. Modelo multicritério para apoiar o uso de avaliações de desempenho com foco nos indicadores. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção). Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Florianópolis, 2011.

GARCIA, D. C. F.; GATTAZ, C. C.; GATTAZ, N. C.A Relevância do Título, do Resumo e de Palavras-chave para a Escrita de Artigos Científicos. **Revista de Administração Contemporânea**, v. 23, n. 3, p. 1-9, 2019.

GIFFHORN, E. Modelo multicritério para apoiar o uso de avaliações de desempenho com foco nos indicadores. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção). Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Florianópolis, 2011.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, Disponível em: <http://pergamum.unisul.br/pergamum/biblioteca/index.php. Acesso em: 30/11/2020. Acesso restrito via Minha Biblioteca, 2008.

GUO, B. H. W. *et al*. Using a Pressure-State-Practice Model to Develop Safety Leading Indicators for Construction Projects. **Journal of Construction Engineering and Management**. 143, 2017.

HAIR JR., J. F.; BABIN, B.; MONEY, A. H.; SAMOUEL, P. **Fundamentos de Métodos de pesquisa em administração.** Porto Alegre: Bookman, 2005.

HALL, M. The effect of comprehensive performance measurement systems on role clarity, psychological empowerment and managerial performance. **Accounting Organizations and Society**, v.33 n.2/3, p. 141–163, 2008.

HÄMÄLÄINEN, P.; TAKALA, J.; BOON KIAT, T. Global Estimates of Occupational Accidents and Work- related Illnesses, World Congress on Safety and Health at Work, Singapura, **Workplace Safety and Health Institute**, 2017.

HINZE, J.; HALLOWELL, M.; BAUD, K. Construction-Safety Best Practices and Relationships to Safety Performance. **Journal of Construction Engineering and Management**. 139. 04013006, 2013.

HINZE, J., THURMAN, S., WEHLE, A. Leading indicators of construction safety performance.' **Safety Science,** v. 51, n. 1, p. 23-28. 2013.

HENRI, J. F. Management control systems and strategy: a resource-based perspective. **Accounting, Organization and Society**, v. 31, n. 6, p. 529–558, 2006.

ILBAHAR, E, et al. A novel approach to risk assessment for occupational health and safety using Pythagorean fuzzy AHP & fuzzy inference system**. Safety Science**, 103, 124-136, 2018.

ITTNER, C. D.; LARCKER, D. F., RANDALL, T. Performance implications of strategic performance measurement in financial service firms. **Accounting, Organizations and Society**, v. 28, n. 7/8, p. 715–741, 2003.

Joint Committee of Guides in Metrology (2008). **International Vocabulary of Metrology — Basic and General Concepts and Associated Terms**. (VIM, 3rd edition), JCGM 200:2008 (also published in hard copy for-mat as ISO/IEC Guide 99:2007, Geneva (Switzerland): ISO/IEC, 2007). Disponível em: http://www.bipm.org/em/publications/guides /vim.htmlJoint Acesso em: 28.jun.2019.

KAPLAN, R. S.; NORTON, D. P. The Balanced Scorecard – measures that drive performance. **Harvard Business Review**, v. 70, n. 1, p. 71–79, 1992.

KEENEY, R. L. Value-Focused Thinking: A Path to Creative Decision Making.' ***Harvard University Press,*** London, 1992.

KEENEY, R. L.; RAIFFA, H. Decision with Multiple Objectives, Preferences and Value Tradeoffs', **Cambridge University Press**, Cambridge. 1993.

KHAN, F.; RATHNAYAKA, S.; AHMED, S. Methods and models in process safety and risk management: Past, present and future. **Process Safety and Environmental Protection**, v. 98, p. 116-147, 2015.

LACERDA, R. T. D. O.; ENSSLIN, L.; ENSSLIN, S. R. A performance measurement framework in portfolio management: a constructivist case. ***Management Decision***, vol. 49, n. 4, p. 648-668, 2011.

LACERDA, R. T. O.; ENSSLIN, L.; ENSSLIN, S. R. Uma análise bibliométrica da literatura sobre estratégia e avaliação de desempenho. **Gestão & Produção**, v. 19, p. 59-78, 2012.

LANDRY, M. A note on the concept of 'problem'. Organization studies, 16(2), 315-343, 1995.

LEAL, R. P. C.; OLIVEIRA, J. de; SOLURI, A. F. Perfil da pesquisa em finanças no Brasil. **Revista de Administração de Empresas**, São Paulo, v. 43, n. 1, p.91-104, 2003.

LEVESON, N. A systems approach to risk management through leading safety indicators. **Reliability Engineering and System Safety**, 136, 17-34, 2015.

LI, H. *et al.* Proactive behavior-based safety management for construction safety improvement. **Safety Science**, 75, 107-117, 2015.

LI, Y.; GULDENMUND, F. W. Safety management systems: A broad overview of the literature. **Safety Science,** v. 103, p. 94-123, 2018.

LONGARAY, A. A., ENSSLIN, L., DUTRA, A., ENSSLIN, S., BRASIL, R., & MUNHOZ, P. Using MCDA-C to assess the organizational performance of industries operating at Brazilian maritime port terminals. **Operations Research Perspectives**, 6, 100109, 2019.

MATIAS PEREIRA, J. **Manual de metodologia da pesquisa científica**. São Paulo: Atlas, 2016.

MEYER FILHO, V. J. Modelo multicritério construtivista de avaliação de desempenho para apoiar a gestão dos Programas de Benefícios de Medicamentos (PBMS) na perspectiva social. Dissertação (Mestrado). Universidade do Sul de Santa Catarina. PPGA 2018.

MICHELI, P., MARI, L. The theory and practice of performance measurement. **Management accounting research**, 25(2), 147-156, 2014.

MINAYO, M. C. S. Análise qualitativa: teoria, passos e fidedignidade. **Ciência & saúde coletiva**, v. 17, p. 621-626, 2012.

MORGADO, L.; SILVA, F. J. G.; FONSECA, L. M. Mapping occupational health and safety management systems in Portugal: outlook for ISO 45001: 2018 adoption. **Procedia Manufacturing**, v. 38, p. 755-764, 2019.

NEELY, A.; GREGORY, M.; PLATTS, K. Performance measurement system design – A literature review and research agenda. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 15, n. 4, p. 80-116, 1995.

NEELY, A. **Business Performance Measurement: theory and practice**, Cambridge University Press, Cambridge, UK., 2002.

NUMAGAMI, T. The infeasibility of invariant laws in management studies: a reflective dialogue in defence of case studies. **Organization Science**, v. 9, n. 1, p. 2–15, 1998.

PODGÓRSKI, D. Measuring operational performance of OSH management system – A demonstration of AHP-based selection of leading key performance indicators. **Safety Science**, 73, 146-166, 2015.

RÉGNIER, C. (Ed.). Les Rédactions en vers de la' Prise d'Orange'. **Klincksieck,** 1966.

REIMAN, T.; PIETIKÄINEN, E. Leading indicators of system safety–monitoring and driving the organizational safety potential. **Safety science**, v. 50, n. 10, p. 1993-2000, 2012.

RICHARDSON, R. J. **Pesquisa social: métodos e técnicas**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2017.

RITTEL H.W.J. & WEBBER M.M. Dilemmas in a general theory of planning. **Policy Sci** 4: 155-69, 1973.

REIS, C. Avaliação Multicritério de desempenho da governança da gestão de processos no Tribunal de Justiça de Santa Catarina. Dissertação (Mestrado em Administração) Universidade do Sul de Santa Catarina (UNISUL), Florianópolis, 2017.

ROBERTS, F. S. Measurement Theory. In: **Encyclopedia of Mathematics and its Applications**. London: Addison Wesley Publishing Company, v. 7, 1979.

ROSA, F. S. *et al*. Environmental disclosure management: a constructivist case. **Management Decision**, v.50, n.6, p.1117-1136, 2012.

ROY, B. Decision science or decision-aid science? **European Journal of Operational Research**, v.66, n.2, p.184–203, 1993.

ROY, B. On operational research and decision aid'. **European Journal of Operational Research,** v. 73, p. 23-26, 1994

ROY, B. 'Multicriteria Methodology for Decision Aiding'. **Kluwe Academic Publichers**, Amsterdam, 1996.

ROY, B. Paradigms and Challenges, Multiple Criteria Decision Analysis - State of the Art Survey. **International Series in Operations Research & Management Science**, v. 78, n. 1, p. 3-24, 2005.

SAUNDERS, M.; LEWIS, P.; THORNHILL, *A.* **Research methods for business students**. London: Pearson Education: 2016.

SIEGLER, S.; SIMBOLI, B. EndNote at Lehigh. **Issues in Science and Technology Librarianship**, v. 34, p. 149, 2002.

SILVEIRA, F. Modelo Construtivista para apoiar a gestão do atendimento aos clientes de uma rede de agências bancárias de varejo em Santa Catarina. Dissertação (Mestrado em Administração) - Universidade do Sul de Santa Catarina (UNISUL), Florianópolis, 2018.

SKINNER, W. The productivity paradox, **Management Review**, Vol. 75, pp. 41-45, 1986.

SOUSA, V.; ALMEIDA, N. M.; DIAS, L. A. Risk-based management of occupational safety and health in the construction industry – Part 1: Background knowledge. **Safety Science**, v. 66, p. 75-86, 2014.

SOUSA, V.; ALMEIDA, N. M.; DIAS, L. A. Risk-based management of occupational safety and health in the construction industry – Part 2: Quantitative model. **Safety Science**, 74, 184-194, 2015.

STEVENS, S. S. On the Theory of Scales of Measurement. **Science**, v. 103, p. 677-680, 1946.

SWUSTE, P. et al. Process safety indicators, a review of literature. **Journal of Loss Prevention in the Process Industries**, v. 40, p. 162-173, 2016.

TAKALA, J. et al., Global Estimates of the Burden of Injury and Illness at Work in 2012 in **Journal of Occupational and Environmental Hygiene**, 11(5):326-337, 2014.

TASCA, J. E. *et al.* An approach for selecting a theoretical framework for the evaluation of training programs, **Journal of European Industrial Training**, v. 34, n. 7, p. 631-655, 2010

THIEL, G. G.; ENSSLIN, S. R.; ENSSLIN, L. Street lighting management and performance evaluation: opportunities and challenges. **Lex Localis**, v. 15, n. 2, p. 303-328, 2017.

TRIVIÑOS, A. N. S. **Introdução à pesquisa em ciências sociais: a pesquisa qualitativa em educação**. São Paulo: Atlas, 1987.

VANTI, N. A. P. Da bibliometria à webometria: uma exploração conceitual dos mecanismos utilizados para medir o registro da informação e a difusão do conhecimento. **Ciência da Informação**, v. 31, n. 2, p. 152-162, 2002.

VILELA, L. O. Aplicação do PROKNOW-C para seleção de um portifólio bibliográfico e análise bibliométrica sobre avaliação de desempenho da gestão do conhecimento. **Revista Gestão Industrial**, v. 8, n. 1, 2012.

VINODKUMAR, M. N.; BHASI, M. Safety management practices and safety behaviour: Assessing the mediating role of safety knowledge and motivation. **Accident Analysis & Prevention**, v. 42, n. 6, p. 2082-2093, 2010.

VAN ECK, N. J.; WALTMAN, L. **Manual for VOSviewer version 1.6.8.** CWTS Meaningful Metrics. Universiteit Leiden, 2018.

VON HAYEK, F. The pretence of knowledge. **The American Economic Review**, v.79, n.6, p. 3–7, 1989.

WACHTER, J. K.; YORIO, P. L. A system of safety management practices and worker engagement for reducing and preventing accidents: An empirical and theoretical investigation. **Accident Analysis & Prevention**, 68, 117-130, 2014.

YIN, R. K. **Estudo de Caso-: Planejamento e métodos**. Bookman editora, 2015.

YIU, N. S. N. *et al*. Implementation of safety management system in managing construction projects: Benefits and obstacles. **Safety Science**, 117, 23-32, 2019.

APÊNDICE A – Elementos Primários de Avaliação - EPAs

Quadro 38 - Elementos Primários de Avaliação - EPAs

Elementos Primários de Avaliação - EPAs							
01	Política de Segurança do Trabalho	**02**	Definição de Valores de Segurança do Trabalho	**03**	Engajamento da Direção com a Segurança do Trabalho	**04**	Engajamento da Gerência com a Segurança do Trabalho
05	Engajamento dos Líderes Operacionais com a Segurança do Trabalho	**06**	Engajamento dos funcionários com a Segurança do Trabalho	**07**	Satisfação e motivação do funcionário com o trabalho	**08**	Confiança dos funcionários nas atividades e rotinas do trabalho
09	Pressão de trabalho exercida pela Liderança	**10**	Fadiga e cansaço durante a jornada de trabalho	**11**	PPRA - Programas de Prevenção de Riscos Ambientais	**12**	PCMSO - Programa de Controle Médico e Saúde Ocupacional
13	Dimensionamento do SESMT - Serviço Especializado Em Segurança e Saúde do Trabalho	**14**	Qualificação dos profissionais do SESMT	**15**	Brigada de Emergência	**16**	CIPA - Comissão Interna de Prevenção de Acidentes
17	Dimensionamento da CIPA	**18**	Processo de implantação e atividades da CIPA	**19**	Ações realizadas pela CIPA	**20**	Número Absoluto de ACA - Acidentes de Trabalho Com Afastamento
21	Número Absoluto de ASA - Acidentes de Trabalho Sem Afastamento	**22**	Número de Quase-Acidentes	**23**	Número de Atos Inseguros	**24**	Número de Condições Inseguras
25	Taxa de Frequência de Acidentes Com Afastamento	**26**	Taxa de Frequência de Acidentes Sem Afastamento	**27**	Taxa de Gravidade de Acidentes	**28**	Número de VIS - Vistorias de Segurança do Trabalho
29	Resultados de Itens Conformes nas VIS - Vistorias de Segurança do Trabalho	**30**	Reuniões de Segurança do Trabalho	**31**	Plano de ação de Segurança do Trabalho	**32**	EPIs - Equipamentos de Proteção Individual
33	Utilização e monitoramento de EPIs - Equipamentos de Proteção Individual	**34**	ASO - Atestados de saúde Ocupacional	**35**	APR - Análise Preliminar de Riscos	**36**	PT - Permissão de Trabalho
37	Planejamento anual do PPRA - Programa de Prevenção de Riscos Ambientais	**38**	Antecipação e reconhecimento dos riscos	**39**	Avaliação quantitativa dos riscos da exposição aos trabalhadores	**40**	Avaliação qualitativa dos riscos da exposição aos trabalhadores
41	Medidas de controle e avaliação	**42**	Monitoramento da exposição aos riscos	**43**	Registro e divulgação dos dados	**44**	Condições de Meio Ambiente
45	Arranjo físico e Instalações	**46**	Limpeza e Organização da área	**47**	Meios de acesso	**48**	Sinalização de Segurança do Trabalho
49	Aspectos ergonômicos	**50**	Máquinas e Equipamentos em perfeitas condições de uso	**51**	Partes móveis da Máquinas e Equipamentos	**52**	Sistemas de Segurança de Máquinas e Equipamentos

53	Dispositivos de parada de emergência de Máquinas e Equipamentos	**54**	Inspeções em Máquinas e Equipamentos	**55**	Manutenção de Máquina e Equipamentos	**56**	Ajustes de Máquinas e Equipamentos
57	Lubrificação de Máquinas e Equipamentos	**58**	Limpeza de Máquina e Equipamentos	**59**	Manuais de Máquinas e Equipamentos	**60**	Condições dos Materiais
61	Ferramentas de trabalho	**62**	Condições dos cabos de aço	**63**	Condições dos sistemas de trava de içamento	**64**	Condições dos balancis de içamento
65	Condições de calços e cavaletes para armazenagem de peças	**66**	Condições da Matéria-prima	**67**	Procedimentos Operacionais de Execução de Tarefas	**68**	Procedimentos Segurança do Trabalho
69	Procedimentos de Operação de Máquinas e Equipamentos	**70**	Procedimento de Movimentação de Materiais	**71**	Procedimento de Armazenagem de peças	**72**	Plano de Atendimento a Emergências
73	Treinamento de Integração	**74**	Treinamento dos Procedimentos Operacionais	**75**	Treinamento dos Procedimentos de Segurança do Trabalho	**76**	Treinamento das APRs - Análise preliminares de Risco
77	DDS - Diálogos Dário de Segurança	**78**	Treinamento NR 01 - Ordem de Serviço	**79**	Treinamento NR 06 - Uso de EPIs	**80**	Treinamento NR 10 - Instalações e serviços de eletricidade
81	Treinamento NR 11 - Movimentação de Materiais	**82**	Treinamento NR 11 - Operação de Ponte Rolante	**83**	Treinamento NR 12 - Máquinas e Equipamentos	**84**	Treinamento NR 12 - Máquinas rotativas
85	Treinamento NR 18 - Condições de Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção	**86**	Treinamento NR 20 - Atividades com Inflamáveis e Combustíveis	**87**	Treinamento NR 35 - Trabalho em Altura	**88**	Disponibilidade de Treinamentos em Segurança do Trabalho

Fonte: Autor (2019).

APÊNDICE B – Construção dos conceitos a partir dos EPAs

Quadro 39 - Construção dos conceitos

#	EPA	CONCEITO		
		POLO PRESENTE	•••	POLO PSICOLÓGICO OPOSTO
01	Política de Segurança do Trabalho	Promover uma cultura prevencionista de Segurança do Trabalho eficaz em todos os níveis da empresa	•••	Ignorar e negligenciar aspectos de Segurança do Trabalho, aumentando os números de acidentes de trabalho
02	Definição de Valores de Segurança do Trabalho	Agir de forma comprometida em nossas crenças e valorizando as condições seguras de trabalho	•••	Agir de forma insegura, desconsiderando crenças, não valorizando as condições de seguras de trabalho
03	Engajamento da Direção com a Segurança do Trabalho	Nivelar os valores com a Gerência a respeito da Política de Segurança do Trabalho	•••	Gerar incertezas com a Gerência quanto a Política de Segurança do Trabalho
04	Engajamento da Gerência com a Segurança do Trabalho	Nivelar os valores com a Liderança Operacional a respeitos da Política de Segurança do Trabalho	•••	Gerar incertezas com a Liderança Operacional quanto a Política de Segurança do Trabalho
05	Engajamento dos Líderes Operacionais com a Segurança do Trabalho	Nivelar os valores com os funcionários operacionais a respeito da Política de Segurança do Trabalho	•••	Gerar incertezas com os funcionários operacionais quanto a Política de Segurança do Trabalho
06	Engajamento dos funcionários com a Segurança do Trabalho	Garantir que atividades operacionais sejam executadas conforme crenças e valores de Segurança do Trabalho	•••	Ocorrer acidentes de trabalho devido a não valorização dos aspectos de Segurança do Trabalho
07	Satisfação e motivação do funcionário com o trabalho	Gerar um ambiente de satisfação, minimizando influências externas no risco de acidentes de trabalho	•••	Gerar ambiente desconfortável, maximizando influências externas no risco de acidentes de trabalho
08	Confiança dos funcionários nas atividades e rotinas do trabalho	Ter maior assertividade no exercício das atividades pelos funcionários	•••	Reduzir a percepção do risco de acidentes de trabalho na execução das atividades
09	Pressão de trabalho exercida pela Liderança	Aumentar o desempenho dos funcionários no exercício das atividades	•••	Reduzir a percepção do risco de acidentes de trabalho na execução das atividades
10	Fadiga e cansaço durante a jornada de trabalho	Reorganizar as tarefas diárias adaptando melhores condições de trabalho	•••	Aumentar o potencial de acidentes de trabalho devido a condição física / mental do funcionário.
11	PPRA - Programas de Prevenção de Riscos Ambientais	Possuir um programa eficiente que considere a realidade e condições da empresa	•••	Gerar informações desnecessárias, tirando o foco dos riscos de acidentes de trabalho
12	PCMSO - Programa de Controle Médico e Saúde Ocupacional	Garantir o monitoramento da Saúde Ocupacional dos funcionários	•••	Ignorar aspectos médicos de Saúde Ocupacional dos funcionários
13	Dimensionamento do SESMT - Serviço Especializado Em Segurança e Saúde do Trabalho	Ter a quantidade de profissionais conforme legislação NR 04 e garantia de assistência nas atividades	•••	Não garantir a quantidade mínima de profissionais estando expostos a penalidades conforme legislação
14	Qualificação dos profissionais do SESMT	Garantir que os profissionais do SESMT tenham qualificação necessária para atribuições da atividade	•••	Ter profissionais desqualificados que não promovam de forma eficaz medidas e ações de prevenção de acidentes de trabalho

15	Brigada de Emergência	Garantir atendimento de sinistros e situações de emergência	•••	Gerar caos no atendimento de sinistros e situações de emergência
16	CIPA - Comissão Interna de Prevenção de Acidentes	Envolver os funcionários através de representantes nas questões de Segurança do Trabalho	•••	Desmotivar funcionários a não participarem de ações de questões de Segurança do Trabalho
17	Dimensionamento da CIPA	Dimensionar a CIPA, conforme legislação NR 05	•••	Não garantir a quantidade mínima de profissionais, estando expostos a penalidades conforme legislação
18	Processo de implantação e atividades da CIPA	Elaborar o processo eleitoral, implantação e atividades conforme legislação NR 05	•••	Não garantir o processo de implantação e atividades da CIPA, expondo a penalidades conforme legislação
19	Ações realizadas pela CIPA	Promover ações através de membros da CIPA visando a prevenção de acidentes de trabalho	•••	Desmotivar os funcionários quanto as atividades da CIPA
20	Número Absoluto de ACA - Acidentes de Trabalho Com Afastamento	Garantir que os ACA's sejam minimizados em níveis internacionais	•••	Perder competividade devido a falta de mão de obra relacionado a acidentes de trabalho
21	Número Absoluto de ASA - Acidentes de Trabalho Sem Afastamento	Garantir que os ASA's sejam minimizados em níveis internacionais	•••	Desmotivar os funcionários quanto a insegurança laboral
22	Número de Quase-Acidentes	Promover comunicação de quase acidentes visando identificar e tratar antes da ocorrência dos acidentes de trabalho	•••	Perder informações importantes para análise da gestão de risco de acidentes de trabalho
23	Número de Atos Inseguros	Identificar e a tratar Atos Inseguros promovidos pelos funcionários	•••	Gerar ambiente suscetível a acidentes de trabalho devido a Atos Inseguros
24	Número de Condições Inseguras	Identificar e a tratar as Condições Inseguras no ambiente de trabalho	•••	Gerar ambiente suscetível a acidentes de trabalho devido a Condições Inseguras
25	Taxa de Frequência de Acidentes Com Afastamento	Conhecer e monitorar Indicadores de TF - ACA, comparando aos níveis internacionais	•••	Desconhecer situação real do Indicador TF - ACA, gerando vulnerabilidades em ações
26	Taxa de Frequência de Acidentes Sem Afastamento	Conhecer e monitorar Indicadores de TF - ASA, comparando aos níveis internacionais	•••	Desconhecer situação real do Indicador TF - ASA, gerando vulnerabilidades em ações
27	Taxa de Gravidade de Acidentes	Conhecer e monitorar Indicadores de TG, comparando aos níveis internacionais	•••	Desconhecer situação real do Indicador TG, gerando vulnerabilidades em ações
28	Número de VIS - Vistorias de Segurança do Trabalho	Planejar e a garantir a execução das VIS - Vistorias de Segurança do Trabalho	•••	Ignorar Vistorias em campo, não identificando potenciais acidentes de trabalho
29	Resultados de Itens Conformes nas VIS - Vistorias de Segurança do Trabalho	Avaliar e priorizar áreas de riscos de acidentes de trabalho	•••	Perder o foco em ações de Segurança do Trabalho não prioritárias
30	Reuniões de Segurança do Trabalho	Garantir o nivelamento de informações de Segurança do Trabalho entre todos os níveis	•••	Desconhecer o que está sendo evidenciado, tratado e proposto para melhorias em Segurança do Trabalho

31	Plano de ação de Segurança do Trabalho	Assegurar o cumprimento das ações geradas focadas em Segurança do Trabalho	•••	Desorganização nas atividades propostas para Segurança do Trabalho
32	EPIs - Equipamentos de Proteção Individual	Disponibilizar EPIs adequados para cada atividade	•••	Desproteger o funcionário quanto ao uso de EPIs, gerando Condição Insegura na atividade
33	Utilização e monitoramento de EPIs - Equipamentos de Proteção Individual	Assegurar o uso e condições corretas de EPIs nas atividades de trabalho	•••	Propiciar insegurança na atividade de trabalho devido ao mau uso de EPIs
34	ASO - Atestados de saúde Ocupacional	Controlar os ASOs gerando histórico de Saúde Ocupacional dos funcionários	•••	Ignorar a Saúde Ocupacional dos funcionários, expondo em riscos de acidentes de trabalho
35	APR - Análise Preliminar de Riscos	Avaliar a atividade, identificar riscos e meios de prevenções de acidentes de trabalho	•••	Desconhecer a atividade a ser executada, gerando risco de acidentes de trabalho
36	PT - Permissão de Trabalho	Autorizar atividades críticas verificando especificadamente seus riscos de acidentes de trabalho	•••	Gerar a exposição a riscos críticos de acidente de trabalho desconhecidos
37	Planejamento anual do PPRA - Programa de Prevenção de Riscos Ambientais	Garantir que as ações estipuladas no PPRA sejam efetivadas	•••	Desvalorizar ações geradas na execução do PPRA por profissionais da Segurança do Trabalho
38	Antecipação e reconhecimento dos riscos	Conhecer os riscos de acidentes de trabalho de cada etapa da atividade	•••	Ignorar os riscos de acidentes de trabalho de cada etapa da atividade
39	Avaliação quantitativa dos riscos da exposição aos trabalhadores	Mensurar quantitativamente os riscos gerados em cada atividade	•••	Desconhecer quantitativamente os riscos gerados em cada atividade
40	Avaliação qualitativa dos riscos da exposição aos trabalhadores	Mensurar qualitativamente os riscos gerados em cada atividade	•••	Desconhecer qualitativamente os riscos gerados em cada atividade
41	Medidas de controle e avaliação	Implementar medidas de controle a avaliação a exposição de riscos de acidentes de trabalho	•••	Ignorar os riscos de acidentes de trabalho de cada etapa da atividade
42	Monitoramento da exposição aos riscos	Avaliar sistematicamente os riscos de acidentes de trabalho	•••	Perder controle dos riscos de acidentes de trabalho
43	Registro e divulgação dos dados	Nivelar as informações com os envolvidos, disseminando as propostas do PPRA	•••	Gerar um ambiente de desinformações em relação aos aspectos do PPRA
44	Condições de Meio Ambiente	Garantir as Condições de Meio Ambiente nas atividades	•••	Gerar Condições Inseguras de Meio Ambiente
45	Arranjo físico e Instalações	Assegurar arranjos físicos e instalações seguras	•••	Propiciar um ambiente de risco de acidentes de trabalho, considerando os arranjos físicos e as instalações
46	Limpeza e Organização da área	Garantir local organizado e limpo isenta de riscos de acidentes de trabalho	•••	Propiciar um ambiente de risco de acidentes de trabalho devido a desorganização e sujeiras

47	Meios de acesso	Assegurar meios seguros de acesso na execução das atividades	•••	Gerar condições inseguras de acesso na execução das atividades
48	Sinalização de Segurança do Trabalho	Informar aos funcionários dos riscos e meios de prevenção de acidentes de trabalho	•••	Ter um ambiente que favoreça a desinformação, colocando funcionários em riscos de acidentes de trabalho
49	Aspectos ergonômicos	Considerar aspectos ergonômicos nas atividades, visando a redução de riscos de acidentes	•••	Gerar condição desfavorável entre o funcionário e meio onde trabalha
50	Máquinas e Equipamentos em perfeitas condições de uso	Garantir o bom funcionamento das Máquinas e Equipamentos	•••	Propiciar riscos na operação de Máquinas e Equipamentos
51	Partes móveis de Máquinas e Equipamentos	Proteger partes móveis de Máquinas e Equipamentos, evitando exposição ao risco de acidentes	•••	Expor em risco ao acidente de trabalho através do contato direto em partes móveis de Máquinas e Equipamentos
52	Sistemas de Segurança de Máquinas e Equipamentos	Garantir a funcionalidade dos sistemas de proteção de Máquinas e Equipamentos	•••	Desproteger o funcionário na operação de Máquinas e Equipamentos
53	Dispositivos de parada de emergência de Máquinas e Equipamentos	Assegurar sistema de bloqueio em caso de emergências em operação de máquinas e equipamentos	•••	Maximizar o potencial do acidente de trabalho em caso de emergência
54	Inspeções em Máquinas e Equipamentos	Garantir o bom funcionamento das Máquinas e Equipamentos	•••	Propiciar riscos na operação de Máquinas e Equipamentos
55	Manutenção de Máquina e Equipamentos	Garantir a conservação de uso de Máquinas e Equipamentos	•••	Gerar quebras de Máquinas e Equipamentos, aumentando riscos de acidentes de trabalho
56	Ajustes de Máquinas e Equipamentos	Regular de forma correta Máquinas e Equipamentos, ocasionando operação segura	•••	Gerar condições de inoperabilidade de Máquinas e Equipamentos
57	Lubrificação de Máquinas e Equipamentos	Aumentar a vida útil de Máquinas e Equipamentos	•••	Gerar quebras de Máquinas e Equipamentos, aumentando os riscos de acidentes de trabalho
58	Limpeza de Máquina e Equipamentos	Aumentar a vida útil de Máquinas e Equipamentos	•••	Gerar quebras de Máquinas e Equipamentos, aumentando os riscos de acidentes de trabalho
59	Manuais de Máquinas e Equipamentos	Garantir a operação adequada conforme recomendação do Fabricante	•••	Operar de forma inadequada gerando riscos de acidentes de trabalho
60	Condições dos Materiais	Avaliar e garantir as condições dos materiais utilizados nas atividades de trabalho	•••	Propiciar ambiente inseguro utilizando materiais inapropriados
61	Ferramentas de trabalho	Assegurar boas condições das ferramentas de trabalho	•••	Propiciar risco de acidentes de trabalho utilizando ferramentas inadequadas a tarefa
62	Condições dos cabos de aço	Avaliar e garantir as condições dos cabos de aço utilizado na movimentação de materiais	•••	Gerar riscos de acidentes de trabalho no rompimento de cabos de aço e acessórios

63	Condições dos sistemas de trava de içamento	Avaliar e garantir as condições de travas de içamento utilizados na movimentação de materiais	•••	Gerar riscos de acidentes de trabalho no mau uso de travas de içamento e acessórios
64	Condições dos balancis de içamento	Avaliar e garantir as condições de balancis utilizados na movimentação de materiais	•••	Gerar riscos de acidentes de trabalho no mau uso de balancis e acessórios
65	Condições de calços e cavaletes para armazenagem de peças	Avaliar e garantir as condições calços e cavaletes no armazenamento de peças	•••	Gerar riscos de acidentes de trabalho com queda de materiais
66	Condições da Matéria-prima	Avaliar e garantir as condições da matéria-prima utilizadas nas etapas do trabalho	•••	Gerar riscos na falta de condições de matéria-prima utilizados nas etapas de trabalho
67	Procedimentos Operacionais de Execução de Tarefas	Garantir a padronização na execução das tarefas durante o processo de fabricação	•••	Propiciar atividades despadronizadas aumentando potenciais erros operacionais
68	Procedimentos Segurança do Trabalho	Garantir a padronização na execução das tarefas durante o processo de fabricação considerando os aspectos de Segurança do Trabalho	•••	Propiciar atividades despadronizadas aumentando potenciais acidentes de trabalho
69	Procedimentos de Operação de Máquinas e Equipamentos	Garantir a padronização na execução das operações de Máquinas e Equipamentos	•••	Propiciar atividades despadronizadas aumentando potenciais acidentes de trabalho em operação de Máquinas e Equipamentos
70	Procedimento de Movimentação de Materiais	Garantir a padronização na execução na operação de movimentação de materiais	•••	Propiciar atividades despadronizadas aumentando potenciais acidentes de trabalho em movimentação de materiais
71	Procedimento de Armazenagem de peças	Garantir a padronização na execução de atividades de armazenamento de materiais	•••	Propiciar atividades despadronizadas aumentando potenciais acidentes de trabalho em armazenagem de materiais
72	Plano de Atendimento a Emergências	Planejar métodos de atendimentos e socorro a emergências	•••	Gerar desconhecimento nos métodos de atendimento e socorro a emergências
73	Treinamento de Integração	Capacitar funcionários com a Política de Segurança do Trabalho	•••	Expor os funcionários a atividades de riscos de acidentes de trabalho sem o devido conhecimento e qualificação
74	Treinamento dos Procedimentos Operacionais	Capacitar funcionários com Procedimentos Operacionais das atividades	•••	Expor os funcionários a atividades de riscos de acidentes de trabalho sem o devido conhecimento e qualificação nas atividades operacionais
75	Treinamento dos Procedimentos de Segurança do Trabalho	Capacitar funcionários com os Procedimentos de Segurança do Trabalho	•••	Expor os funcionários a atividades de riscos de acidentes de trabalho sem o devido conhecimento e qualificação
76	Treinamento das APRs - Análise preliminares de Risco	Capacitar funcionários com as Análises Preliminares de Riscos	•••	Expor os funcionários a atividades de riscos de acidentes de trabalho sem o devido conhecimento e qualificação em APR
77	DDS - Diálogos Dário de Segurança	Orientar sistematicamente os funcionários dos riscos e medidas de prevenção de acidentes de trabalho	•••	Desinformar o funcionário a respeito dos riscos e medidas de prevenção de acidentes de trabalho em suas atividades

78	Treinamento NR 01 - Ordem de Serviço	Capacitar funcionários conforme NR 01 - Ordem de Serviço	•••	Expor os funcionários a atividades de riscos de acidentes sem conhecer as suas responsabilidade e obrigações
79	Treinamento NR 06 - Uso de EPIs	Capacitar funcionários conforme NR 06 - Responsabilidades, utilização e manutenção de EPIs	•••	Expor os funcionários a atividades de riscos de acidentes de trabalho sem o devido conhecimento do uso de EPIs
80	Treinamento NR 10 - Instalações e serviços de eletricidade	Capacitar e habilitar funcionários conforme NR 10 - Atividades de instalações e serviços de eletricidade	•••	Expor os funcionários a atividades de riscos de acidentes de trabalho sem o devido conhecimento a respeito de eletricidade
81	Treinamento NR 11 - Movimentação de Materiais	Capacitar e habilitar funcionários conforme NR 11 - Movimentação de materiais	•••	Expor os funcionários a atividades de riscos de acidentes de trabalho sem o devido conhecimento e qualificação em movimentações de materiais
82	Treinamento NR 11 - Operação de Ponte Rolante	Capacitar e habilitar funcionários na operação de Pontes Rolantes	•••	Expor os funcionários a atividades de riscos de acidentes de trabalho sem o devido conhecimento e qualificação na operação de Pontes Rolantes
83	Treinamento NR 12 - Máquinas e Equipamentos	Capacitar e habilitar funcionários conforme NR 12 - Operação de Máquinas e Equipamentos	•••	Expor os funcionários a atividades de riscos de acidentes de trabalho sem o devido conhecimento e qualificação em operação de Máquinas e Equipamentos
84	Treinamento NR 12 - Máquinas rotativas	Capacitar e habilitar funcionários conforme NR 12 - Operação de Máquinas e Equipamentos rotativas	•••	Expor os funcionários a atividades de riscos de acidentes de trabalho sem o devido conhecimento e qualificação em operação de Máquinas e Equipamentos rotativas
85	Treinamento NR 18 - Condições de Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção	Capacitar e habilitar funcionários conforme NR 18 - Condições de Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção	•••	Expor os funcionários a atividades de riscos de acidentes de trabalho sem o devido conhecimento e qualificação em atividades da Indústria da Construção Civil
86	Treinamento NR 20 - Atividades com Inflamáveis e Combustíveis	Capacitar e habilitar funcionários conforme NR 20 - Abastecimento de Máquinas e Equipamentos	•••	Expor os funcionários a atividades de riscos de acidentes de trabalho sem o devido conhecimento e qualificação no abastecimento de Máquinas e Equipamentos
87	Treinamento NR 35 - Trabalho em Altura	Capacitar e habilitar funcionários conforme NR 35 - Trabalho em Altura	•••	Expor os funcionários a atividades de riscos de acidentes de trabalho sem o devido conhecimento e qualificação em atividades de trabalho em altura
88	Disponibilidade de Treinamentos em Segurança do Trabalho	Verificar e acompanhar a proporção de Treinamentos executados de Segurança do Trabalho na empresa	•••	Desconhecer os níveis de Treinamentos em Segurança do Trabalho na empresa

Fonte: Autor (2019)

APÊNDICE C – Construção dos Conceitos Cabeça

Figura 133 - Construção do conceito cabeça para a área de preocupação 2- Ambiente de Trabalho

Construção de Modelo para Apoiar a Gestão de Riscos de Acidentes de Trabalho em uma Indústria de Construção de Pré-Fabricados em Concreto

Área	2 - Ambiente de Trabalho	20	Identificar e a tratar as Condições Inseguras no ambiente de trabalho	Gerar ambiente suscetível a acidentes de trabalho devido a Condições Inseguras
Preocupação	Manter condições dignas e saudáveis no Ambiente de Trabalho ... Submeter funcionários em condições de trabalho que não permitam a realização de sua atividade de forma segura	41	Garantir as Condições de Meio Ambiente nas atividades	Gerar Condições Inseguras de Meio Ambiente
		42	Assegurar arranjos físicos e instalações seguras	Propiciar um ambiente de risco de acidentes de trabalho, considerando os arranjos físicos e as instalações
		43	Garantir local organizado e limpo, isento de riscos de acidentes de trabalho	Propiciar um ambiente de risco de acidentes de trabalho devido a desorganização e sujeiras
		44	Assegurar meios seguros de acesso na execução das atividades	Gerar condições inseguras de acesso na execução das atividades
		46	Considerar aspectos ergonômicos nas atividades, visando a redução de riscos de acidentes	Gerar condição desfavorável entre o funcionário e meio onde trabalha
Conceitos	20; 41; 42; 43; 44; 46			

Fonte: Autor (2019).

Figura 134 - Construção do Conceito Cabeça para a Área de preocupação 3- Máquinas e Equipamentos

Construção de Modelo para Apoiar a Gestão de Riscos de Acidentes de Trabalho em uma Indústria de Construção de Pré-Fabricados em Concreto

Área	3 - Máquinas e Equipamentos	47	Garantir o bom funcionamento das Máquinas e Equipamentos	Propiciar riscos na operação de Máquinas e Equipamentos
Preocupação	Garantir condições e operações segura de Máquinas e Equipamentos ... Favorecer o risco a saúde e integridade física do trabalhador durante o desenvolvimento de suas tarefas	48	Proteger partes móveis de Máquinas e Equipamentos, evitando exposição ao risco de acidentes	Expor em risco ao acidente de trabalho através do contato direto em partes móveis de Máquinas e Equipamentos
		49	Garantir a funcionalidade dos sistemas de proteção de Máquinas e Equipamentos	Desproteger o funcionário na operação de Máquinas e Equipamentos
		50	Assegurar sistema de bloqueio em caso de emergências em operação de máquinas e equipamentos	Maximizar o potencial do acidente de trabalho em caso de emergência
		51	Garantir o bom funcionamento das Máquinas e Equipamentos	Propiciar riscos na operação de Máquinas e Equipamentos
		52	Garantir a conservação de uso de Máquinas e Equipamentos	Gerar quebras de Máquinas e Equipamentos, aumentando riscos de acidentes de trabalho
		53	Regular de forma correta Máquinas e Equipamentos, ocasionando operação segura	Gerar condições de inoperabilidade de Máquinas e Equipamentos
Conceitos	47; 48; 49; 50; 51; 52; 53; 54; 55; 56			

Área	3 - Máquinas e Equipamentos		
Preocupação	Garantir condições e operações segura de Máquinas e Equipamentos ... Favorecer o risco a saúde e integridade física do trabalhador durante o desenvolvimento de suas tarefas		
Conceitos	47; 48; 49; 50; 51; 52; 53; 54; 55; 56		
	54	Aumentar a vida útil de Máquinas e Equipamentos	Gerar quebras de máquinas e equipamentos, aumentando os riscos de acidentes de trabalho
	55	Aumentar a vida útil de Máquinas e Equipamentos	Gerar quebras de máquinas e equipamentos, aumentando os riscos de acidentes de trabalho
	56	Garantir a operação adequada conforme recomendação do Fabricante	Operar de forma inadequada gerando riscos de acidentes de trabalho

Fonte: Autor (2019).

Figura 135 - Construção do Conceito Cabeça para a Área de preocupação 4- Condições de Materiais para o Trabalho

Construção de Modelo para Apoiar a Gestão de Riscos de Acidentes de Trabalho em uma Indústria de Construção de Pré-Fabricados em Concreto

Área	4 - Condições de Materias para o Trabalho		
Preocupação	Assegurar a utilização de Materiais diversos nas tarefas de maneira padronizada e segura ... Permitir o uso de Materiais diversos de forma inadequada		
Conceitos	57; 58; 59; 60; 61; 62; 63; 64; 66		
	57	Disponibilizar EPIs adequados para cada atividade	Desproteger o funcionário quanto ao uso de EPIs, gerando Condição Insegura na atividade
	58	Avaliar e garantir as condições dos materias utilizados nas atividades de trabalho	Propiciar ambiente inseguro utilizando materiais inapropriados
	59	Assegurar boas condições das ferramentas de trabalho	Propiciar risco de acidentes de trabalho utilizando ferramentas inadequadas a tarefa
	60	Avaliar e garantir as condições dos cabos de aço utilizado na movimentação de materiais	Gerar riscos de acidentes de trabalho no rompimento de cabos de aço e acessórios
	61	Avaliar e garantir as condições de travas de içamento utilizados na movimentação de materiais	Gerar riscos de acidentes de trabalho no mau uso de travas de içamento e acessórios
	62	Avaliar e garantir as condições de balancis utilizados na movimentação de materiais	Gerar riscos de acidentes de trabalho no mau uso de balancis e acessórios
	63	Avaliar e garantir as condições calços e cavaletes no armazenamento de peças	Gerar riscos de acidentes de trabalho com queda de materiais
	64	Avaliar e garantir as condições da matéria-prima utilizadas nas etapas do trabalho	Gerar riscos na falta de condições de matéria-prima utilizados nas etapas de trabalho
	66	Assegurar o uso e condições correta de EPIs nas atividades de trabalho	Propiciar insegurança na atividade de trabalho devido ao mau uso de EPIs

Fonte: Autor (2019).

Figura 136 - Construção do Conceito Cabeça para a Área de preocupação 5- Processos, Rotinas e Métodos

Construção de Modelo para Apoiar a Gestão de Riscos de Acidentes de Trabalho em uma Indústria de Construção de Pré-Fabricados em Concreto

Área	5 - Processos, Rotinas e Métodos	08	Possuir um programa eficiente que considere a realidade e condições da empresa	Gerar informações desnecessárias, tirando o foco dos riscos de acidentes de trabalho
Preocupação	Estabelecer requisitos de Segurança do Trabalho no planejamento e execução das atividades ... Incentivar a despadronização operacional sem considerar as análises de riscos	14	Elaborar o processo eleitoral, implantação e atividades conforme legislação NR 05	Não garantir o processo de implantação e atividades da CIPA, expondo a penalidades conforme legislação
		24	Planejar e a garantir a execução das VIS - Vistorias de Segurança do Trabalho	Ignorar Vistorias em campo, não identificando potenciais acidentes de trabalho
		31	Planejar métodos de atendimentos e socorro a emergências	Gerar desconhecimento nos métodos de atendimento e socorro a emergências
		65	Reorganizar as tarefas diárias adaptando melhores condições de trabalho	Aumentar o potencial de acidentes de trabalho devido a condição física / mental do funcionário.
		67	Garantir a padronização na execução das tarefas durante o processo de fabricação	Propiciar atividades despadronizadas aumentando potenciais erros operacionais
		68	Garantir a padronização na execução das tarefas durante o processo de fabricação considerando os aspectos de Segurança do Trabalho	Propiciar atividades despadronizadas aumentando potenciais acidentes de trabalho
		69	Garantir a padronização na execução das operações de Máquinas e Equipamentos	Propiciar atividades despadronizadas aumentando potenciais acidentes de trabalho em operação de Máquinas e Equipamentos
		70	Garantir a padronização na execução na operação de movimentação de materiais	Propiciar atividades despadronizadas aumentando potenciais acidentes de trabalho em movimentação de materiais
		71	Garantir a padronização na execução de atividades de armazenamento de materiais	Propiciar atividades despadronizadas aumentando potenciais acidentes de trabalho em armazenagem de materiais
Conceitos	08; 14; 24; 31; 65; 67; 68; 69; 70; 71 .			

Fonte: Autor (2019).

Figura 137 - Construção do Conceito Cabeça para a Área de preocupação 6- Competências

Área	6 - Competências	75	Capacitar funcionários com Procedimentos Operacionais das atividades	Expor os funcionários a atividades de riscos de acidentes de trabalho sem o devido conhecimento e qualificação nas atividades operacionais
Preocupação	Gerar conhecimento aos funcionários para execução de atividades de maneira segura e consciente ... Ter funcionários desqualificados e não aptos a realizarem suas funções	76	Capacitar funcionários com nos Procedimentos de Segurança do Trabalho	Expor os funcionários a atividades de riscos de acidentes de trabalho sem o devido conhecimento e qualificação
		77	Capacitar funcionários com nas Análises Preliminares de Riscos	Expor os funcionários a atividades de riscos de acidentes de trabalho sem o devido conhecimento e qualificação em APR
		78	Orientar sistematicamente os funcionários dos riscos e medidas de prevenção de acidentes de trabalho	Ter funcionários desinformados a respeito dos riscos e medidas de prevenção de acidentes de trabalho em suas atividades
		79	Capacitar funcionários conforme NR 01 - Ordem de Serviço	Expor os funcionários a atividades de riscos de acidentes sem conhecer as suas responsabilidade e obrigações
		80	Capacitar funcionários conforme NR 06 - Responsabilidades, utilização e manutenção de EPIs	Expor os funcionários a atividades de riscos de acidentes de trabalho sem o devido conhecimento do uso de EPIs
		81	Capacitar e habilitar funcionários conforme NR 10 - Atividades de instalações e serviços de eletricidade	Expor os funcionários a atividades de riscos de acidentes de trabalho sem o devido conhecimento a respeito de eletricidade
		82	Capacitar e habilitar funcionários conforme NR 11 - Movimentação de materiais	Expor os funcionários a atividades de riscos de acidentes de trabalho sem o devido conhecimento e qualificação em movimentações de materiais
Conceitos	26; 38; 45; 71; 73; 74; 75; 76; 77; 78; 79; 80; 71; 82 ;83; 84; 85; 86; 87; 88			

Área	6 - Competências			
Preocupação	Gerar conhecimento aos funcionários para execução de atividades de maneira segura e consciente ... Ter funcionários desqualificados e não aptos a realizarem suas funções	83	Capacitar e habilitar funcionários na operação de Pontes Rolantes	Expor os funcionários a atividades de riscos de acidentes de trabalho sem o devido conhecimento e qualificação na operação de Pontes Rolantes
		84	Capacitar e habilitar funcionários conforme NR 12 - Operação de Máquinas e Equipamentos	Expor os funcionários a atividades de riscos de acidentes de trabalho sem o devido conhecimento e qualificação em operação de Máquinas e Equipamentos
		85	Capacitar e habilitar funcionários conforme NR 12 - Operação de Máquinas e Equipamentos rotativas	Expor os funcionários a atividades de riscos de acidentes de trabalho sem o devido conhecimento e qualificação em operação de Máquinas e Equipamentos rotativas
		86	Capacitar e habilitar funcionários conforme NR 18 - Condições de Meio Ambiente de Trabalho na Industria da Construção	Expor os funcionários a atividades de riscos de acidentes de trabalho sem o devido conhecimento e qualificação em atividades da Indústria da Construção Civil
		87	Capacitar e habilitar funcionários conforme NR 20 - Abastecimento de Máquinas e Equipamentos	Expor os funcionários a atividades de riscos de acidentes de trabalho sem o devido conhecimento e qualificação no abastecimento de Máquinas e Equipamentos
Conceitos	26; 38; 45; 71; 73; 74; 75; 76; 77; 78; 79; 80; 71; 82 ;83; 84; 85; 86; 87; 88	88	Capacitar e habilitar funcionários conforme NR 35 - Trabalho em Altura	Expor os funcionários a atividades de riscos de acidentes de trabalho sem o devido conhecimento e qualificação em atividades de trabalho em altura

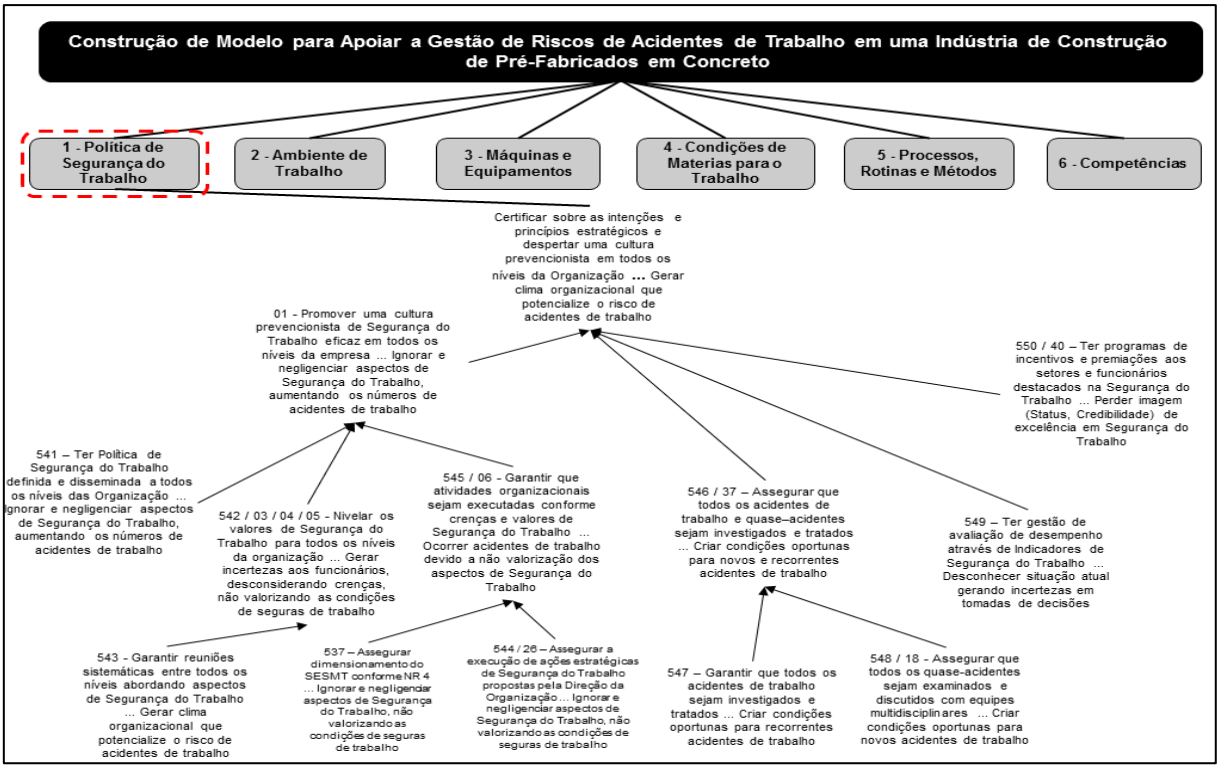
Construção de Modelo para Apoiar a Gestão de Riscos de Acidentes de Trabalho em uma Indústria de Construção de Pré-Fabricados em Concreto

Área	6 - Competências			
Preocupação	Gerar conhecimento aos funcionários para execução de atividades de maneira segura e consciente ... Ter funcionários desqualificados e não aptos a realizarem suas funções	26	Garantir o nivelamento de informações de Segurança do Trabalho entre todos os níveis	Desconhecer o que está sendo evidenciado, tratado e proposto para melhorias em Segurança do Trabalho
		38	Nivelar as informações com os envolvidos, disseminando as propostas do PPRA	Gerar um ambiente de desinformações em relação aos aspectos do PPRA
		45	Informar aos funcionários dos riscos e meios de prevenção de acidentes de trabalho	Ter um ambiente que favoreça a desinformação , colocando funcionários em riscos de acidentes de trabalho
		71	Garantir a padronização na execução de atividades de armazenamento de materiais	Propiciar atividades despadronizadas aumentando potenciais acidentes de trabalho em armazenagem de materiais
		72	Gerar um ambiente de satisfação, minimizando influências externas no risco de acidentes de trabalho	Gerar ambiente desconfortável, maximizando influências externas no risco de acidentes de trabalho
		73	Garantir que os profissionais do SESMT tenha qualificação necessária para atribuições da atividade	Ter profissionais desqualificados que não promovam de forma eficaz medidas e ações de prevenção de acidentes de trabalho
		74	Capacitar funcionários com a Política de Segurança do Trabalho	Expor os funcionários a atividades de riscos de acidentes de trabalho sem o devido conhecimento e qualificação
Conceitos	26; 38; 45; 71; 73; 74; 75; 76; 77; 78; 79; 80; 71; 82 ;83; 84; 85; 86; 87; 88			

Fonte: Autor (2019).

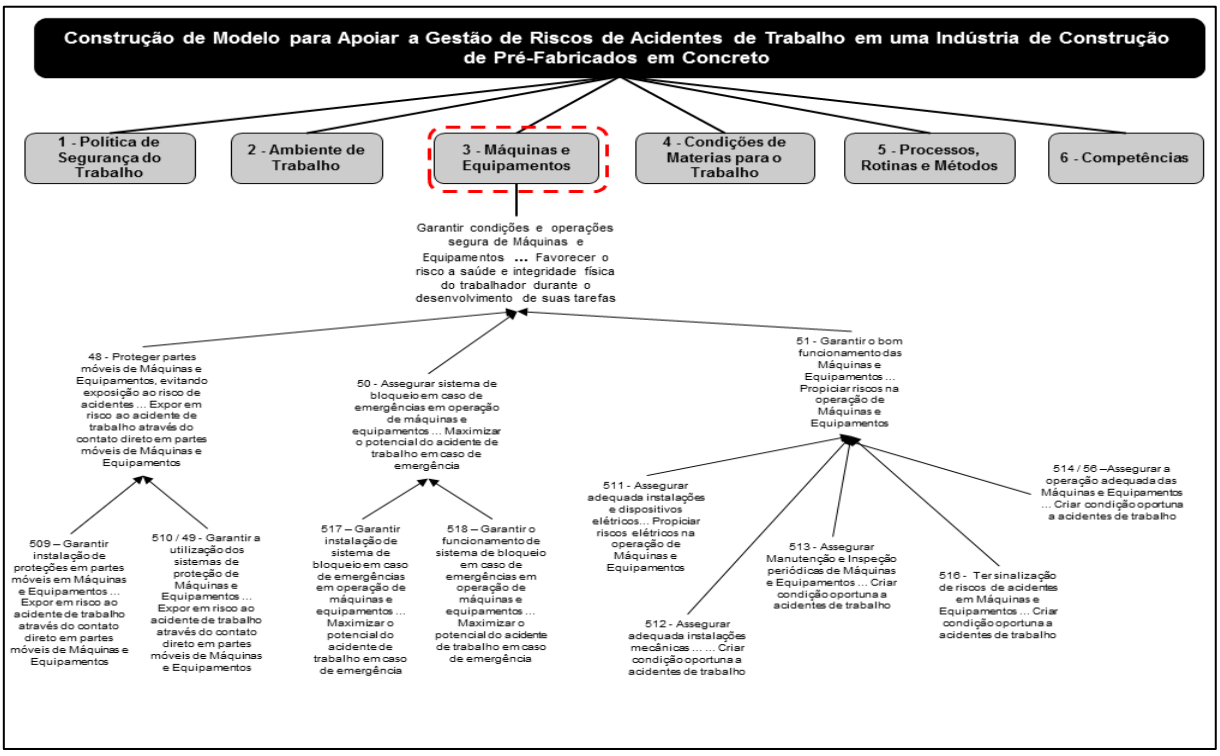
APÊNDICE D – Construção dos mapas cognitivos

Figura 138 - Mapa cognitivo resultante para o PVF 1 – Política de Segurança do Trabalho



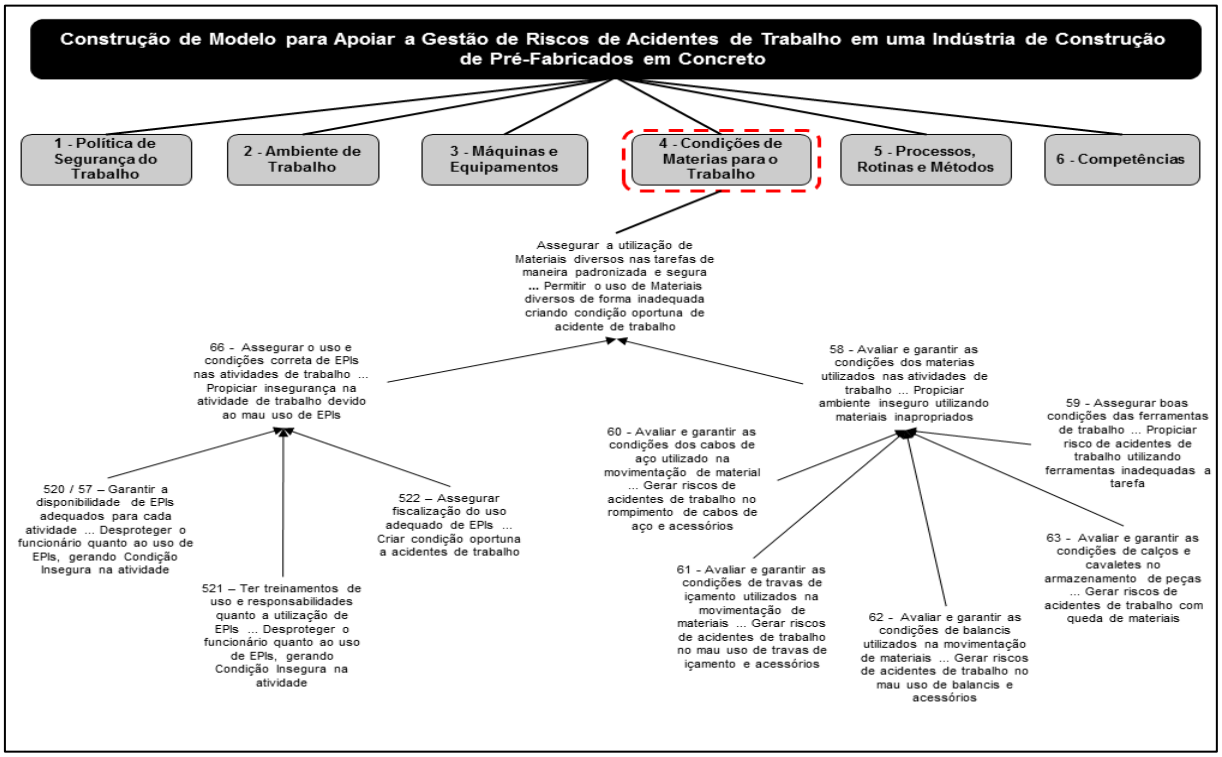
Fonte: Autor (2019).

Figura 139 - Mapa cognitivo resultante para o PVF 3 – Máquinas e Equipamentos



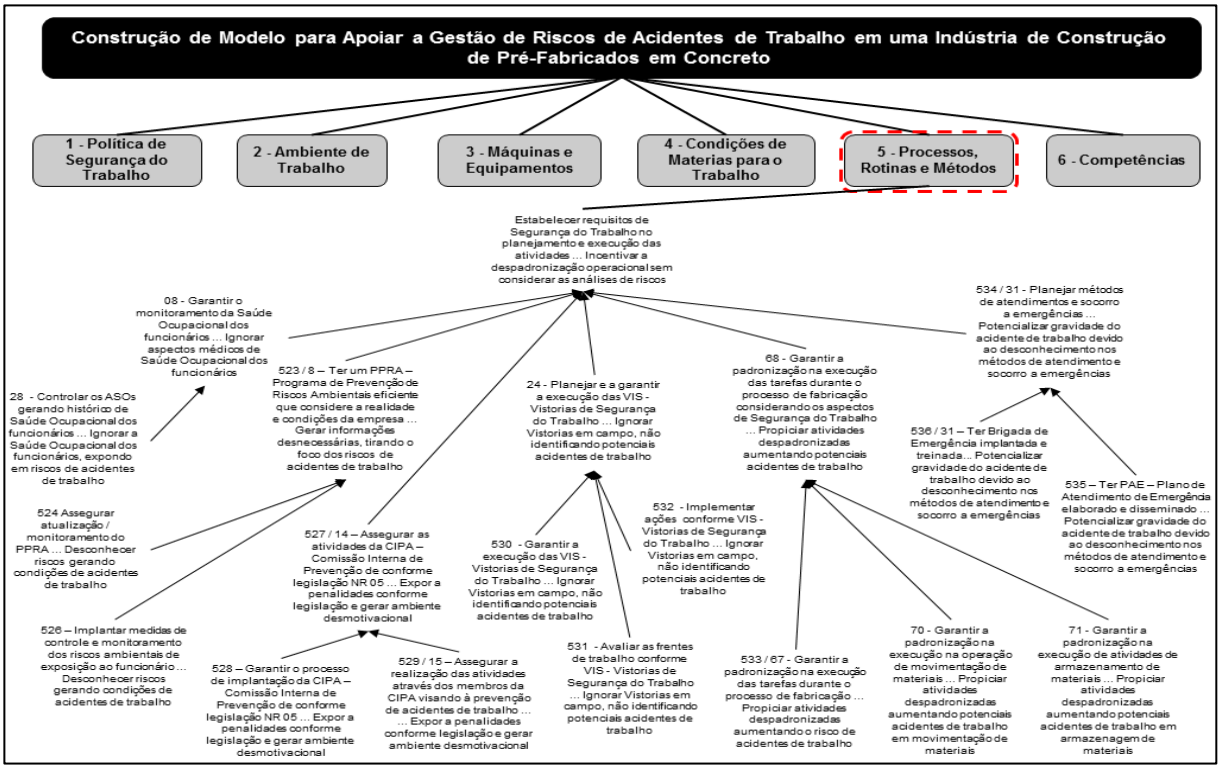
Fonte: Autor (2019).

Figura 140 - Mapa cognitivo resultante para o PVF 4 – Condições de Materiais para o Trabalho



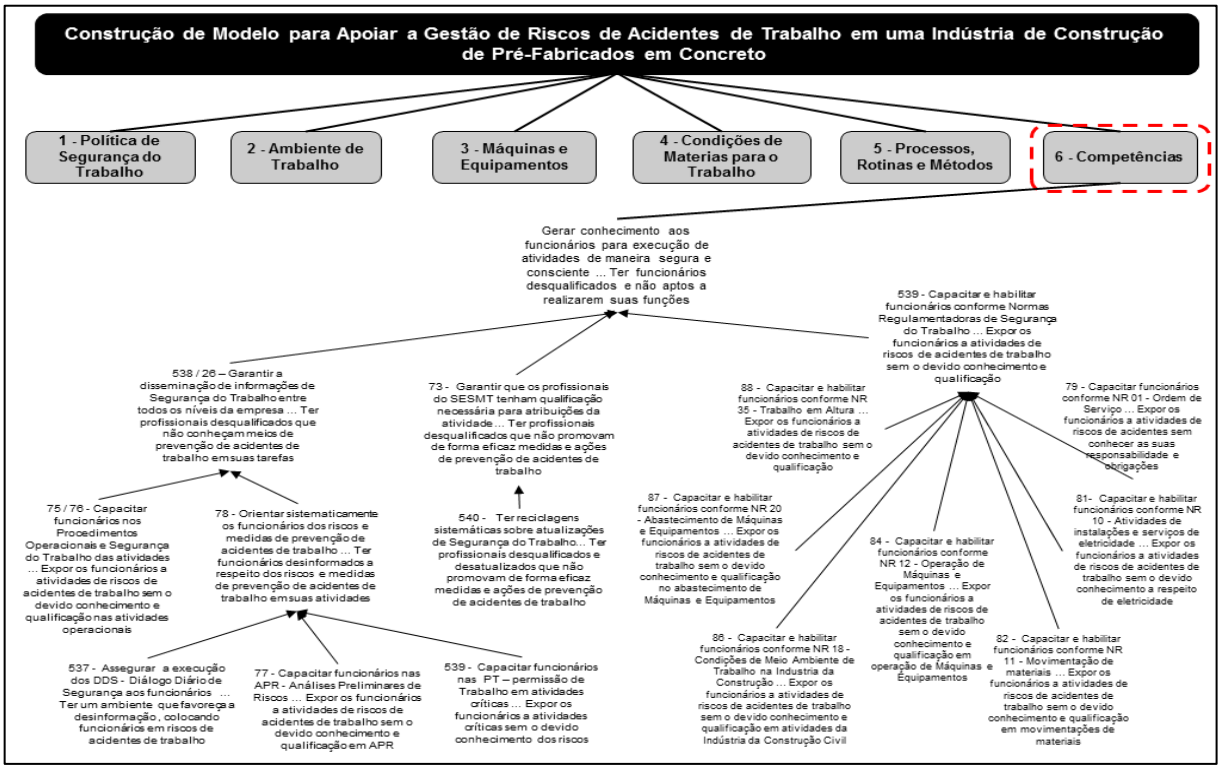
Fonte: Autor (2019).

Figura 141 - Mapa cognitivo resultante para o PVF 5 – Processos, Rotinas e Métodos



Fonte: Autor (2019).

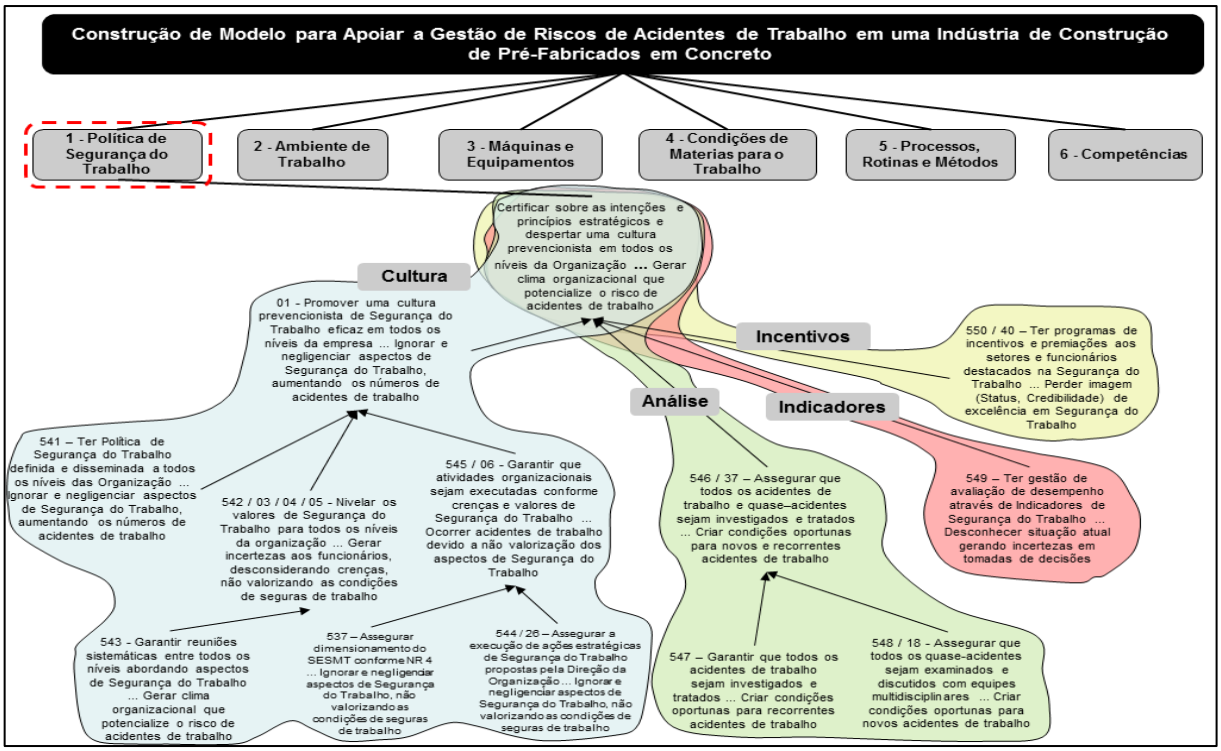
Figura 142 - Mapa cognitivo resultante para o PVF 6 – Competências



Fonte: Autor (2019).

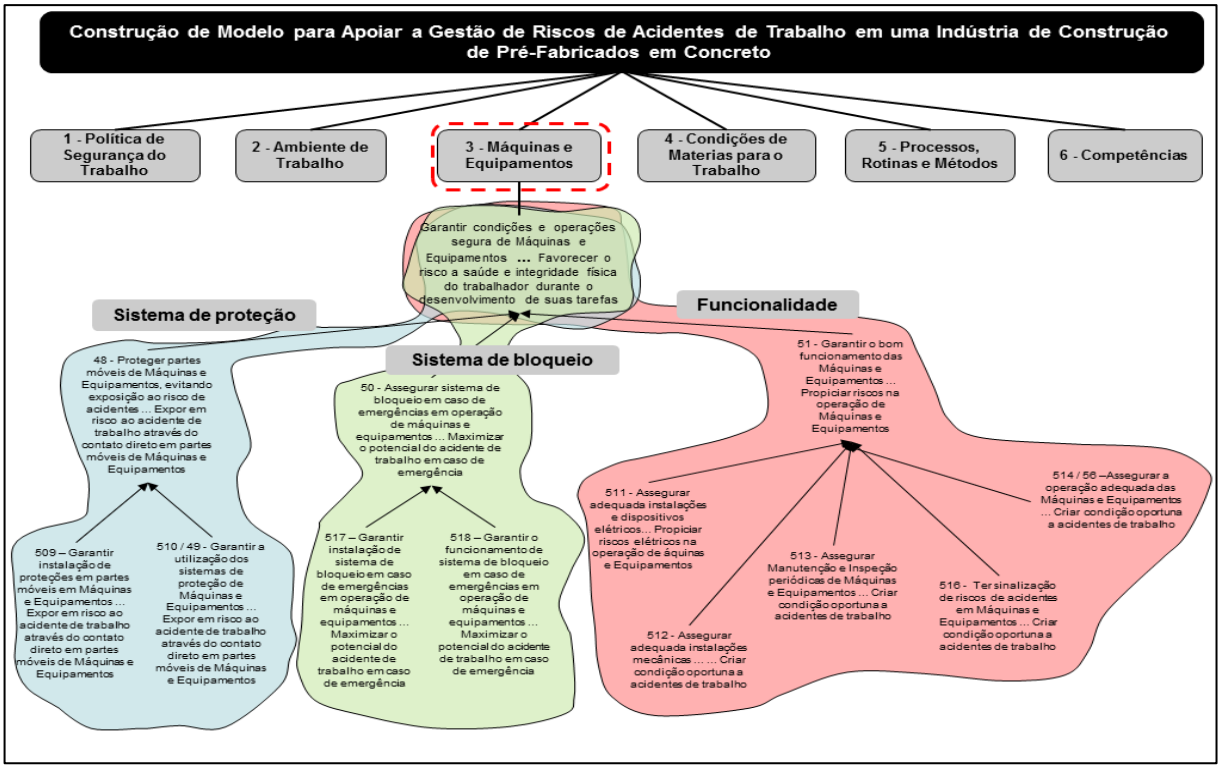
APÊNDICE E – Mapas Cognitivos com Clusters

Figura 143 - Clusters do mapa cognitivo do PVF 1 – Política de Segurança do Trabalho



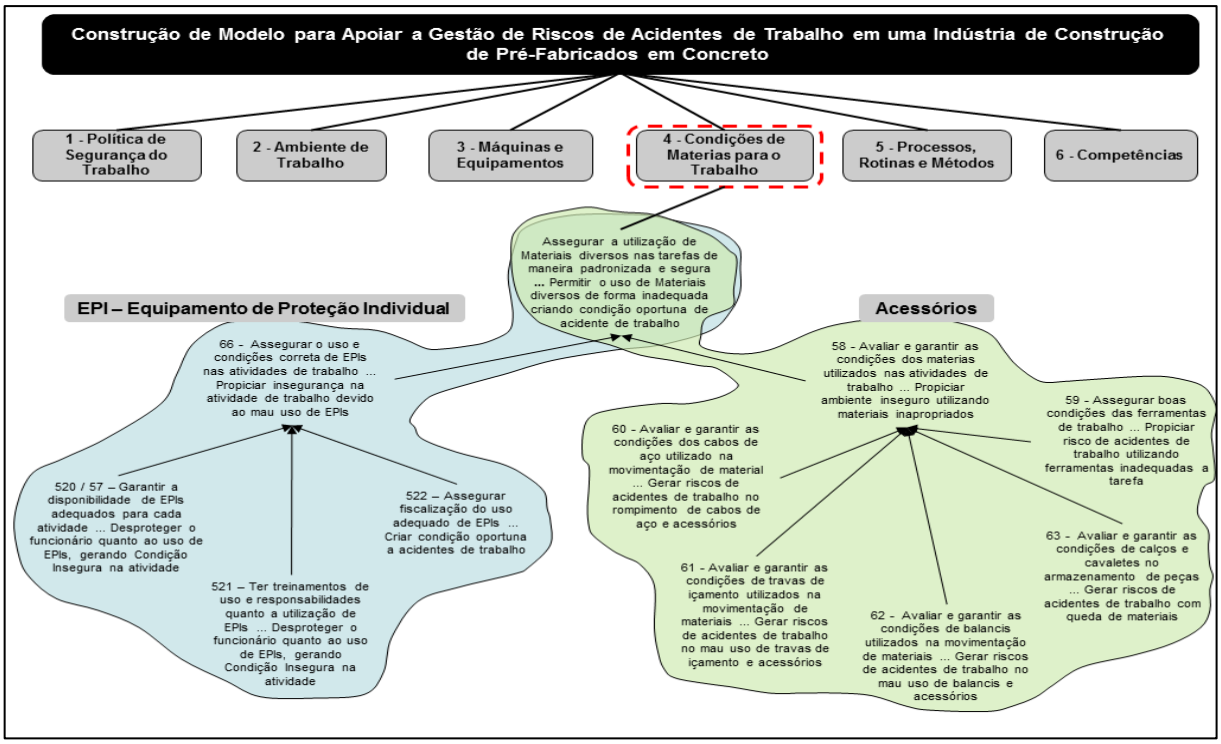
Fonte: Autor (2019).

Figura 144 - Clusters do mapa cognitivo do PVF 3 – Máquinas e Equipamentos



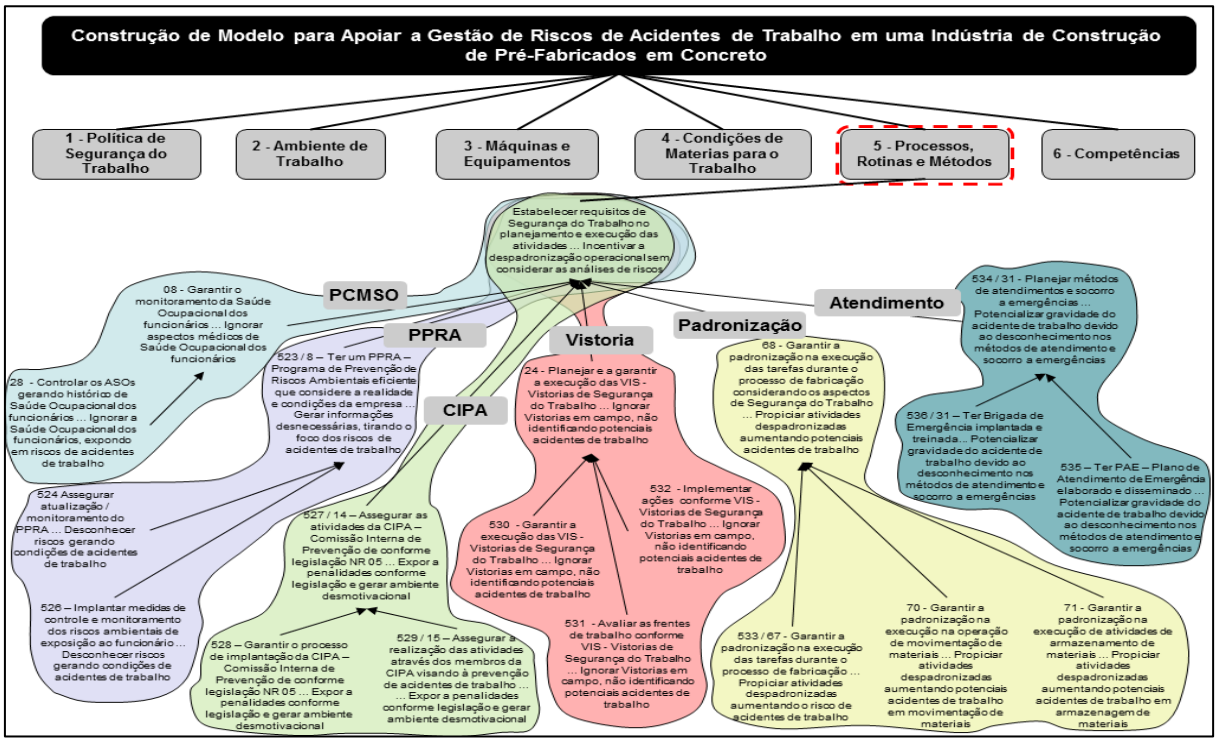
Fonte: Autor (2019).

Figura 145 - Clusters do mapa cognitivo do PVF 4 – Condições de Materiais para o Trabalho



Fonte: Autor (2019).

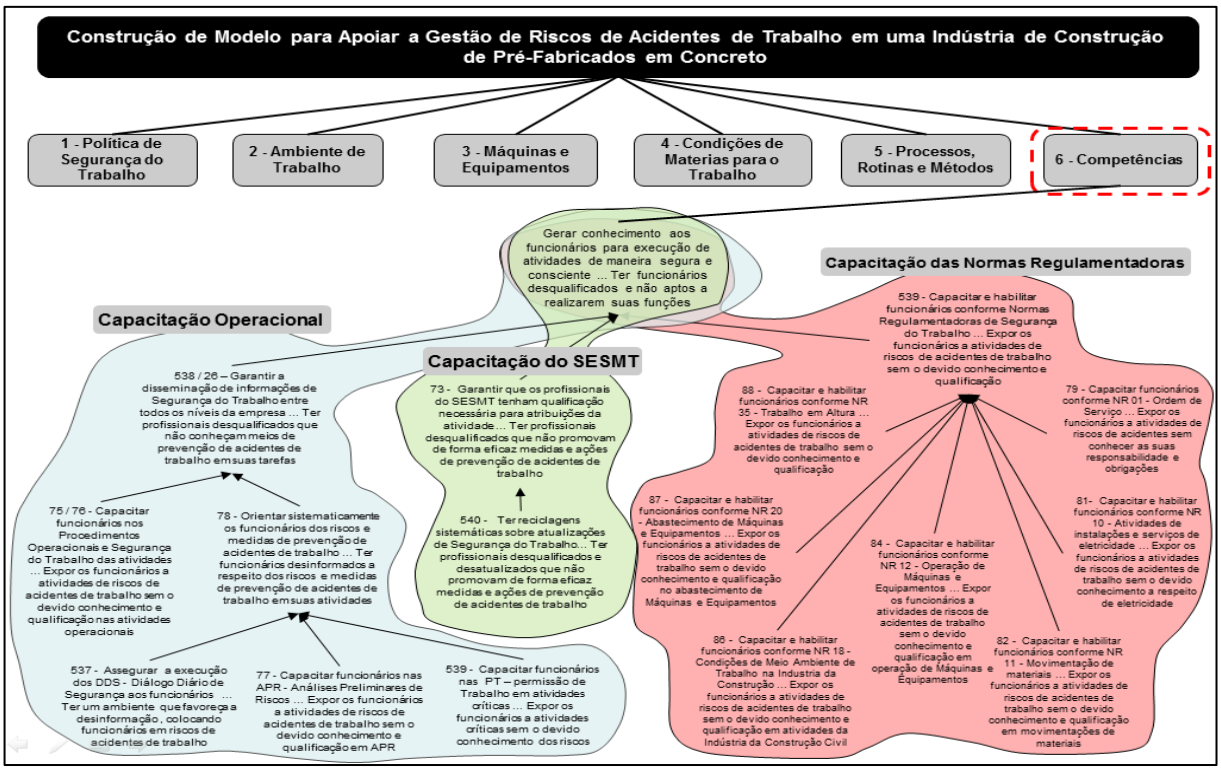
Figura 146 - Clusters do mapa cognitivo do PVF 5 – Processos, Rotinas e Métodos



Fonte: Autor (2019).

PCMSO – Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional
PPRA – Programa de Prevenção de Riscos Ambientais
CIPA – Comissão Interna de Prevenção de Acidentes

Figura 147 - Clusters do mapa cognitivo do PVF 6 – Competências

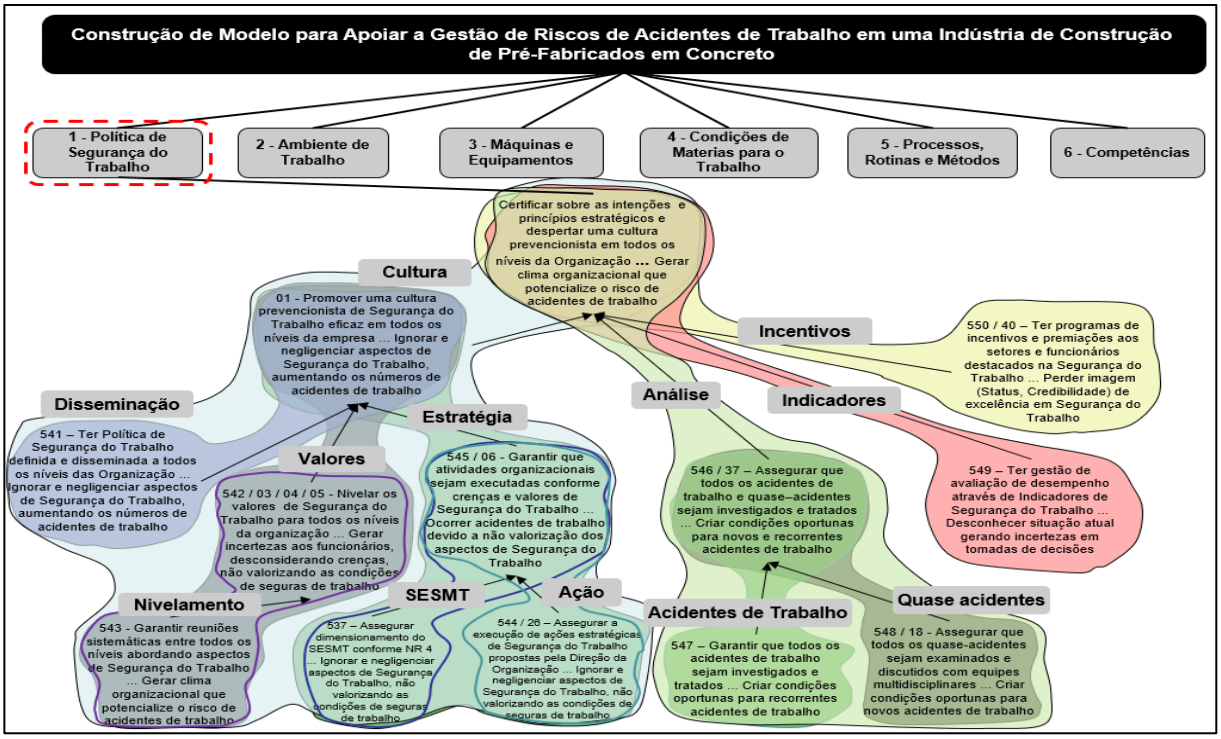


Fonte: Autor (2019).

SESMT – Serviço Especializado em Engenharia de Segurança e em Medicina do Trabalho

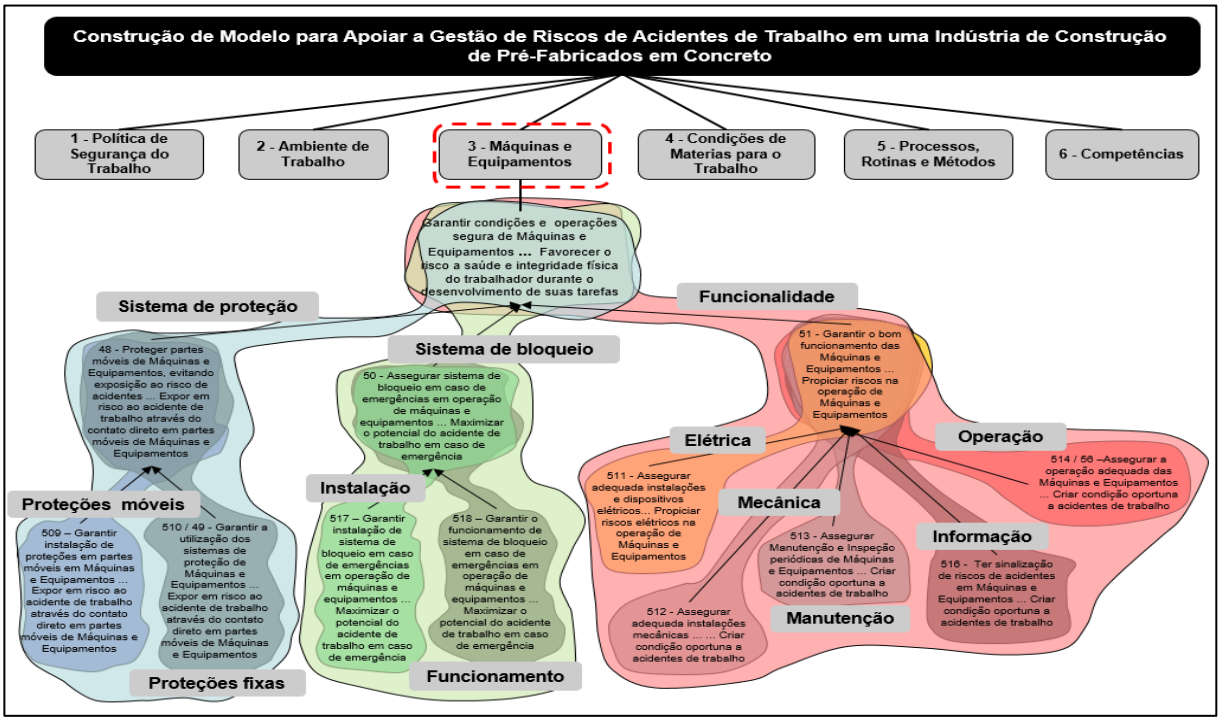
APÊNDICE F – Mapas cognitivos com clusters e sub-clusters

Figura 148 - Clusters e sub-clusters do mapa cognitivo do PVF 1 – Política de Segurança do Trabalho



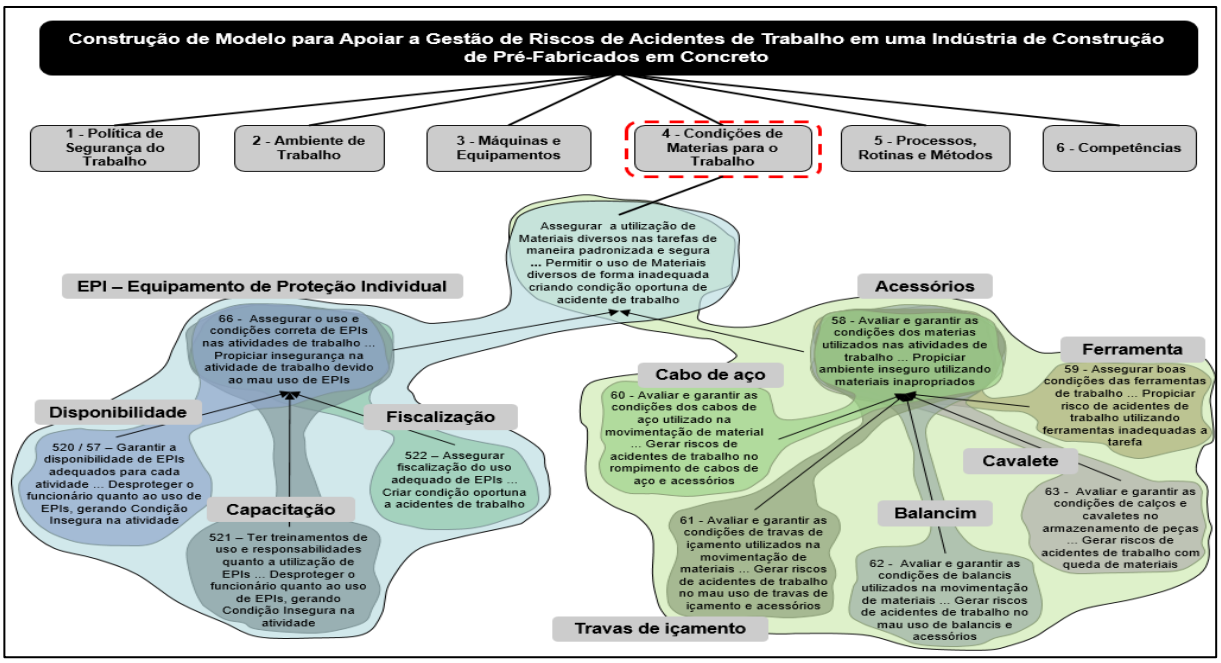
Fonte: Autor (2019).

Figura 149 - Clusters e sub-clusters do mapa cognitivo do PVF 3 – Máquinas e Equipamentos



Fonte: Autor (2019).

Figura 150 - Clusters e sub-clusters do mapa cognitivo do PVF 4 – Condições de Materiais para o Trabalho



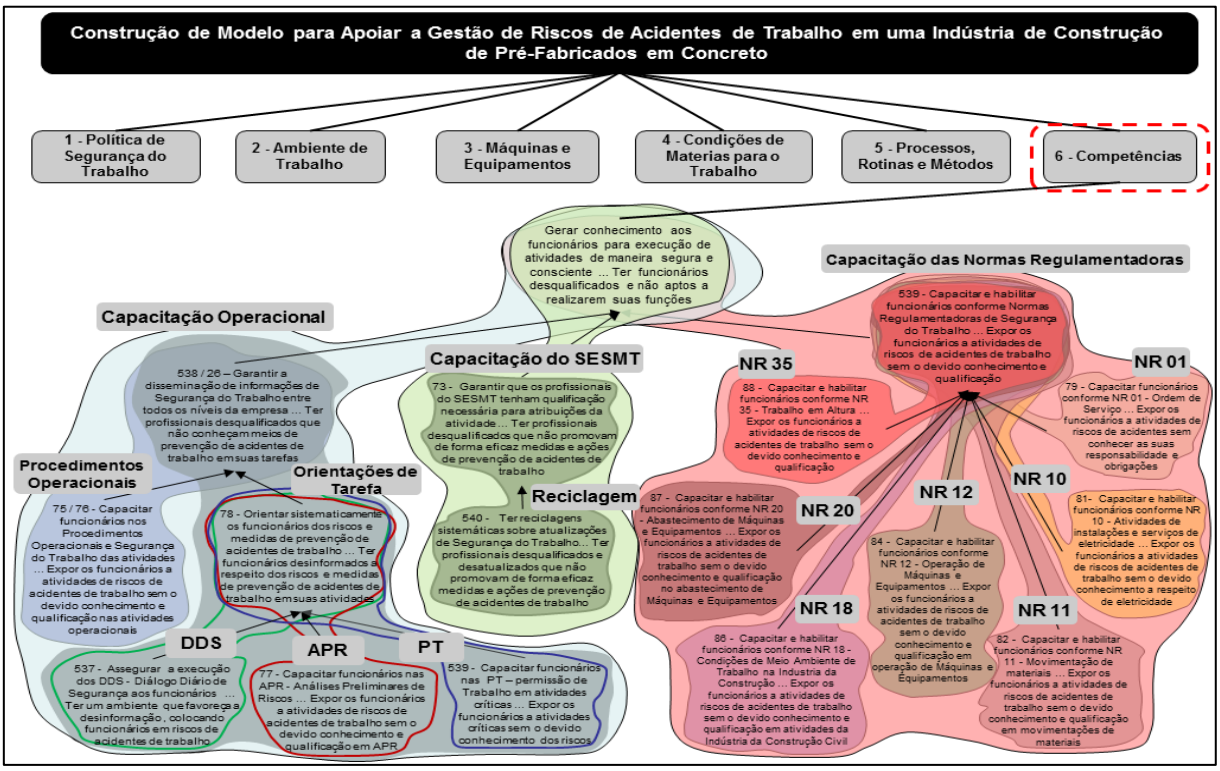
Fonte: Autor (2019).

Figura 151 - Clusters e sub-clusters do mapa cognitivo do PVF 5 – Processos, Rotinas e Métodos

Fonte: Autor (2019).

ASO – Atestado de Saúde Ocupacional
PCMSO – Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional
PPRA – Programa de Prevenção de Riscos Ambientais
CIPA – Comissão Interna de Prevenção de Acidentes
PAE – Plano de Atendimento a Emergências

Figura 152 - Clusters e sub-clusters do mapa cognitivo do PVF 6 – Competências

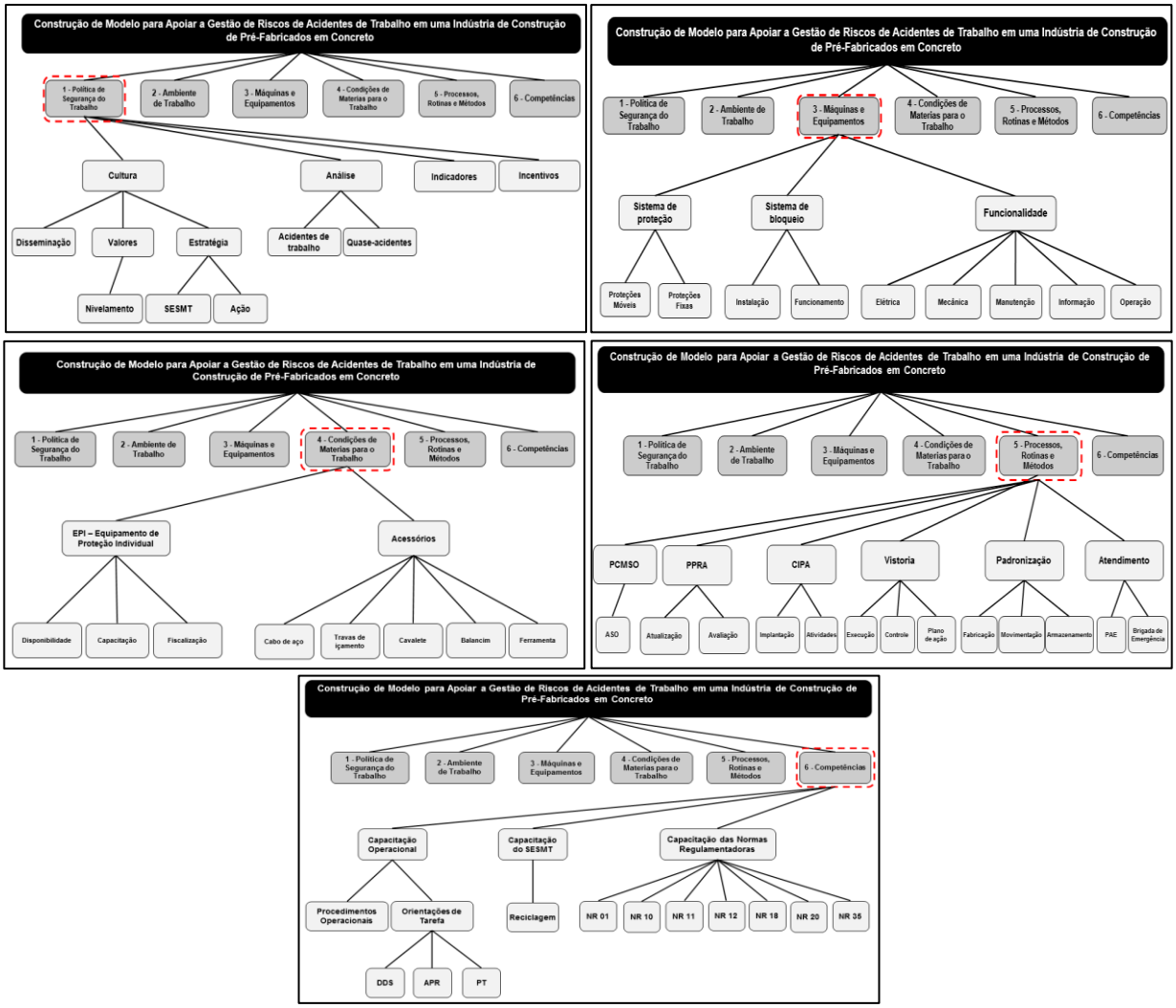


Fonte: Autor (2019).

SESMT – Serviço Especializado em Engenharia de Segurança e em Medicina do Trabalho
DDS – Diálogo Diário de Segurança
APR – Análise Preliminar de Riscos
PT – Permissão de Trabalho
NR 01 – Disposições Gerais (Ordem de Serviço)
NR 10 – Segurança em Instalações e Serviços de Eletricidade
NR 11 – Transporte, Movimentação, Armazenagem e Manuseio de Materiais
NR 12 – Segurança no Trabalho em Máquinas e Equipamentos
NR 18 – Condições e meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção
NR 20 – Segurança e Saúde no Trabalho com Inflamáveis e Combustíveis
NR 35 – Segurança e Saúde no Trabalho em Altura

APÊNDICE G – Estrutura Hierárquica de Valor dos PVFs

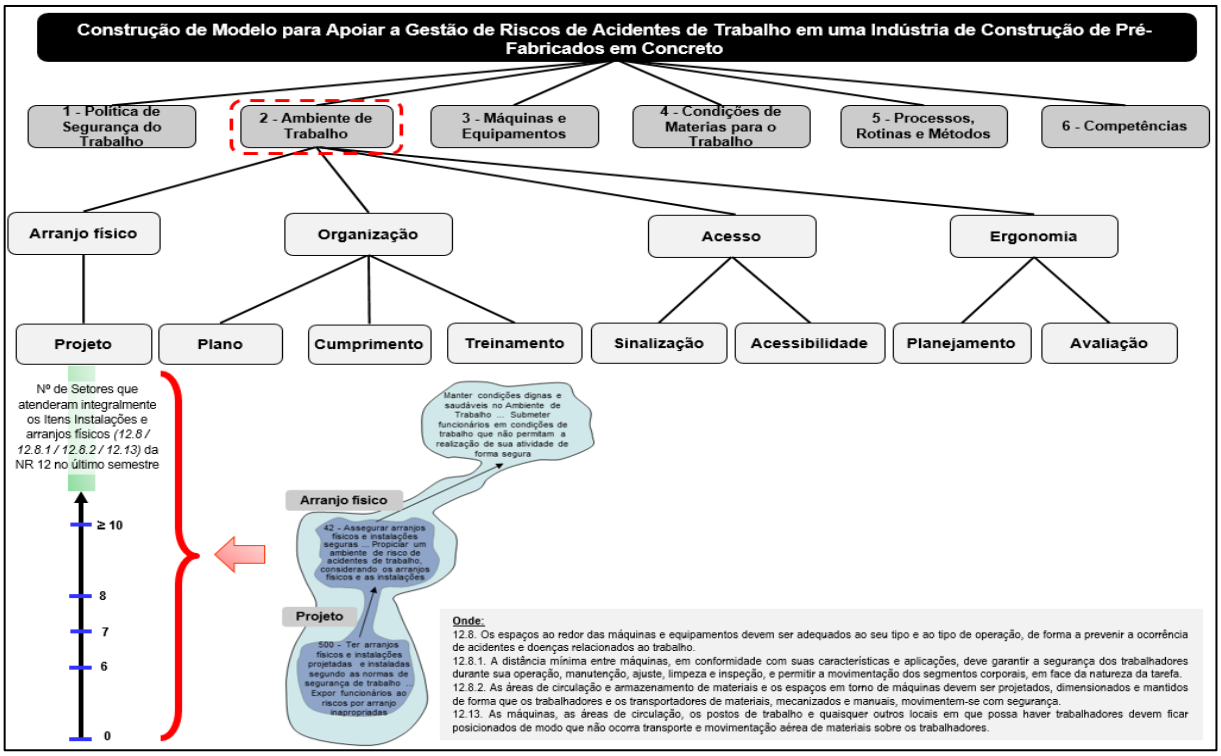
Figura 153 - Estrutura hierárquica de valor para o PVF 1, PVF 3, PVF 4, PVF5 e PVF 6



Fonte: Autor (2019).

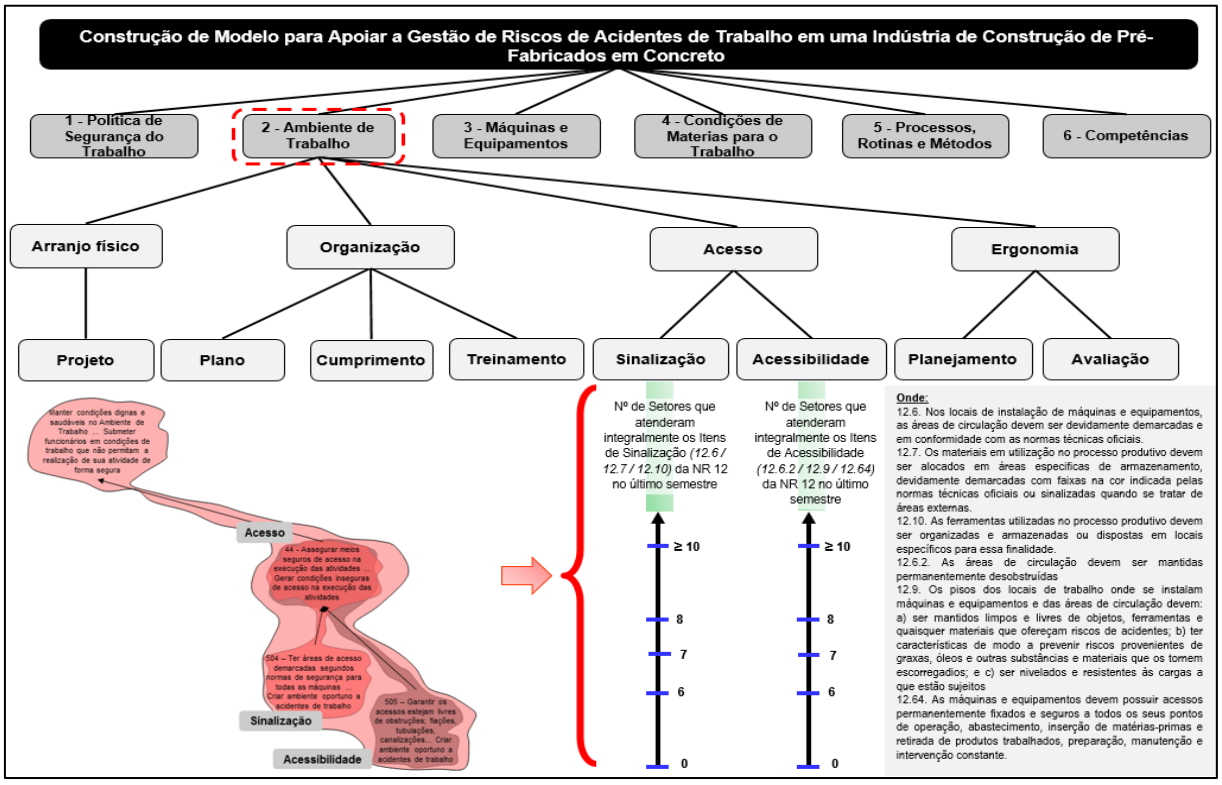
APÊNDICE H – Processo de Construção do Descritor do PV2 – Ambiente de Trabalho

Figura 154 - Processo de Construção do descritor do PVE – Projeto



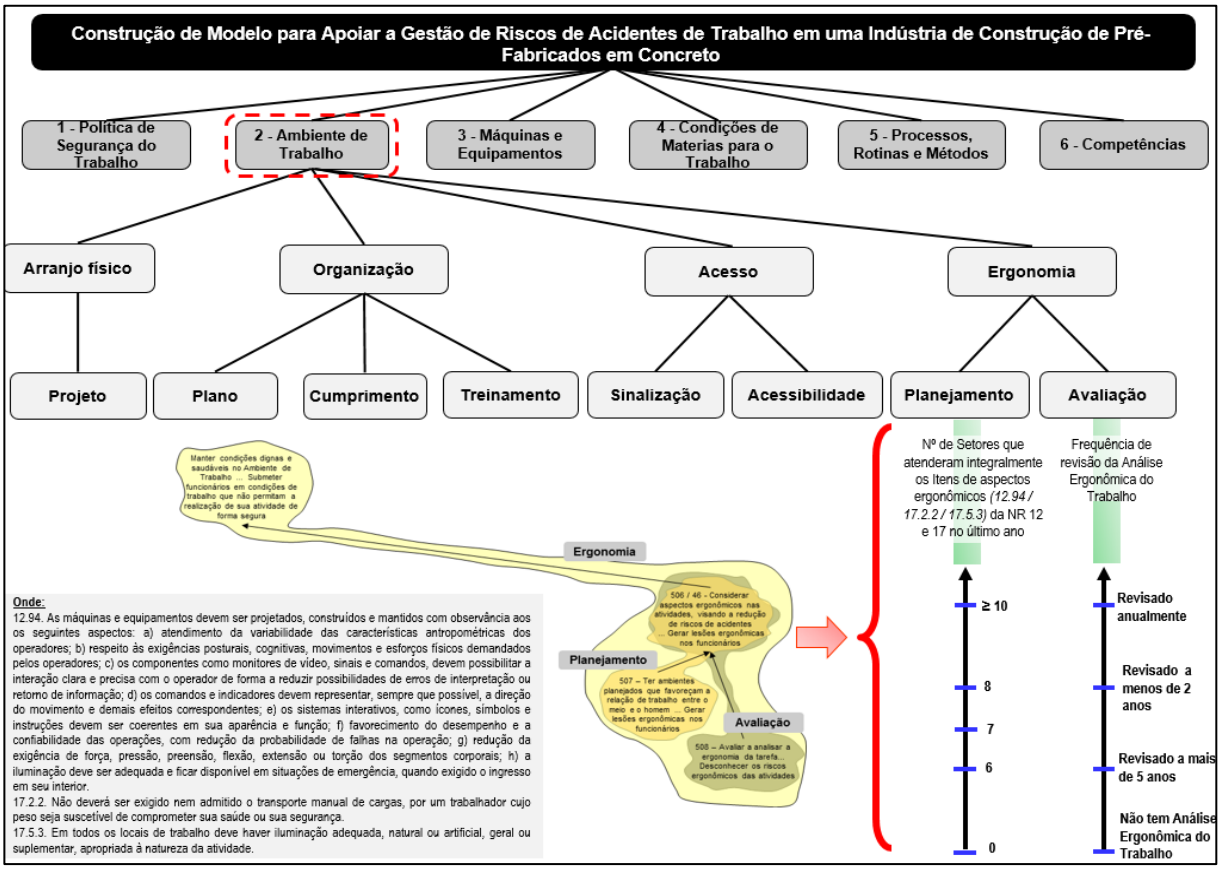
Fonte: Autor (2019).

Figura 155 - Processo de Construção do descritor do PVE – Acesso



Fonte: Autor (2019).

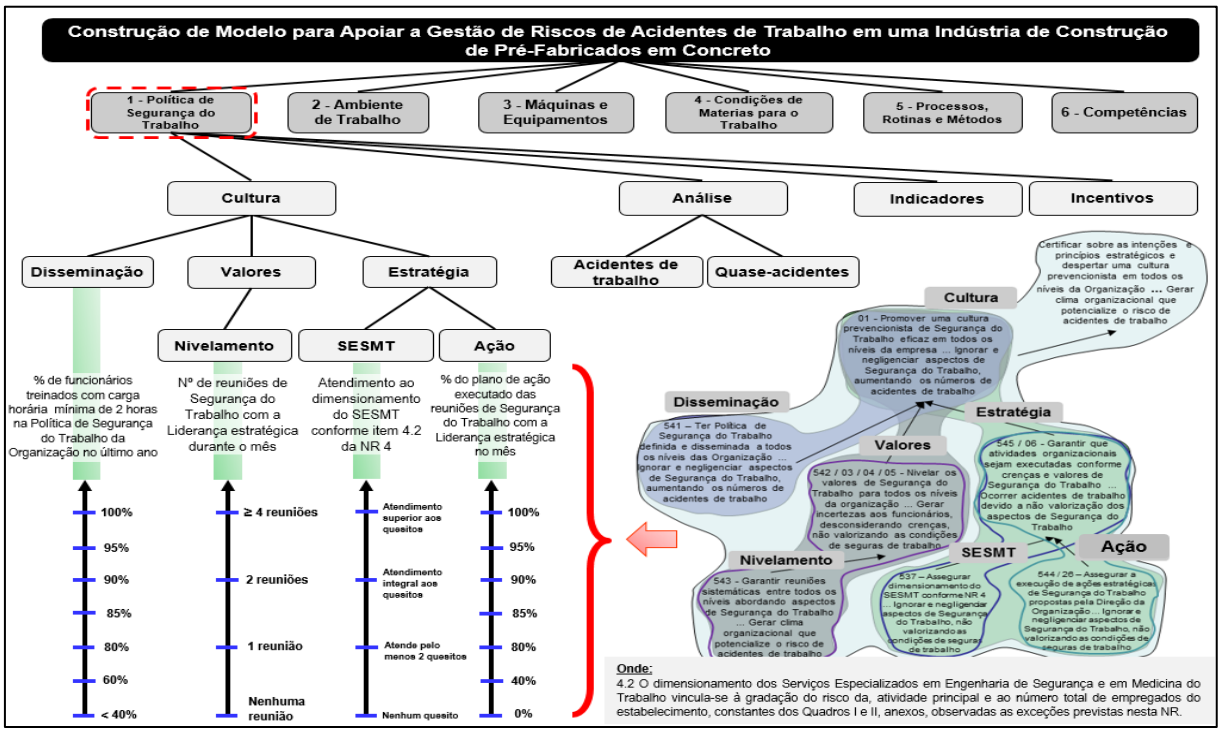
Figura 156 - Processo de Construção do descritor do PVE – Ergonomia



Fonte: Autor (2019).

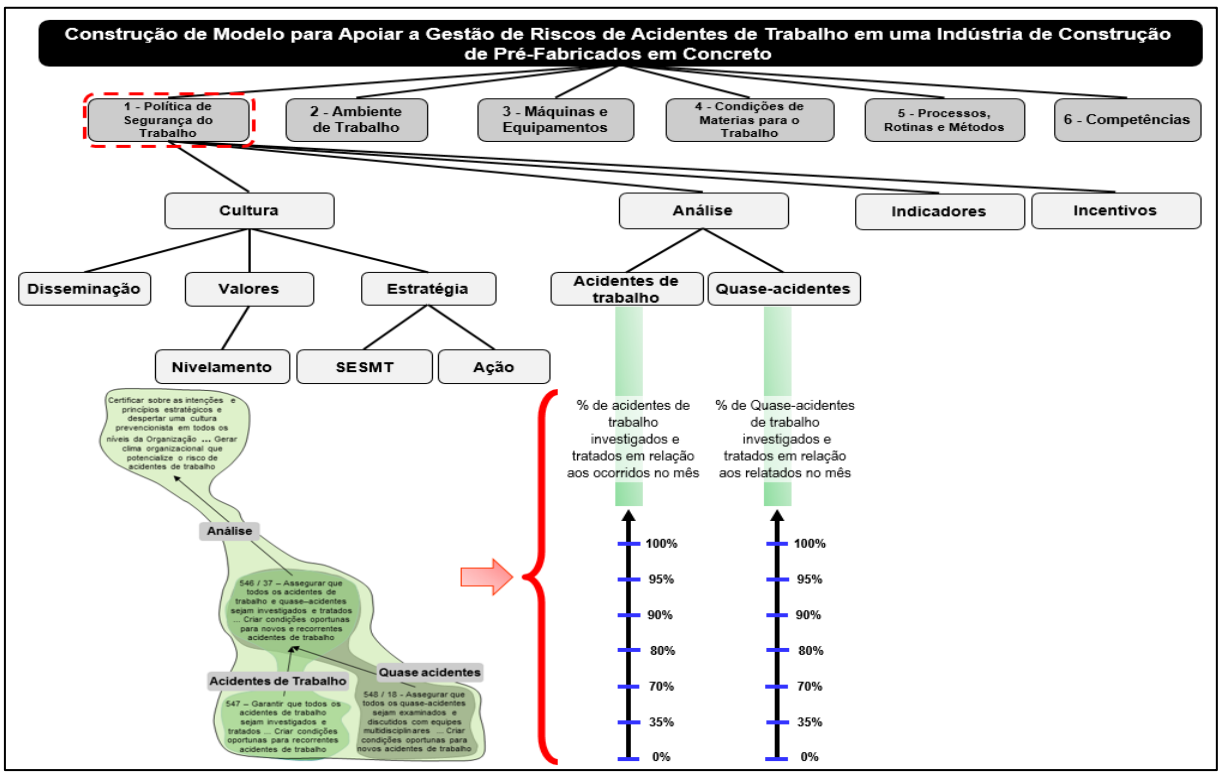
APÊNDICE I – Processo de Construção do Descritor do PV1 – Política de Segurança do Trabalho

Figura 157 - Processo de Construção do descritor do PVE – Cultura



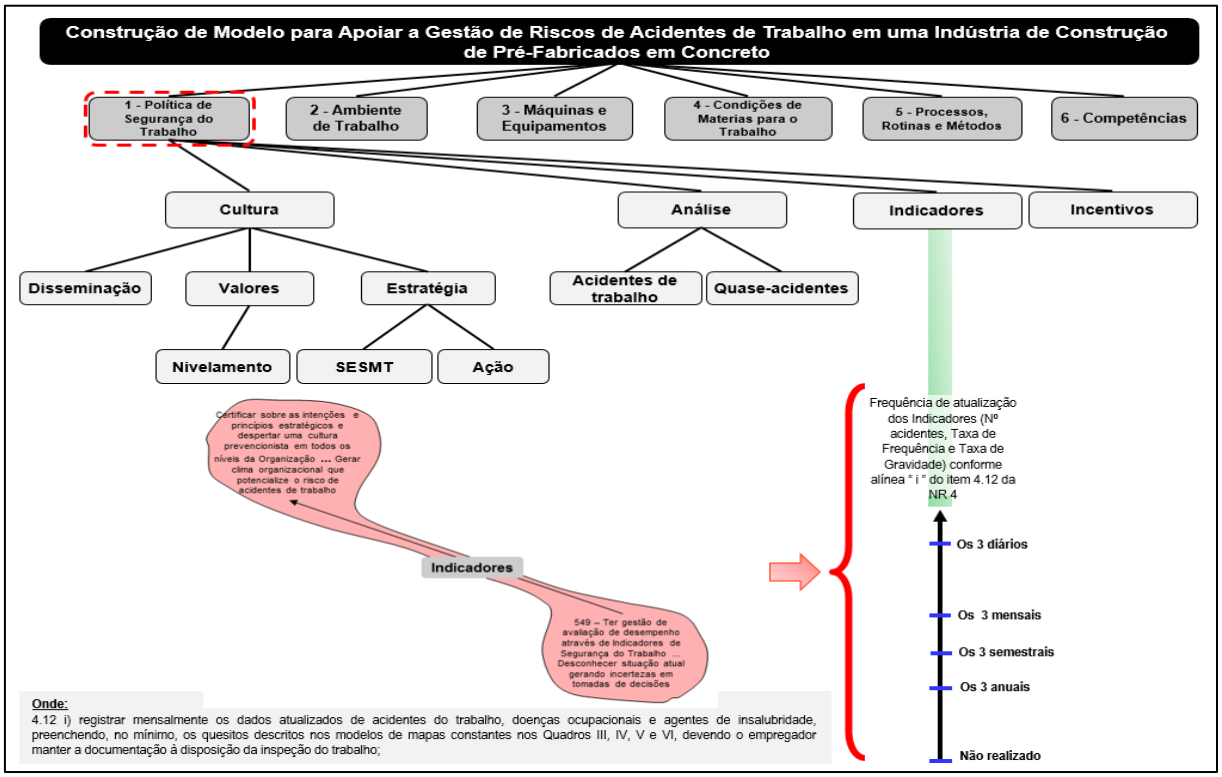
Fonte: Autor (2019).

Figura 158 - Processo de Construção do descritor do PVE – Análise



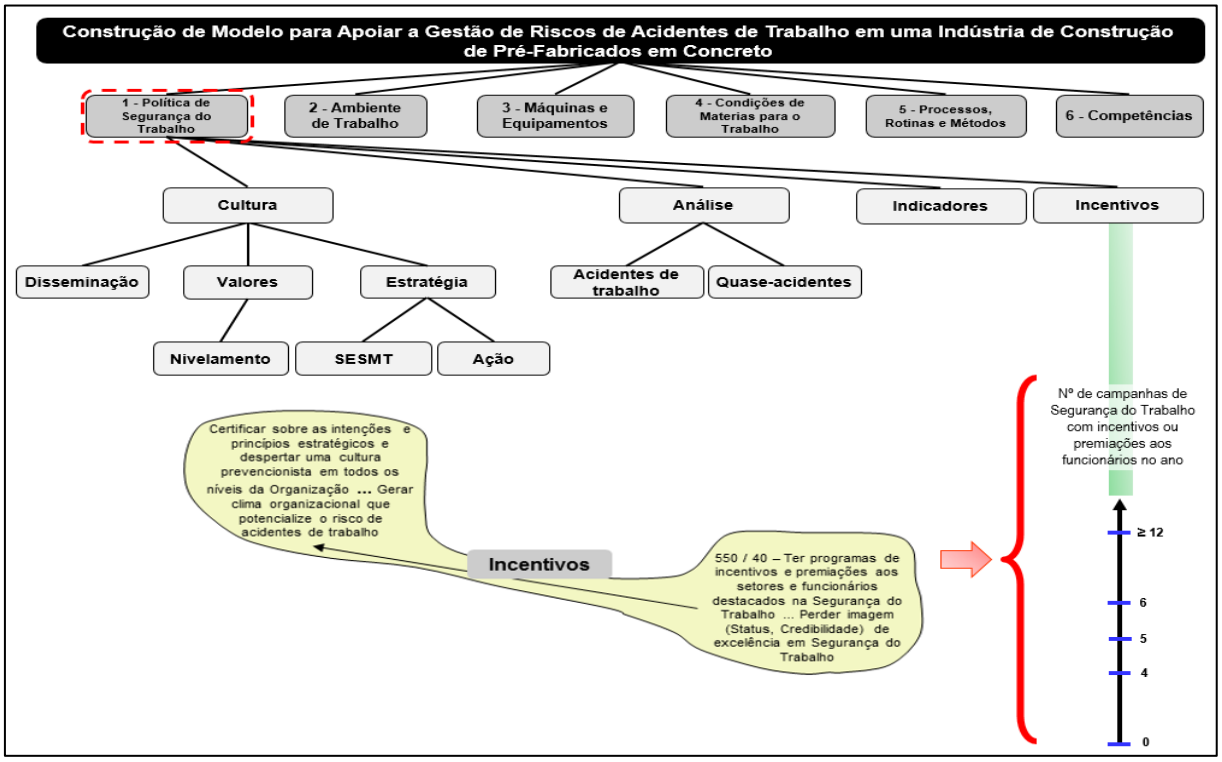
Fonte: Autor (2019).

Figura 159 - Processo de Construção do descritor do PVE – Indicadores



Fonte: Autor (2019).

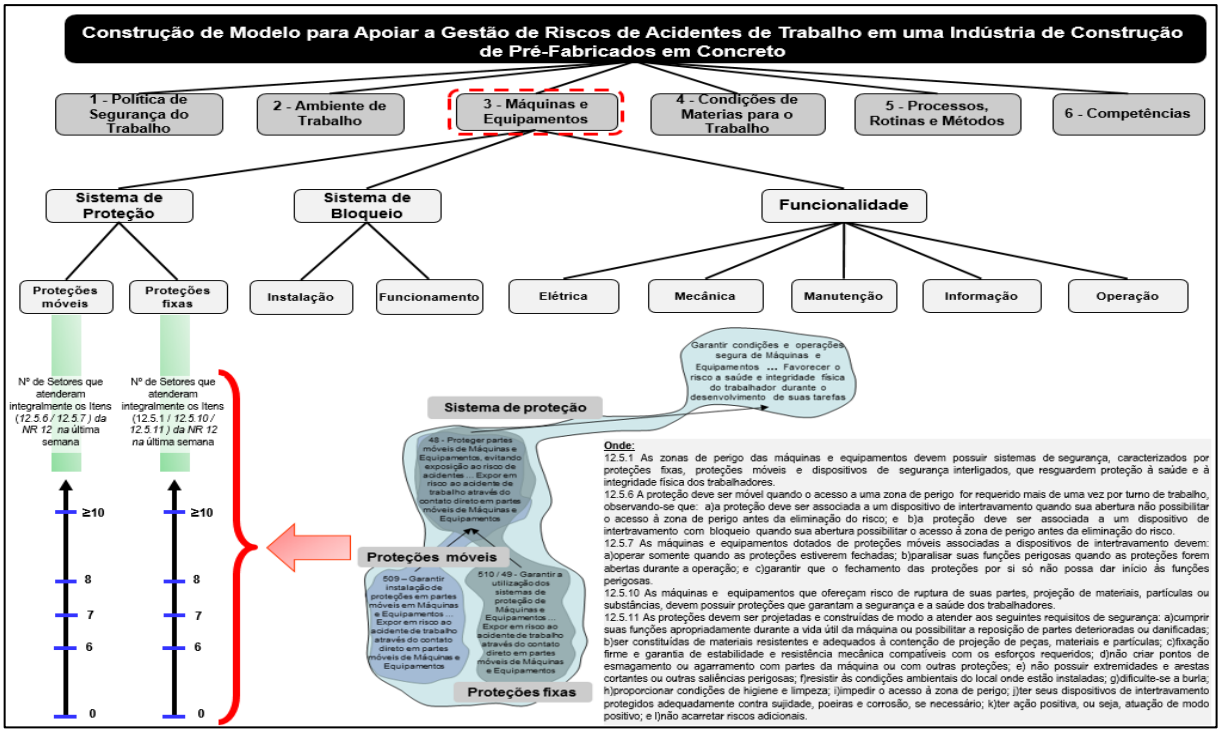
Figura 160 - Processo de Construção do descritor do PVE – Incentivos



Fonte: Autor (2019).

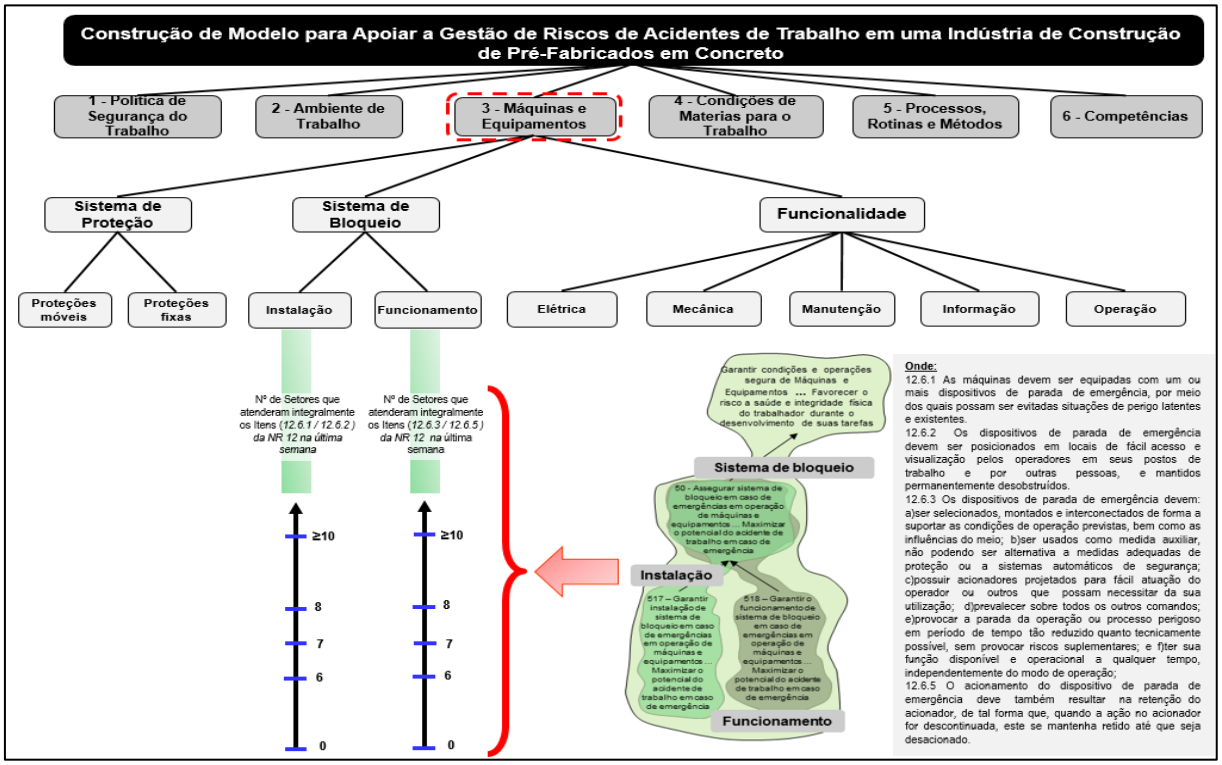
APÊNDICE J – Processo de Construção do Descritor do PV3 – Máquinas e Equipamentos

Figura 161 - Processo de Construção do descritor do PVE – Sistema de Proteção



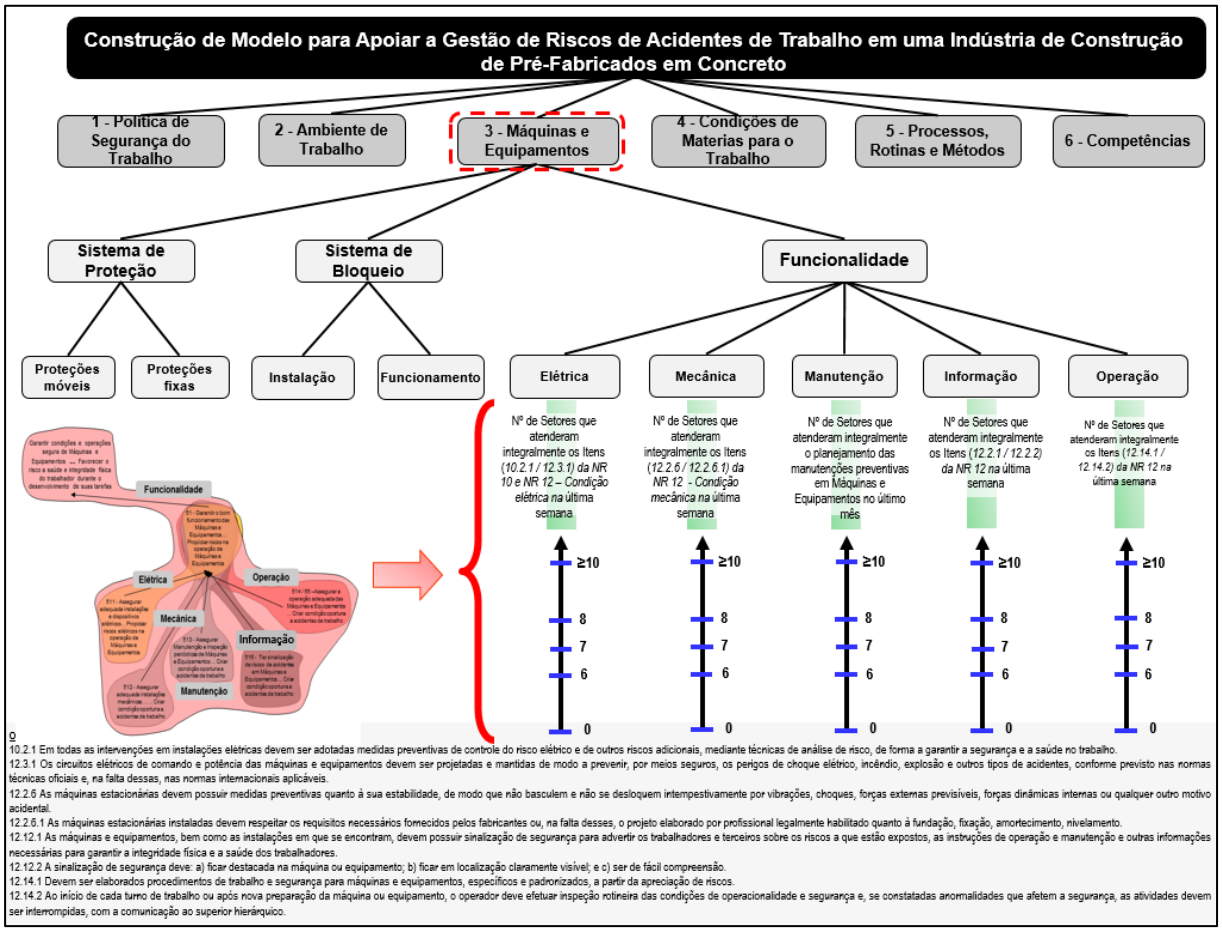
Fonte: Autor (2019).

Figura 162 - Processo de Construção do descritor do PVE – Sistema de Bloqueio



Fonte: Autor (2019).

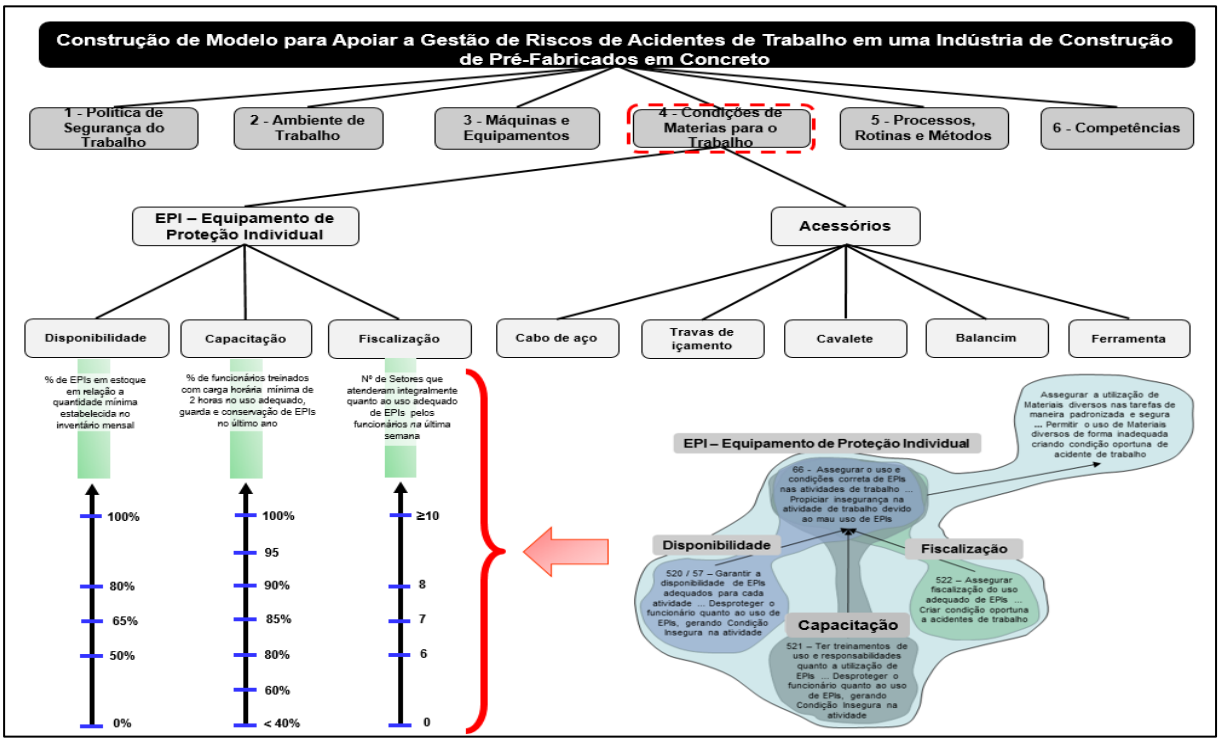
Figura 163 - Processo de Construção do descritor do PVE – Funcionalidade



Fonte: Autor (2019).

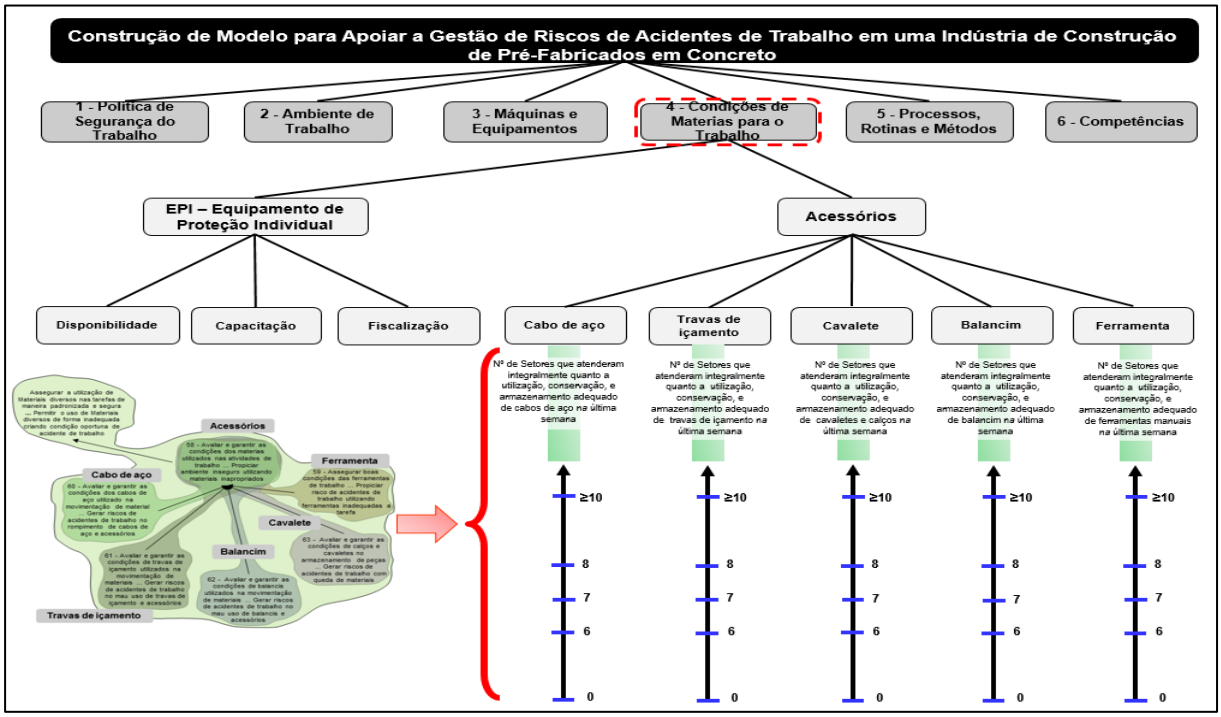
APÊNDICE K – Processo de Construção do Descritor do PV4 – Condições de Materiais para o Trabalho

Figura 164 - Processo de Construção do descritor do PVE – EPI Equipamento de Proteção Individual



Fonte: Autor (2019).

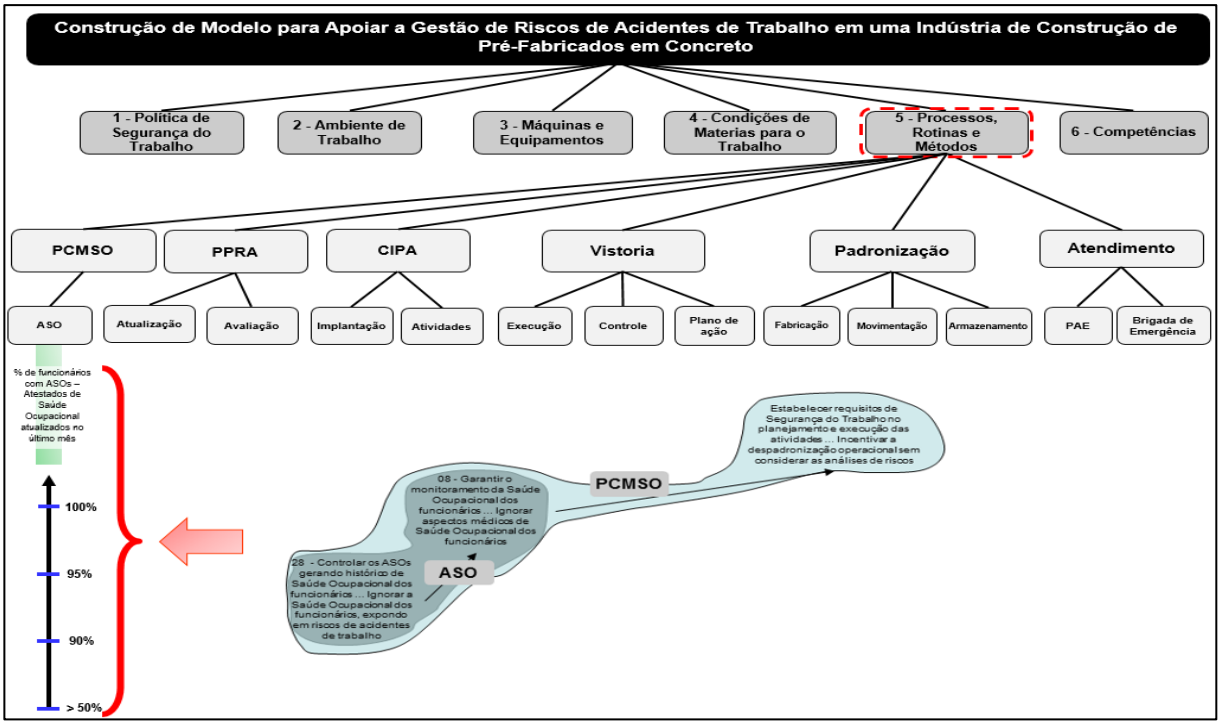
Figura 165 - Processo de Construção do descritor do PVE – Acessórios



Fonte: Autor (2019).

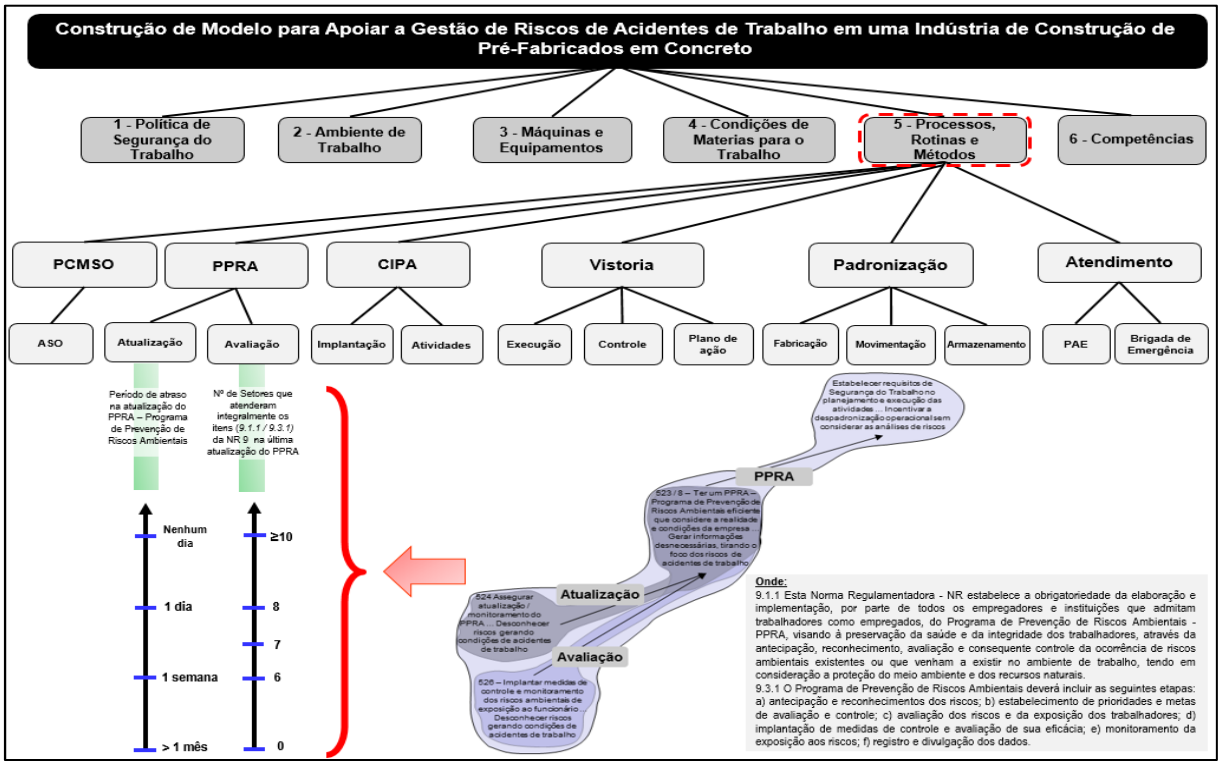
APÊNDICE L – Processo de Construção do Descritor do PV5 – Processos, Rotinas e Métodos

Figura 166 - Processo de Construção do descritor do PVE – PCMSO



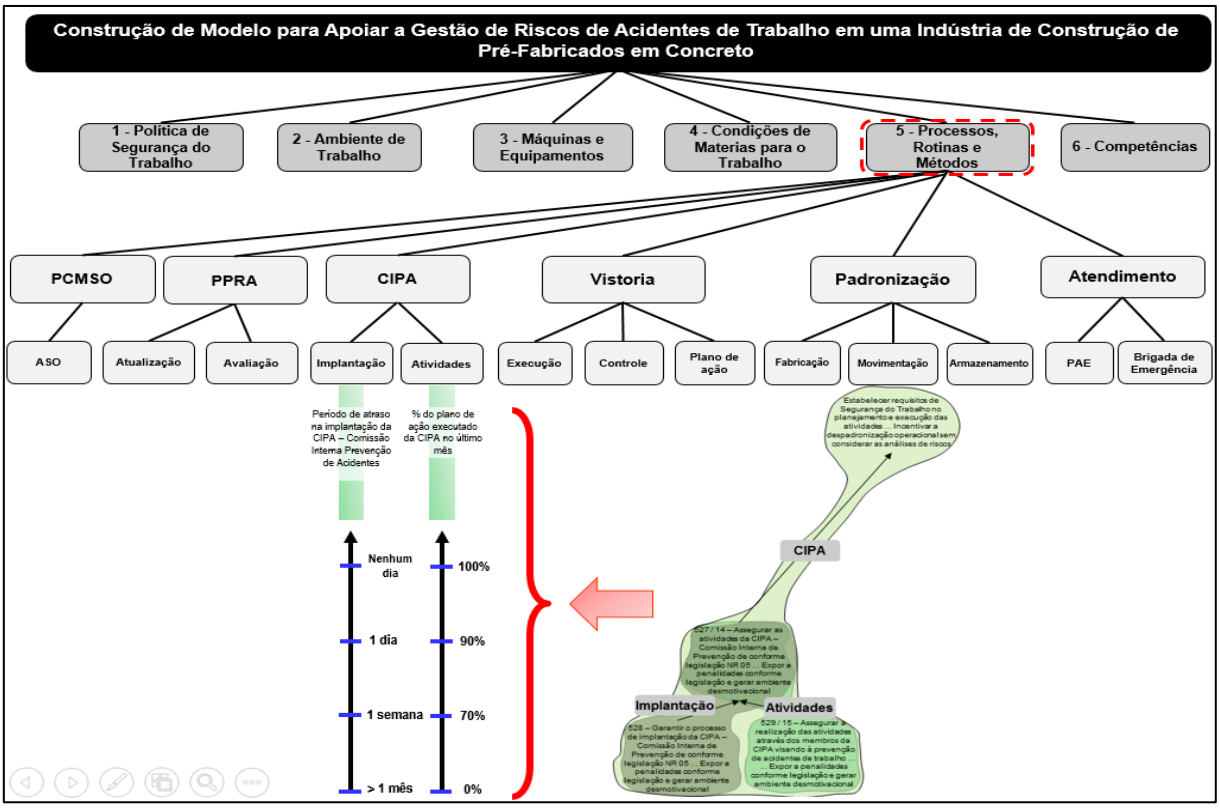
Fonte: Autor (2019).

Figura 167 - Figura 61 - Processo de Construção do descritor do PVE – PPRA



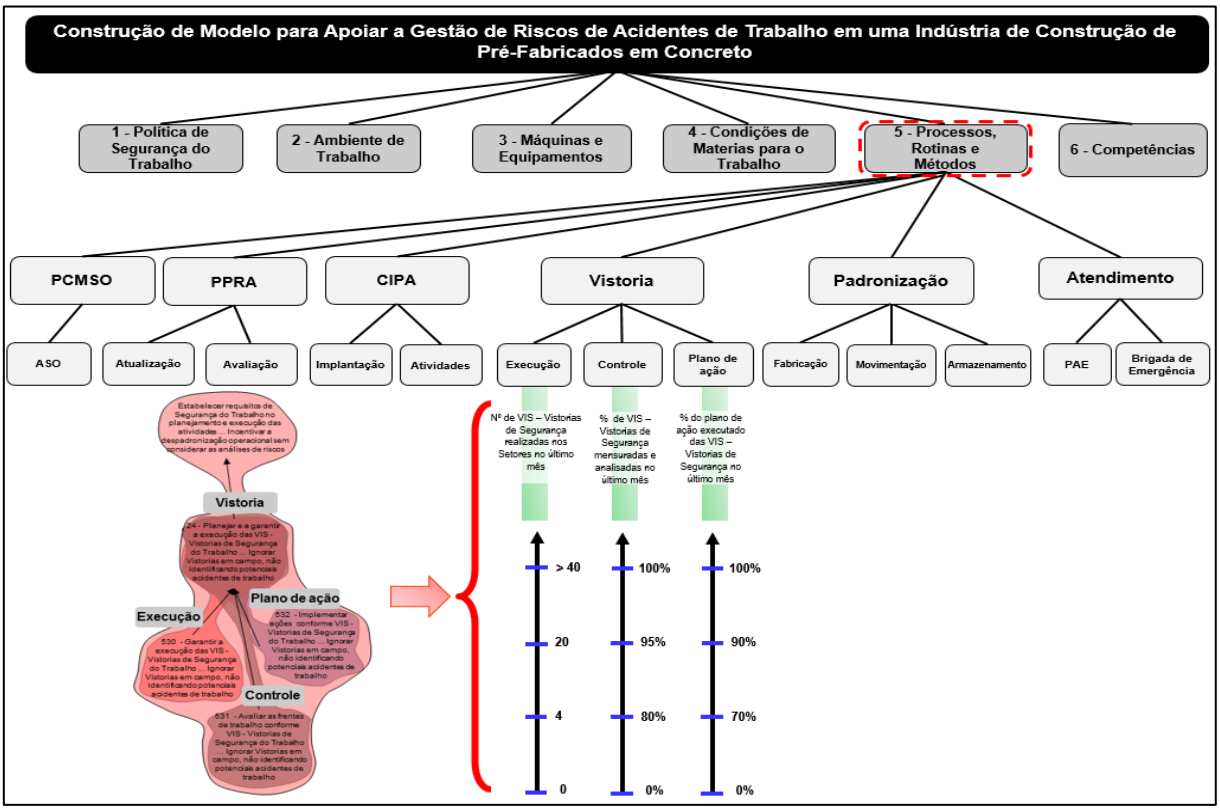
Fonte: Autor (2019).

Figura 168 - Processo de Construção do descritor do PVE – CIPA



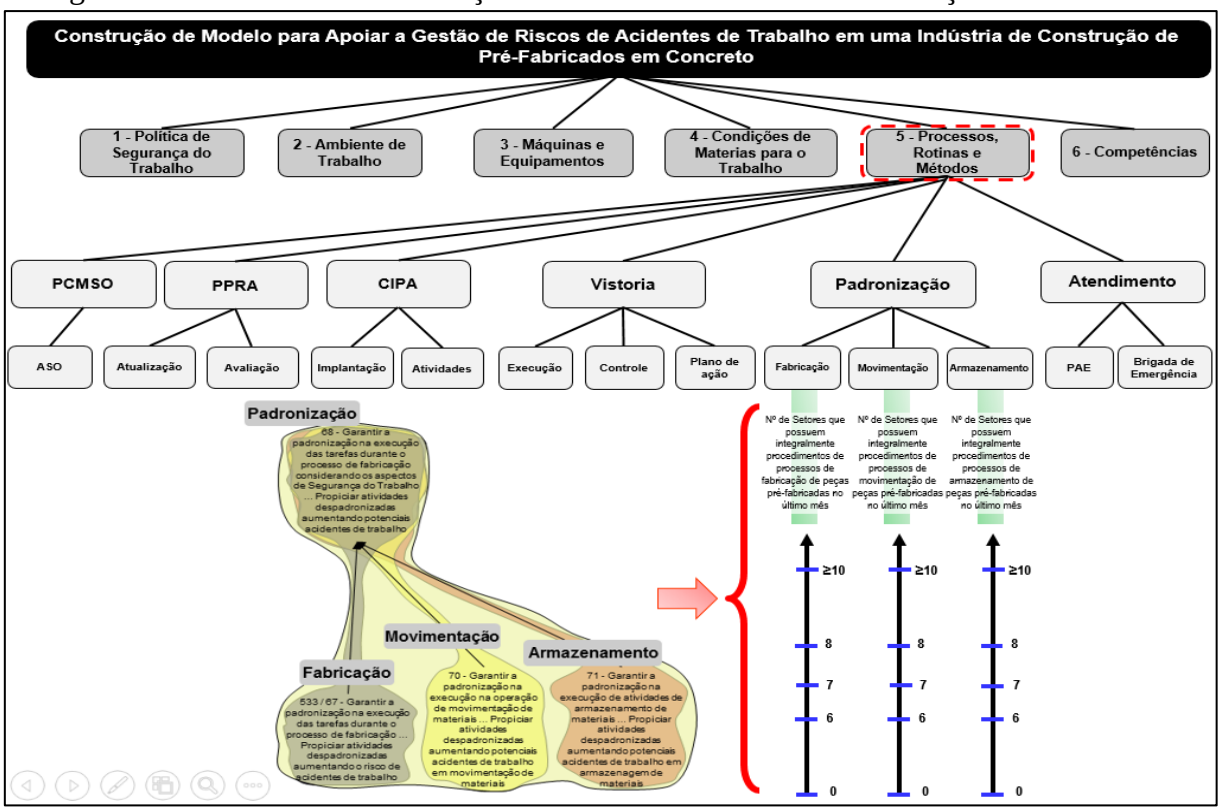
Fonte: Autor (2019).

Figura 169 - Processo de Construção do descritor do PVE – Vistoria



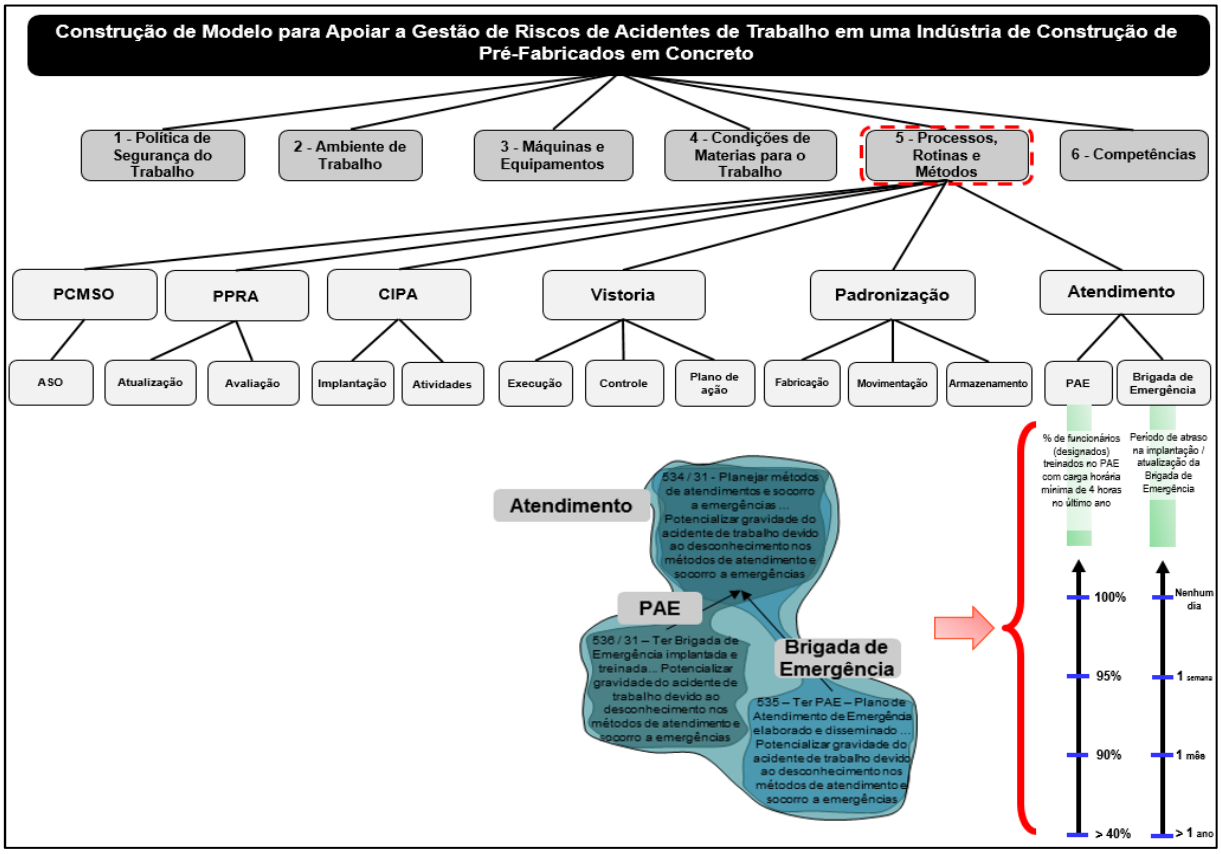
Fonte: Autor (2019).

Figura 170 - Processo de Construção do descritor do PVE – Padronização



Fonte: Autor (2019).

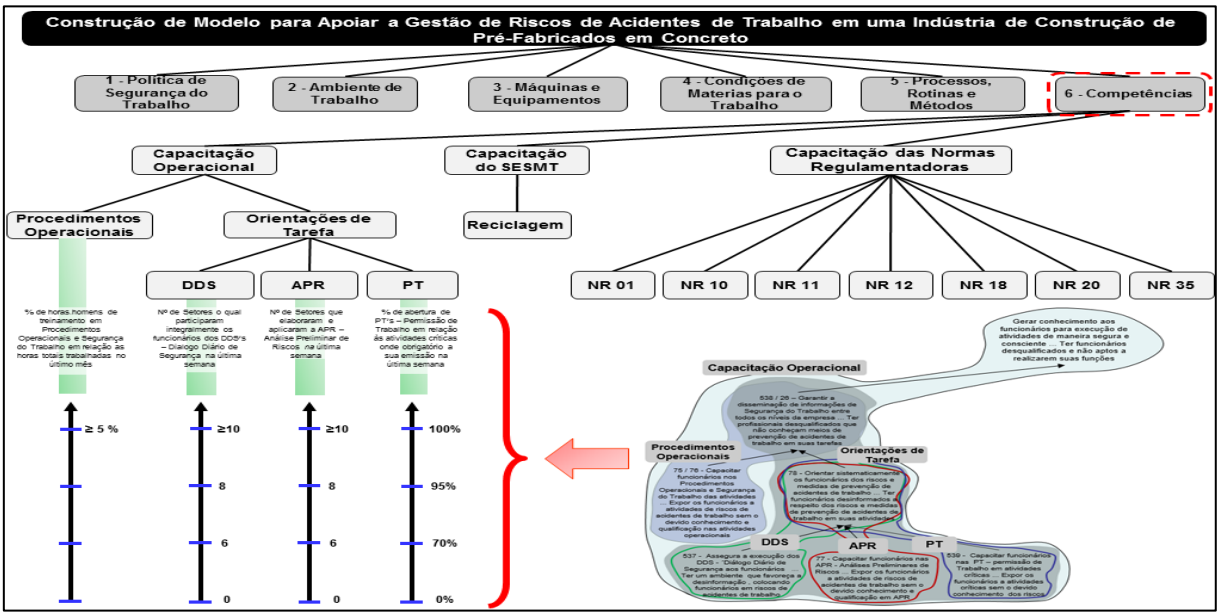
Figura 171 - Processo de Construção do descritor do PVE – Atendimento



Fonte: Autor (2019).

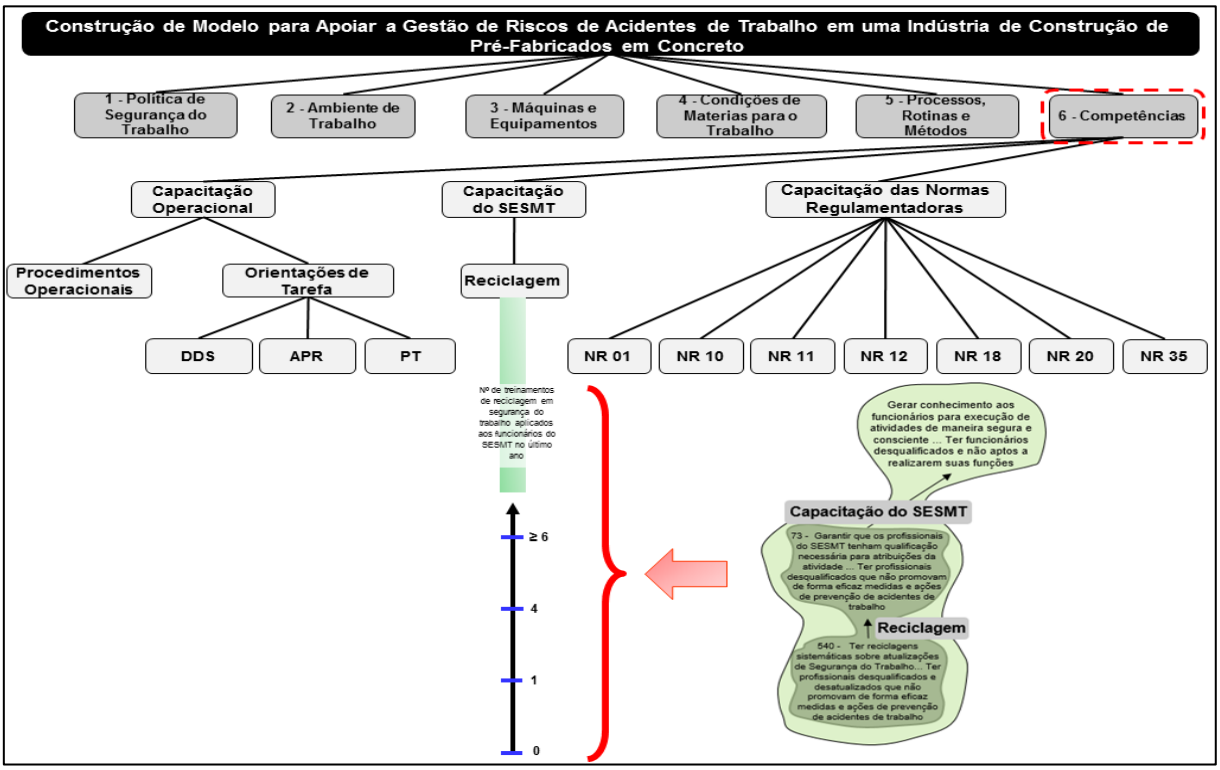
APÊNDICE M – Processo de Construção do Descritor do PV6 – Competências

Figura 172 - Processo de Construção do descritor do PVE – Capacitação Operacional



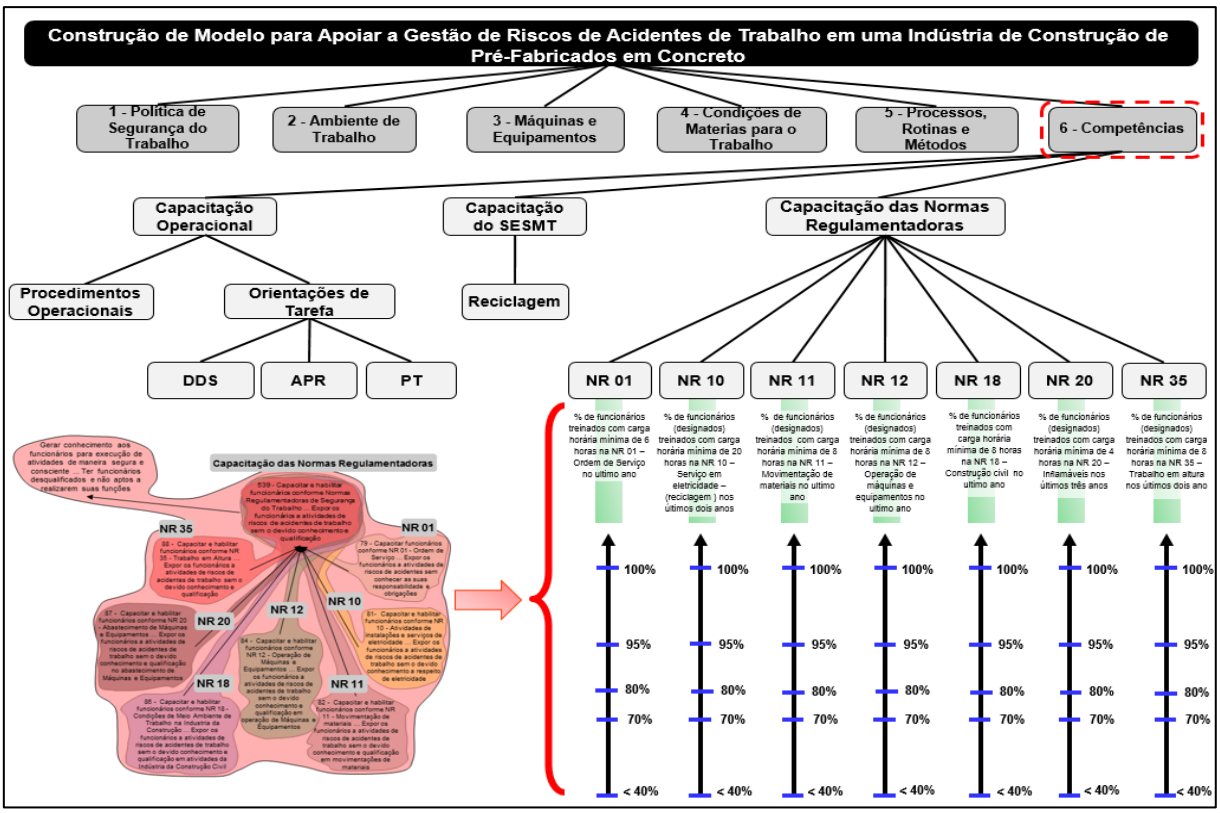
Fonte: Autor (2019).

Figura 173 - Processo de Construção do descritor do PVE – Capacitação do SESMT



Fonte: Autor (2019).

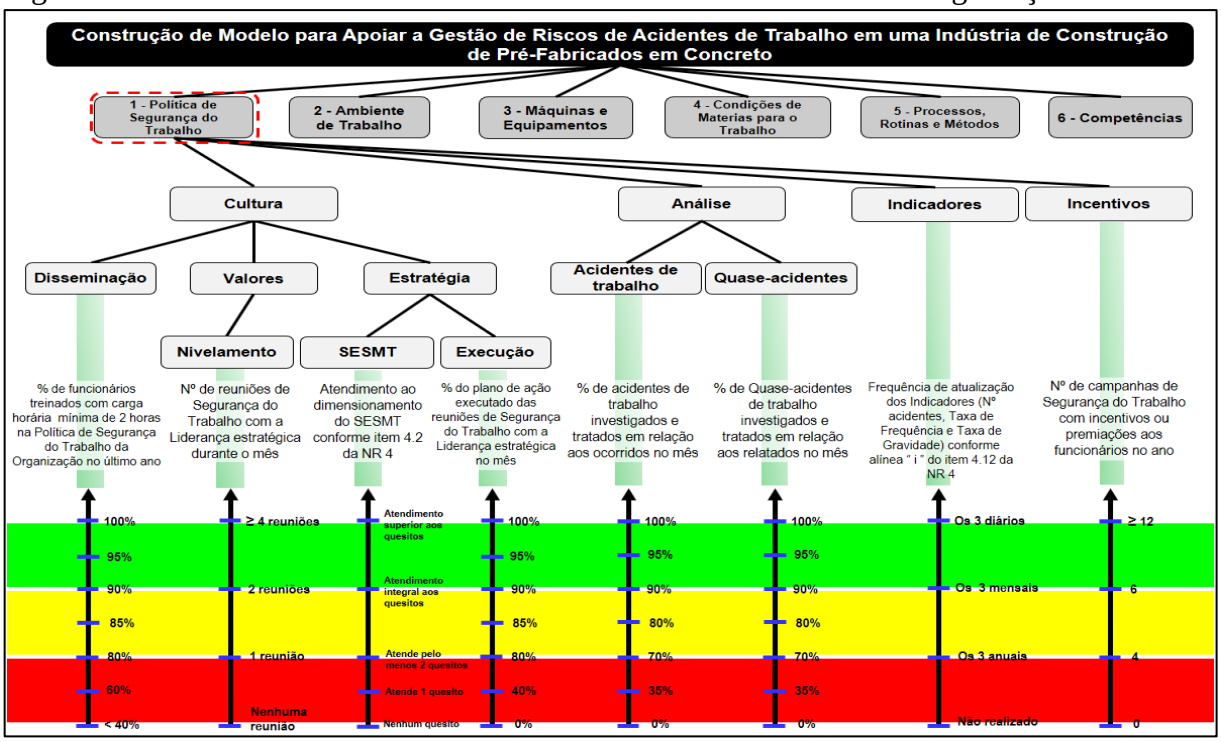
Figura 174 - Processo de Construção do descritor do PVE – Capacitação das Normas Regulamentadoras



Fonte: Autor (2019).

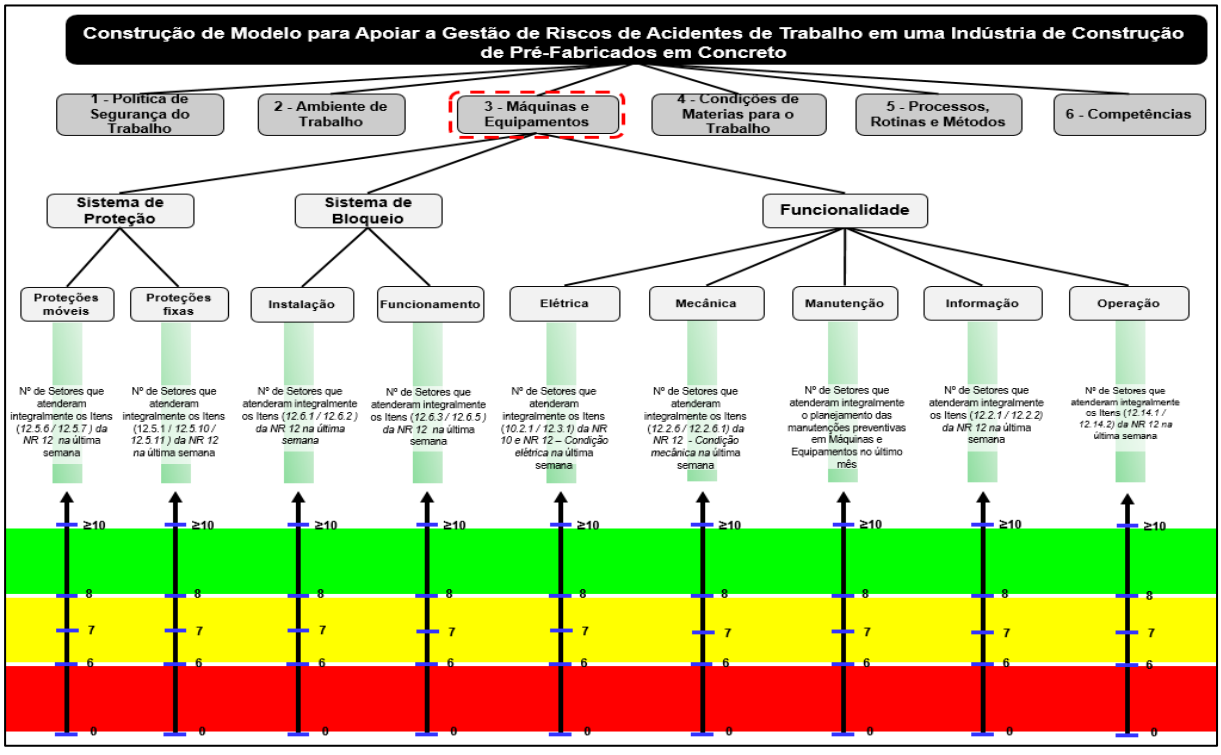
APÊNDICE N – Níveis de Referência dos Descritores dos PVFs

Figura 175 - Níveis de referencia dos descritores do PVF 1 – Política de Segurança do Trabalho



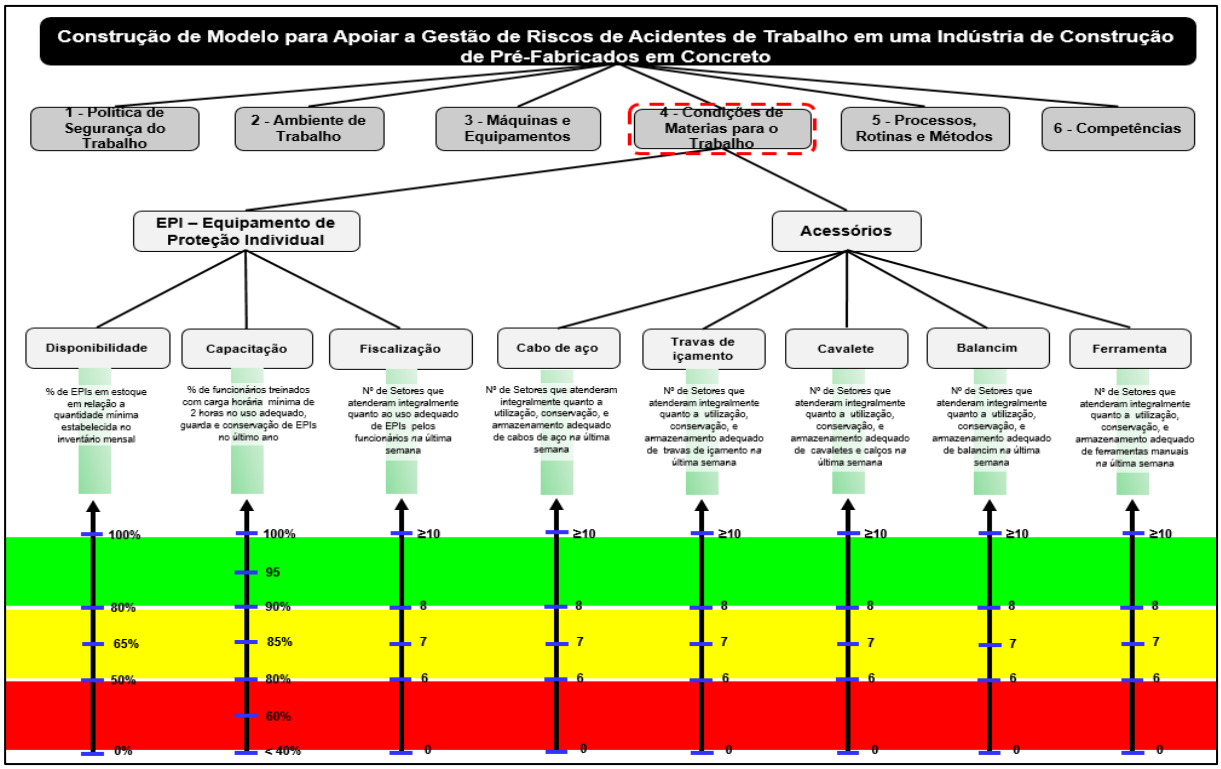
Fonte: Autor (2019).

Figura 176 - Níveis de referência dos descritores do PVF 3 – Máquinas e Equipamentos



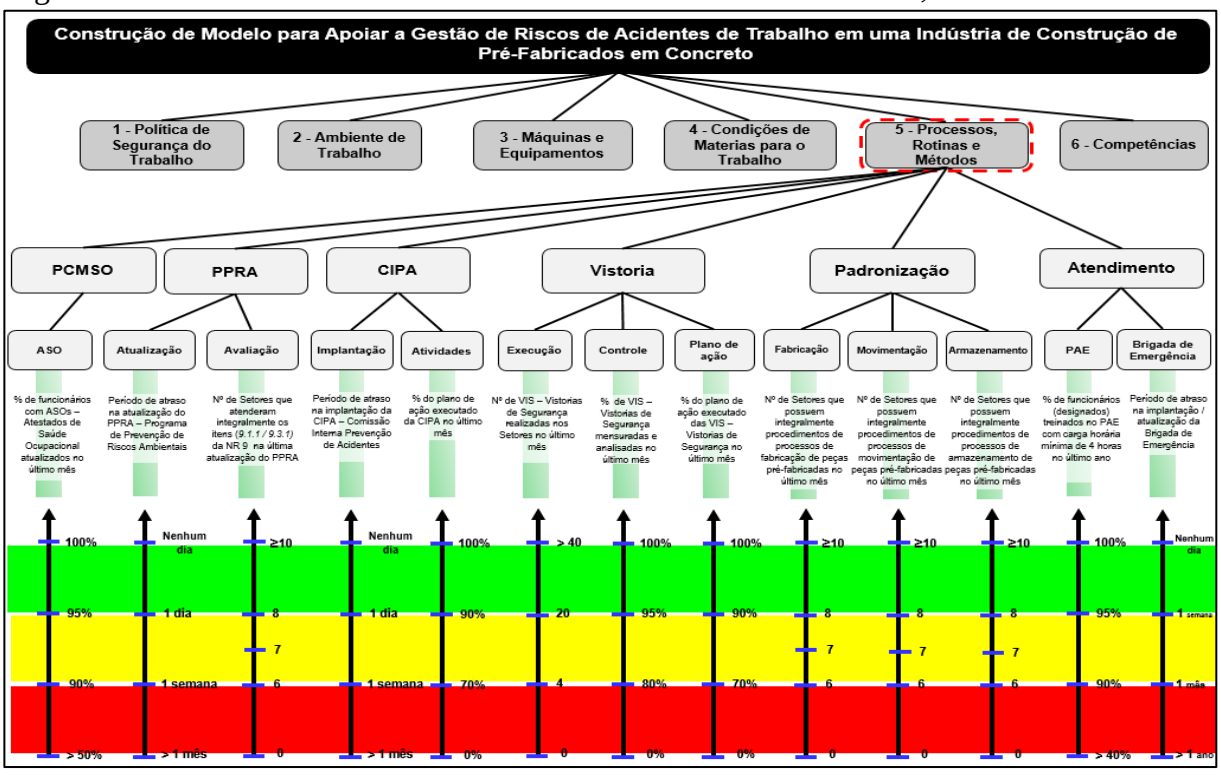
Fonte: Autor (2019).

Figura 177 - Níveis de referência dos descritores do PVF 4 – Condições de Materiais para o Trabalho



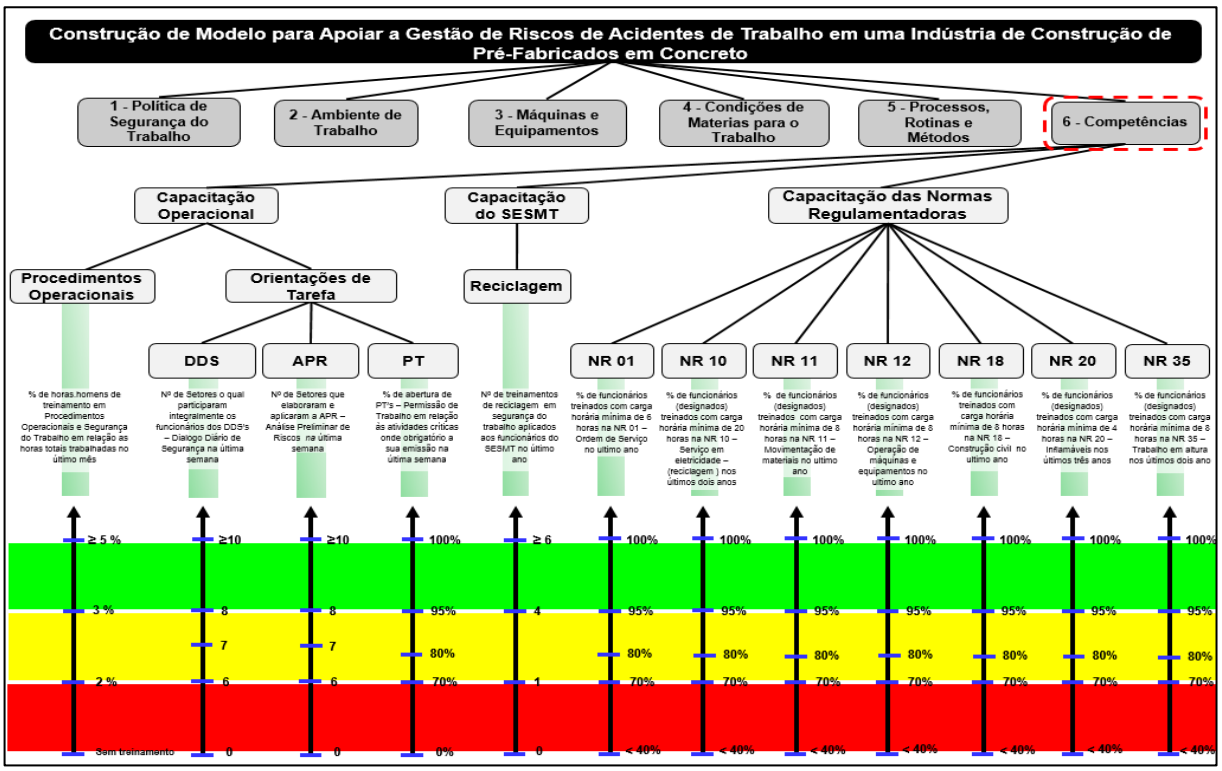
Fonte: Autor (2019).

Figura 178 - Níveis de referência dos descritores do PVF 5 – Processos, Rotinas e Métodos



Fonte: Autor (2019).

Figura 179 - Níveis de referência dos descritores do PVF 6 – Competências



Fonte: Autor (2019).

APÊNDICE O – Processo de construção das funções de valor para os descritores

Figura 180 - Matriz Semântica de Juízo de Valor para os PVEs

Instalação

	> 10	8	7	6	0	Escala actual
> 10	nula	mt. fraca	moderada	forte	extrema	140
8		nula	mt. fraca	moderada	mt. forte	100
7			nula	fraca	forte	65
6				nula	mt. fraca	0
0					nula	-50

extrema | mt. forte | forte | moderada | fraca | mt. fraca | nula

Julgamentos consistentes

Funcionamento

	> 10	8	7	6	0	Escala actual
> 10	nula	mt. fraca	moderada	forte	extrema	140
8		nula	mt. fraca	moderada	mt. forte	100
7			nula	fraca	forte	65
6				nula	mt. fraca	0
0					nula	-50

extrema | mt. forte | forte | moderada | fraca | mt. fraca | nula

Julgamentos consistentes

Elétrica

	> 10	8	7	6	0	Escala actual
> 10	nula	mt. fraca	moderada	moderada	extrema	130
8		nula	mt. fraca	moderada	mt. forte	100
7			nula	fraca	moderada	55
6				nula	mt. fraca	0
0					nula	-45

extrema | mt. forte | forte | moderada | fraca | mt. fraca | nula

Julgamentos consistentes

Mecânica

	> 10	8	7	6	0	Escala actual
> 10	nula	mt. fraca	moderada	moderada	extrema	130
8		nula	mt. fraca	moderada	mt. forte	100
7			nula	fraca	moderada	55
6				nula	mt. fraca	0
0					nula	-45

extrema | mt. forte | forte | moderada | fraca | mt. fraca | nula

Julgamentos consistentes

Disponibilidade

	100%	80%	65%	50%	0%	Escala actual
100%	nula	mt. fraca	fraca	mt. forte	extrema	140
80%		nula	mt. fraca	moderada	extrema	100
65%			nula	fraca	mt. forte	75
50%				nula	mt. fraca	0
0%					nula	-50

extrema | mt. forte | forte | moderada | fraca | mt. fraca | nula

Julgamentos consistentes

Manutenção

	> 10	8	7	6	0	Escala actual
> 10	nula	mt. fraca	moderada	moderada	extrema	130
8		nula	mt. fraca	moderada	mt. forte	100
7			nula	fraca	moderada	55
6				nula	mt. fraca	0
0					nula	-45

extrema | mt. forte | forte | moderada | fraca | mt. fraca | nula

Julgamentos consistentes

Informação

	> 10	8	7	6	0	Escala actual
> 10	nula	mt. fraca	moderada	moderada	extrema	130
8		nula	mt. fraca	moderada	mt. forte	100
7			nula	fraca	moderada	55
6				nula	mt. fraca	0
0					nula	-45

extrema | mt. forte | forte | moderada | fraca | mt. fraca | nula

Julgamentos consistentes

Operação

	> 10	8	7	6	0	Escala actual
> 10	nula	mt. fraca	moderada	moderada	extrema	130
8		nula	mt. fraca	moderada	mt. forte	100
7			nula	fraca	moderada	55
6				nula	mt. fraca	0
0					nula	-45

extrema | mt. forte | forte | moderada | fraca | mt. fraca | nula

Julgamentos consistentes

Capacitação

	100%	95%	90%	85%	80%	60%	<40%	Escala actual
100%	nula	mt. fraca	fraca	moderada	forte	mt. forte	extrema	145
95%		nula	mt. fraca	moderada	forte	forte	extrema	120
90%			nula	fraca	forte	forte	mt. forte	100
85%				nula	fraca	moderada	moderada	48
80%					nula	mt. fraca	fraca	0
60%						nula	mt. fraca	-15
<40%							nula	-50

extrema | mt. forte | forte | moderada | fraca | mt. fraca | nula

Julgamentos consistentes

Fiscalização

	> 10	8	7	6	0	Escala actual
> 10	nula	mt. fraca	fraca	forte	extrema	140
8		nula	mt. fraca	moderada	mt. forte	100
7			nula	fraca	forte	75
6				nula	mt. fraca	0
0					nula	-50

extrema | mt. forte | forte | moderada | fraca | mt. fraca | nula

Julgamentos consistentes

Cabo de aço

	> 10	8	7	6	0	Escala actual
> 10	nula	mt. fraca	moderada	forte	extrema	130
8		nula	mt. fraca	moderada	mt. forte	100
7			nula	moderada	forte	60
6				nula	moderada	0
0					nula	-50

extrema | mt. forte | forte | moderada | fraca | mt. fraca | nula

Julgamentos consistentes

Travas de Içamento

	> 10	8	7	6	0	Escala actual
> 10	nula	mt. fraca	moderada	forte	extrema	130
8		nula	mt. fraca	moderada	mt. forte	100
7			nula	moderada	forte	60
6				nula	moderada	0
0					nula	-50

extrema | mt. forte | forte | moderada | fraca | mt. fraca | nula

Julgamentos consistentes

Cavalete

	> 10	8	7	6	0	Escala actual
> 10	nula	mt. fraca	moderada	forte	extrema	130
8		nula	mt. fraca	moderada	mt. forte	100
7			nula	moderada	forte	60
6				nula	moderada	0
0					nula	-50

extrema | mt. forte | forte | moderada | fraca | mt. fraca | nula

Julgamentos consistentes

Balancim

	> 10	8	7	6	0	Escala actual
> 10	nula	mt. fraca	moderada	forte	extrema	130
8		nula	mt. fraca	moderada	mt. forte	100
7			nula	moderada	forte	60
6				nula	moderada	0
0					nula	-50

extrema | mt. forte | forte | moderada | fraca | mt. fraca | nula

Julgamentos consistentes

Ferramenta

	> 10	8	7	6	0	Escala actual
> 10	nula	mt. fraca	moderada	forte	extrema	130
8		nula	mt. fraca	moderada	mt. forte	100
7			nula	moderada	forte	60
6				nula	moderada	0
0					nula	-50

extrema | mt. forte | forte | moderada | fraca | mt. fraca | nula

Julgamentos consistentes

ASO

	100%	95%	90%	<50%	Escala actual
100%	nula	mt. fraca	forte	extrema	145
95%		nula	forte	mt. forte	100
90%			nula	fraca	0
<50%				nula	-50

extrema | mt. forte | forte | moderada | fraca | mt. fraca | nula

Julgamentos consistentes

Atualização

	Nenhum dia	1 dia	1 semana	>1 mês	Escala actual
Nenhum dia	nula	mt. fraca	forte	extrema	140
1 dia		nula	moderada	mt. forte	100
1 semana			nula	fraca	0
>1 mês				nula	-50

extrema | mt. forte | forte | moderada | fraca | mt. fraca | nula

Julgamentos consistentes

Avaliação

	>10	8	7	6	0	Escala actual
>10	nula	mt. fraca	fraca	forte	extrema	120
8		nula	fraca	forte	mt. forte	100
7			nula	fraca	mt. forte	75
6				nula	fraca	0
0					nula	-50

extrema | mt. forte | forte | moderada | fraca | mt. fraca | nula

Julgamentos consistentes

Implantação

	Nenhum dia	1 dia	1 semana	>1 mês	Escala actual
Nenhum dia	nula	mt. fraca	forte	extrema	140
1 dia		nula	moderada	mt. forte	100
1 semana			nula	fraca	0
>1 mês				nula	-50

extrema | mt. forte | forte | moderada | fraca | mt. fraca | nula

Julgamentos consistentes

Atividades

	100%	90%	70%	0%	Escala actual
100%	nula	mt. fraca	moderada	extrema	140
90%		nula	moderada	mt. forte	100
70%			nula	fraca	0
0%				nula	-50

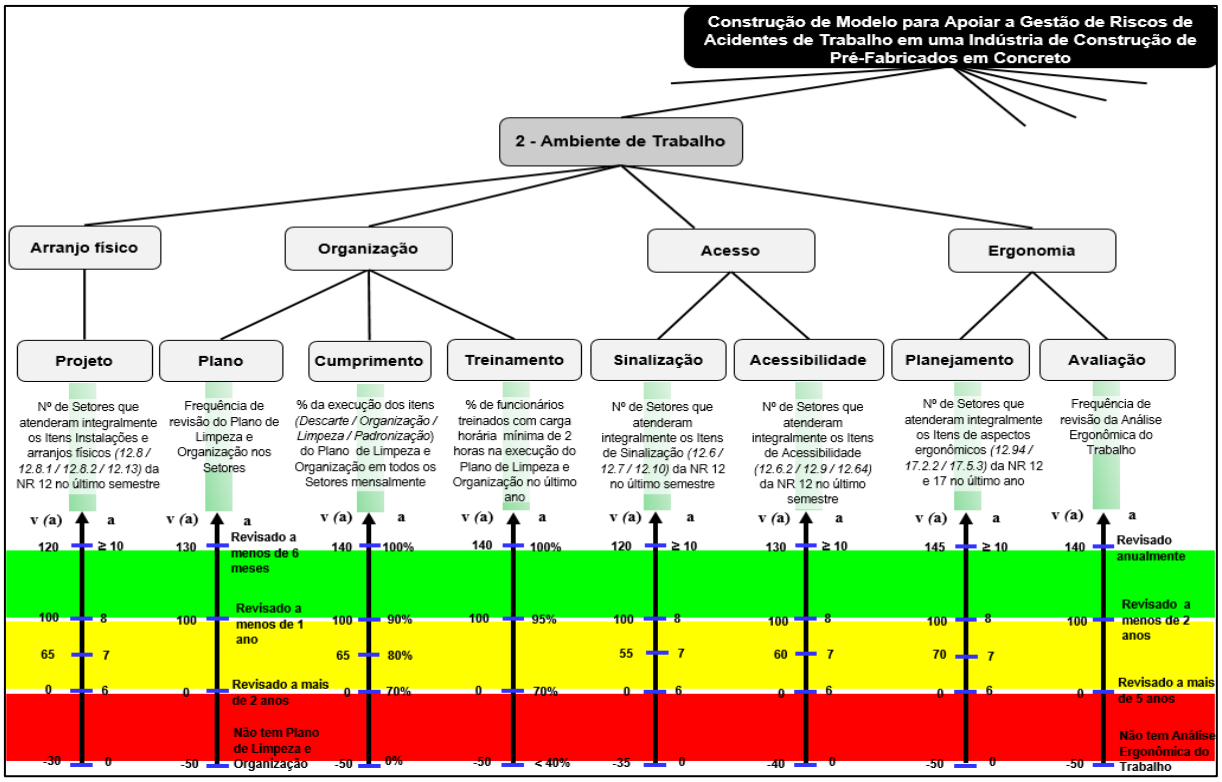
extrema | mt. forte | forte | moderada | fraca | mt. fraca | nula

Julgamentos consistentes

Fonte: Autor (2020).

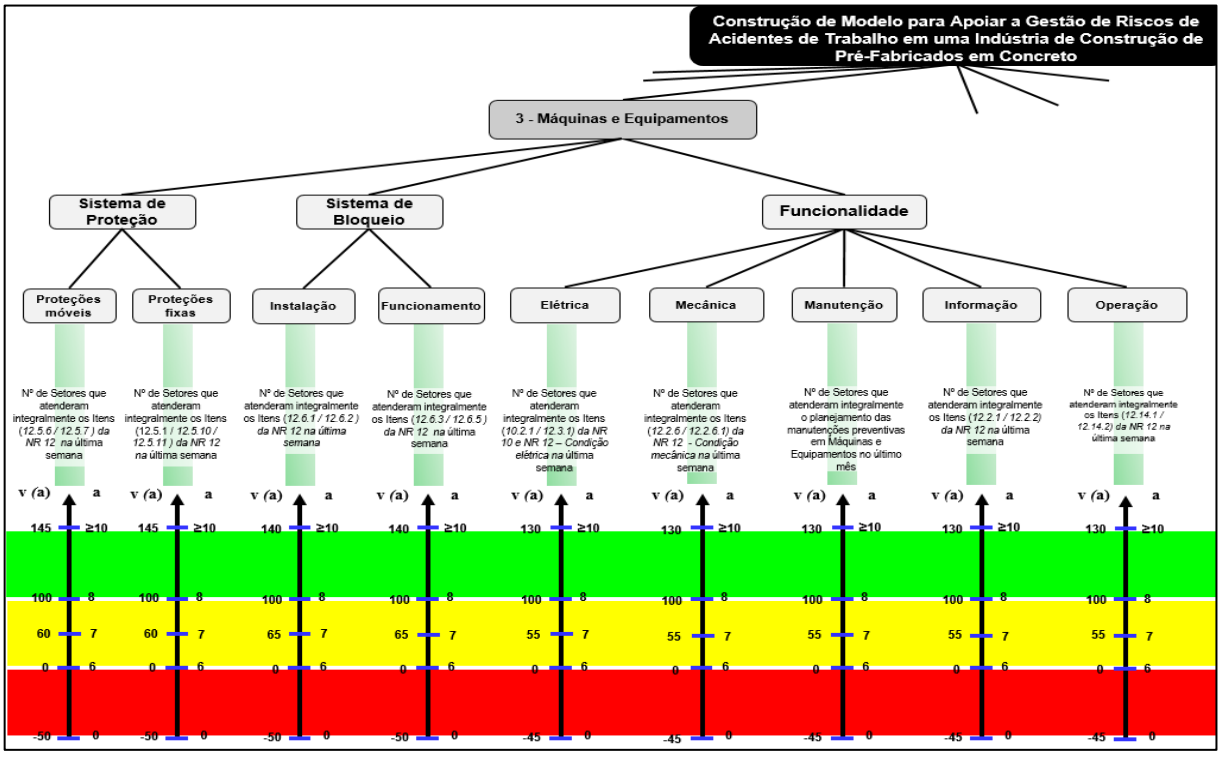
APÊNDICE P – Estrutura Hierárquica de Valor com as escalas ordinais e cardinais

Figura 181 - EHV com as escalas ordinais e cardinais para o PVE 2 – Ambiente de Trabalho



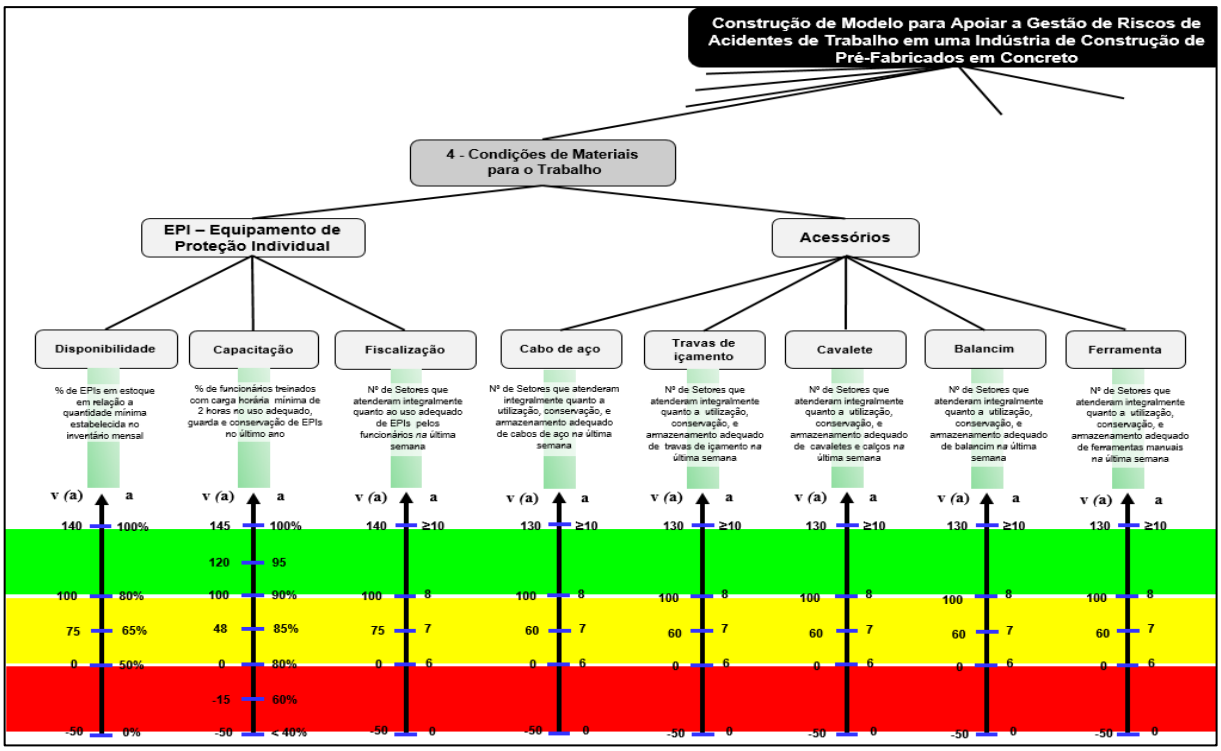
Fonte: Autor (2020).

Figura 182 - EHV com as escalas ordinais e cardinais para o PVE 3 – Máquinas e Equipamentos



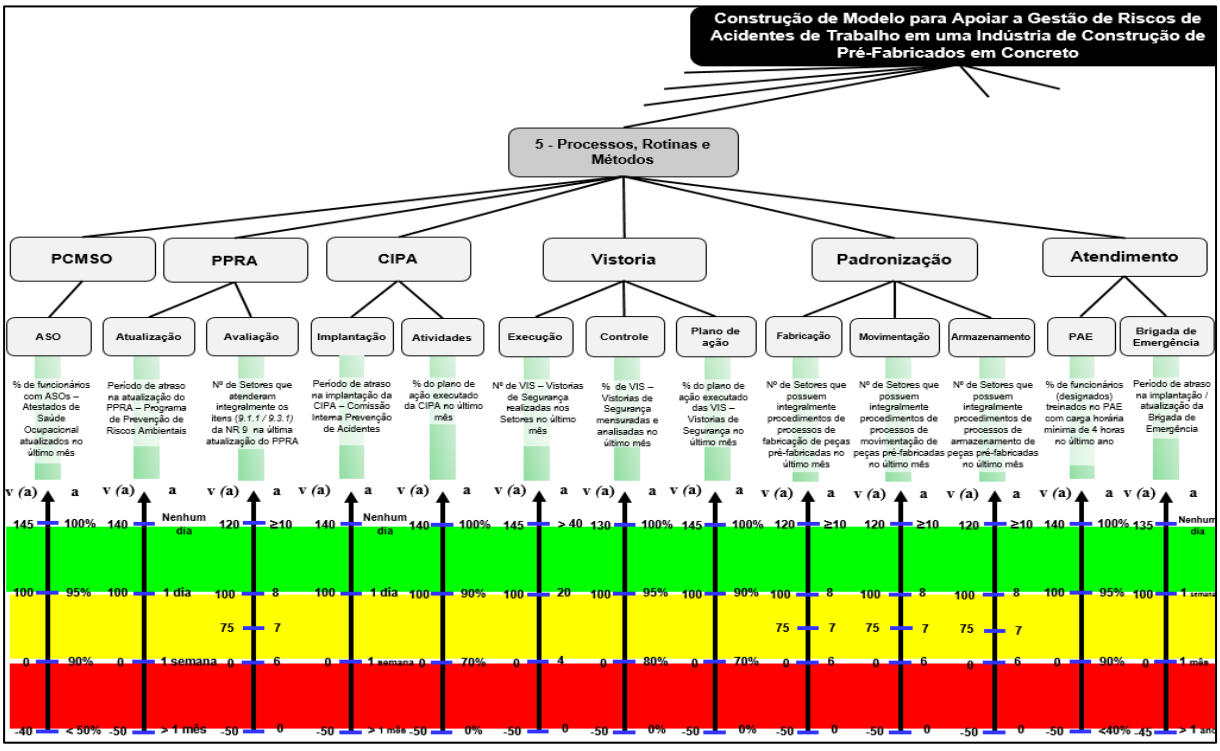
Fonte: Autor (2020)

Figura 183 - EHV com as escalas ordinais e cardinais para o PVE 4 – Condições de Materiais para o Trabalho



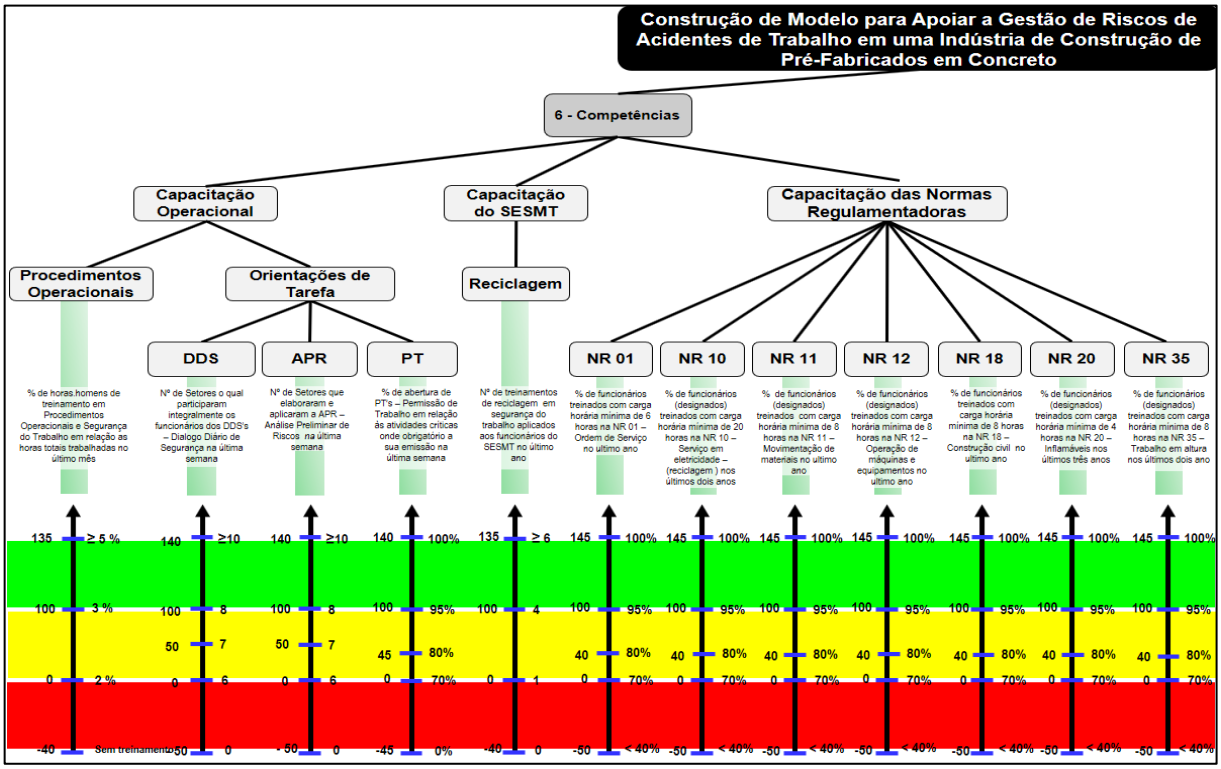
Fonte: Autor (2020).

Figura 184 - EHV com as escalas ordinais e cardinais para o PVE 5 – Processos, Rotinas e Métodos



Fonte: Autor (2020).

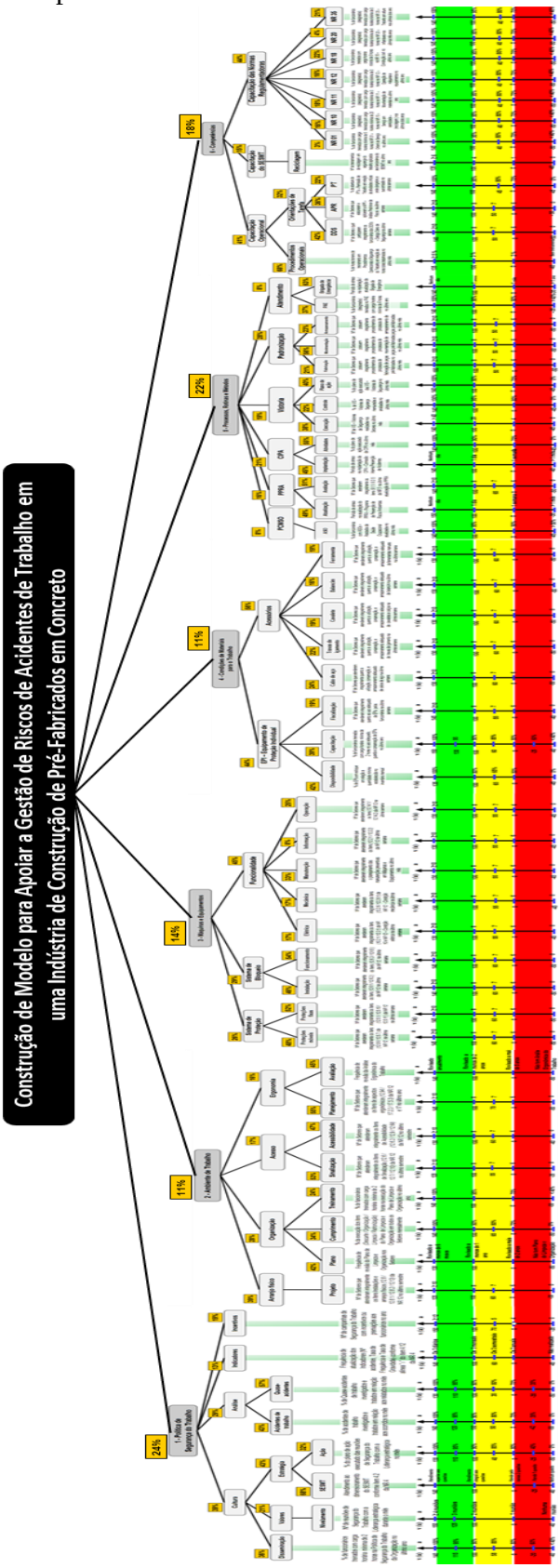
Figura 185 - EHV com as escalas ordinais e cardinais para o PVE 6 – Competências



Fonte: Autor (2020).

APÊNDICE Q – Ilustração do modelo completo

Figura 186 – Modelo completo



Fonte: Autor (2020).