



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CAMPUS CENTRO TECNOLÓGICO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA E GESTÃO DO  
CONHECIMENTO

Rudger Nowasky do Nascimento Taxweiler

***Framework* de Ciência de Dados e Engenharia do Conhecimento para Apoio à Gestão do  
Capital *Alumni* em Programas de Pós-Graduação**

Florianópolis  
2023

Rudger Nowasky do Nascimento Taxweiler

***Framework* de Ciência de Dados e Engenharia do Conhecimento para Apoio à Gestão do  
Capital *Alumni* em Programas de Pós-Graduação**

Tese submetida ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento da Universidade Federal de Santa Catarina para a obtenção do título de Doutor em Engenharia e Gestão do Conhecimento.

Orientador: Denilson Sell, Dr.

Coorientador: Roberto Carlos dos Santos Pacheco, Dr.

Florianópolis

2023

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,  
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Taxweiler, Rudger Nowasky do Nascimento  
Framework de Ciência de Dados e Engenharia do  
Conhecimento para Apoio à Gestão do Capital Alumni em  
Programas de Pós-Graduação / Rudger Nowasky do Nascimento  
Taxweiler ; orientador, Denilson Sell, coorientador,  
Roberto Carlos dos Santos Pacheco, 2023.  
354 p.

Tese (doutorado) - Universidade Federal de Santa  
Catarina, Centro Tecnológico, Programa de Pós-Graduação em  
Engenharia e Gestão do Conhecimento, Florianópolis, 2023.

Inclui referências.

1. Engenharia e Gestão do Conhecimento. 2. Capital  
Alumni. 3. Capital Intelectual. 4. Ciência de Dados. 5.  
Engenharia do Conhecimento. I. Sell, Denilson. II.  
Pacheco, Roberto Carlos dos Santos. III. Universidade  
Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em  
Engenharia e Gestão do Conhecimento. IV. Título.

Rudger Nowasky do Nascimento Taxweiler

***Framework* de Ciência de Dados e Engenharia do Conhecimento para Apoio à Gestão do  
Capital *Alumni* em Programas de Pós-Graduação**

O presente trabalho em nível de doutorado foi avaliado e aprovado por banca  
examinadora composta pelos seguintes membros:

Professora Florinda Maria Carreira Neto Matos, Dra.  
ISCTE Business School

Professor Valdir Fernandes, Dr.  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Professor José Leomar Todesco, Dr.  
Universidade Federal de Santa Catarina

Professor Alexandre Leopoldo Gonçalves, Dr.  
Universidade Federal de Santa Catarina

Certificamos que esta é a **versão original e final** do trabalho de conclusão que foi  
julgado adequado para obtenção do título de doutor em Engenharia e Gestão do  
Conhecimento.

---

Professor Roberto Carlos dos Santos Pacheco, Dr.  
Coordenação do Programa de Pós-Graduação

---

Professor Denilson Sell, Dr.  
Orientador

Florianópolis, 2023.

Este trabalho é dedicado aos meus professores e mestres, aos meus amigos, aos meus pais e irmãs, e, em especial, à minha linda família, Natália e Sara.

## AGRADECIMENTOS

Durante o desenvolvimento desta tese, foi necessário um grande empenho e dedicação. Reconheço que esse trabalho não seria possível sem a participação direta ou indireta de várias pessoas. Então, gostaria de expressar meus sinceros agradecimentos a todos que colaboraram para a realização desta tese. Esse apoio foi essencial e fez toda a diferença ao longo dessa jornada acadêmica.

Primeiramente, agradeço à minha esposa, Natália Roth, pelo incentivo, ajuda, atenção e paciência. Também agradeço sua dedicação e amor à Sara, que nasceu no mesmo ano em que iniciei o doutorado. Foram anos intensos de pesquisa e aprendizado, como doutorando e pai, que exigiram companheirismo e crescimento conjunto. Quero agradecer à minha pequena Sara Roth Taxweiler pelo carinho e compreensão, mesmo sem os seus momentos de “sapequices” com o papai.

Ao meu amigo e orientador, Professor Denilson Sell, fundamental em todo o processo. Obrigado por suas gentis palavras de incentivo e orientação durante o doutorado e, em especial, durante a elaboração desta pesquisa. Obrigado pelas várias conversas que tivemos, nos momentos de incerteza, nos momentos de descobertas e nos momentos de orgulho pelo trabalho realizado. Você é um exemplo de orientação. Agradeço também ao Professor Roberto Pacheco, amigo e coorientador, que sempre incentivou esta pesquisa e trouxe diversas contribuições ao longo da elaboração da tese, inclusive por incentivar o estudo sobre o *Capital Alumni*.

Aos membros da banca, Professora Florinda Matos e Professores José Todesco, Alexandre Gonçalves e Valdir Fernandes. Suas contribuições foram muito valiosas para se chegar a esta versão final da tese. Posso dizer que repensei vários conceitos, inclusive minha visão de mundo, com as provocações feitas durante a banca de qualificação.

Aos meus pais, Elzira e Salvador, pelo apoio durante a realização desta pesquisa. Os momentos com a Sara e com a Natália foram fundamentais e possibilitaram minha dedicação nesta tese. Às minhas irmãs, Maxine e Charlline, por entenderem minha ausência e sempre incentivarem meus estudos.

Ao meu amigo de longa data, Jaison Probst, pelos incentivos durante a conclusão desta pesquisa. Foram várias noites e fins de semana dividindo o mesmo espaço de pesquisa. Obrigado pelas conversas e pelas risadas ao longo desses vários anos. Também aos amigos Alexssandro Machado e Rodrigo do Amaral.

Aos meus amigos da Tekis, Fernando Borges, Marcos Marchezan, Felipe Mayer e Ricardo Pires, pelo apoio durante a escrita desta tese, também pelas várias conversas que direcionaram a pesquisa. Agradeço as contribuições do Fernando Borges, com sugestões e ideias de pesquisa, e ao Ricardo Pires pelo apoio na criação de uma versão do Stela Experta. Também agradeço aos amigos do Instituto Stela, Márcia dos Passos, que realizou a coleta dos dados do PPG de Administração, Sandra Regina, que revisou o texto desta tese, e Alexandre Marques e Priscila Rodrigues.

À Tekis, por permitir a continuação dos meus estudos e por incentivar minha pesquisa, também por permitir o uso do Stela Experta em meus experimentos. Ao Instituto Stela, por incentivar a qualificação das pessoas, criando um espaço de pesquisa e desenvolvimento, e por permitir conhecer várias pessoas especiais ao longo desses quase 20 anos, inclusive minha esposa.

Aos colegas e amigos do EGC, e aqueles que dividiram seu tempo comigo na Comissão da Sucupira. Obrigado a Adenilson Perin, Cassiana Pottmaier, Cleunisse Canto, Daniela Massad, Denise Bezerra, Gabriel Vieira, Gladys Prado, Grazieli Izidorio, Kedma Duarte, Luiz Spillere, Marcelo Otowicz, Marcio Cledes, Mariana Mezzaroba, Mariangela Poleza, Micheline Krause e Robson Duda. Em especial, quero agradecer ao Robson pela colaboração no desenvolvimento, e à minha amiga Gladys, que foi uma parceira incrível e coordenou brilhantemente as atividades da Sucupira. Gladys, obrigado pelas valiosas conversas.

Por fim, à UFSC e ao EGC, por proporcionarem um ensino de qualidade. Foi uma honra ser formado nesse programa incrível e renomado. Agora faço parte do seu *Capital Alumni* com orgulho. Obrigado aos brasileiros que tornaram esse sonho possível com seus preciosos impostos.

“Não é minha intenção surpreender ou chocar vocês[...]. Mas o jeito mais simples que eu posso resumir isso é dizer que, agora, existem no mundo máquinas que pensam, que aprendem e que criam. Além disso, a habilidade delas de fazer essas coisas vai aumentar rápido, até que - num futuro visível - a variedade de problemas de que podem dar conta será coextensiva com a variedade para a qual a mente humana tem sido aplicada.”

(Herbert Simon, 1958)

TAXWEILER, R. N. do N. *Framework de Ciência de Dados e Engenharia do Conhecimento para Apoio à Gestão do Capital Alumni em Programas de Pós-Graduação*. 2023. 354 f. Tese (Doutorado em Engenharia e Gestão do Conhecimento) - Programa de Pós-graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento, Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2023.

## RESUMO

A ciência brasileira está fortemente ligada à sua pós-graduação. A nação possui um extenso sistema de pesquisa e ensino que foi moldado por iniciativas de políticas públicas ao longo de várias décadas. Segundo os dados da Plataforma Sucupira, o Sistema Nacional de Pós-Graduação (SNPG) resultante dessas políticas públicas, reconhecido nacional e internacionalmente, conta com 4.571 Programas de Pós-Graduação (PPGs) em funcionamento em mais de 500 Instituições de Ensino Superior (IES). Em 2020, a CAPES, entidade reguladora do SNPG, introduziu novos critérios de avaliação sobre informações de egressos. Os egressos são vistos como uma conexão permanente com a sociedade e refletem o impacto social de sua formação. Assim, os PPGs buscaram se instrumentalizar com informações sobre seus egressos a fim de obter um melhor resultado em seus planejamentos estratégicos e em suas avaliações. Dessa forma, esta pesquisa objetivou identificar contribuições na construção de um artefato para explorar os dados e o conhecimento sobre os egressos a partir das teorias do Capital Intelectual, da Ciência de Dados e da Engenharia do Conhecimento. Utilizando a metodologia *Design Science Research* (DSR), esta pesquisa se aprofundou em trabalhos bibliográficos e empíricos, por meio de uma revisão integrativa da literatura, para identificar os requisitos do *framework*. Com base nesses requisitos, foram realizadas as etapas da DSR para a construção do *framework* proposto, com a definição do artefato e seus objetivos, projeto e desenvolvimento, e, por fim, com a demonstração e avaliação em um programa de pós-graduação. O *framework* resultante desta pesquisa orienta o processo de demandas analíticas para exploração dos ativos intangíveis relacionados aos egressos de PPGs. O primeiro elemento trata a gestão do Capital Intelectual em IES para identificar e mensurar os ativos intangíveis relacionados aos egressos. O segundo elemento se utiliza das técnicas de *Business Intelligence* para a geração de relatórios e painéis com análises descritivas. Por meio da Ciência de Dados, apresenta-se o terceiro elemento, que contribui para a geração de análises preditivas. E como último elemento do *framework* proposto, utiliza-se a Engenharia do Conhecimento para a construção de análises prescritivas. Apesar da existência de uma literatura abundante sobre ferramentas para gerir egressos e o Capital Intelectual em IES, há uma carência de artefatos especializados de Ciência de Dados e Engenharia do Conhecimento para a gestão e monitoramento do Capital *Alumni* em PPGs com análises descritivas, preditivas e prescritivas. Portanto, o *framework* proposto tem o potencial de auxiliar esses PPGs em suas demandas analíticas para um melhor resultado em suas avaliações. Além disso, os dados e os conhecimentos sobre o Capital *Alumni* desses programas possibilitam um melhor planejamento estratégico de suas ações.

**Palavras-chave:** Capital *Alumni*. Capital Intelectual. Ciência de Dados. Engenharia do Conhecimento.

## ABSTRACT

The Brazilian science is strongly linked to its postgraduate system. The nation has an extensive research and education system that has been shaped by public policy initiatives over several decades. According to data from the Sucupira Platform, the National Postgraduate System (SNPG), resulting from these public policies and recognized nationally and internationally, has 4,571 postgraduate programs in operation at more than 500 Institutions of Higher Education (HEIs). In 2020, the CAPES, postgraduate regulatory entity, introduced new evaluation criteria on former graduate students information. The alumni are perceived as a permanent connection to society and reflect the social impact of their education. Thus, the postgraduate programs sought to gather information about their former students for better results in their strategic plannings as well as their evaluations. Hence, this research aimed to identify contributions to the construction of an artifact to explore data and knowledge about alumni based on the theories of Intellectual Capital, Data Science, and Knowledge Engineering. Using the Design Science Research (DSR) methodology, this research focused into bibliographic and empirical studies through an integrative literature review to identify the framework's requirements. Based on these requirements, the stages of DSR were carried out for the construction of the proposed framework, including the definition of the artifact and its objectives, design and development, and finally, demonstration and evaluation in a postgraduate program. The framework resulting from this research guides the process of analytical demands for exploring the intangible assets related to postgraduate programs former students. The first element addresses the management of Intellectual Capital in HEIs to identify and measure their intangible assets related to the alumni. The second element relies on Business Intelligence techniques for generating reports and dashboards with descriptive analyses. Through Data Science, the third element contributes to the generation of predictive analyses. And as the last element of the proposed framework, Knowledge Engineering is used for the construction of prescriptive analyses. Although there is extensive literature on tools for alumni management and the management of Intellectual Capital in HEIs, there is a lack of specialized Data Science and Knowledge Engineering artifacts for managing and monitoring Alumni Capital in postgraduate programs with descriptive, predictive, and prescriptive analyses. Therefore, the proposed framework has the potential to assist these postgraduate programs in their analytical demands for better results in their evaluations. Moreover, the data and knowledge about the Alumni Capital of these postgraduate programs enable better strategic planning of their actions.

**Palavras-chave:** Alumni Capital. Intellectual Capital. Data Science. Knowledge Engineering.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Autores mais citados sobre trabalhos de CI no JIC.....	32
Figura 2 – Palavras-chave mais citadas nos trabalhos publicados no JIC.....	33
Figura 3 – Elementos do CI mais citados em artigos .....	34
Figura 4 – Evolução de documentos na base Scopus sobre Ciência de Dados .....	40
Figura 5 – Conjunto de teorias para suporte da Ciência de Dados.....	41
Figura 6 –Tipos de análise e Business Analytics .....	45
Figura 7 – Evolução do Suporte à Decisão, <i>Business Intelligence</i> e <i>Analytics</i> .....	46
Figura 8 – História da Mineração de Dados .....	52
Figura 9 – Avaliação e classificação da personalidade dos cientistas de dados.....	57
Figura 10 – Processo de KDD .....	64
Figura 11 – Fases da metodologia CRISP-DM .....	65
Figura 12 – Ciclo de vida da metodologia TDSP .....	68
Figura 13 – Evolução de documentos na base Scopus sobre CD e EC .....	70
Figura 14 – Combinação de dados e conhecimento na Ciência de Dados .....	73
Figura 15 – Abordagem geral para a construção de sistemas inteligentes .....	74
Figura 16 – Usabilidade de diferentes métodos para Engenharia do Conhecimento .....	75
Figura 17 – Posicionamento do Capital <i>Alumni</i> no Capital Intelectual.....	90
Figura 18 – Esquema de condução da <i>Design Science Research</i> .....	106
Figura 19 – DSRM – Modelo do processo .....	108
Figura 20 – Framework de contribuição de conhecimento em DSR.....	115
Figura 21 – <i>Framework</i> conceitual de DSR (ambiente e conhecimento).....	117
Figura 22 – Resultado da busca da revisão integrativa na Scopus, WoS e BDTD .....	135
Figura 23 – Processo para seleção de estudos da revisão integrativa.....	136
Figura 24 – Análise da correção dos termos a partir de títulos e resumos .....	137
Figura 25 – Projeto e desenvolvimento do <i>framework</i> proposto com relação à DSR.....	147
Figura 26 – Combinação do modelo de CI em IES e a metodologia TDSP .....	148
Figura 27 – Visão do ambiente do <i>framework</i> proposto e fluxo de formação em um PPG...	155
Figura 28 – Visão da base de conhecimento do <i>framework</i> proposto .....	161
Figura 29 – Visão da solução teórica do <i>framework</i> proposto .....	163
Figura 30 – Visão dos processos do <i>framework</i> AC DK.....	170

Figura 31 – Processo de planejamento do <i>framework</i> ACDK .....	171
Figura 32 – Processo de mensuração do <i>framework</i> ACDK.....	178
Figura 33 – Processo de análise do <i>framework</i> ACDK.....	187
Figura 34 – Processo de planejamento do <i>framework</i> ACDK .....	192
Figura 35 – Processo de avaliação do <i>framework</i> ACDK.....	197
Figura 36 – Processo de comunicação do <i>framework</i> ACDK.....	201
Figura 37 – Evolução do número de egressos do PPG de Administração .....	214
Figura 38 – Total de perfis do PPG de Administração Profissional da UDESC.....	215
Figura 39 – Visão dos recursos da Plataforma Stela Experta.....	216
Figura 40 – Lista de egressos no PPG de Administração no Stela Experta .....	217
Figura 41 – Gráfico de produções dos egressos do PPG de Administração.....	217
Figura 42 – Gráfico de produções bibliográficas por tipo do PPG de Administração .....	218
Figura 43 – Gráfico de produções técnicas por tipo do PPG de Administração .....	218
Figura 44 – Mapa de tópicos de artigos de egressos do PPG de Administração.....	219
Figura 45 – Classificação dos cargos de egressos pelo ChatGPT .....	221
Figura 46 – Total de cargos por categoria ocupados pelos egressos do PPG.....	221
Figura 47 – Pergunta ao ChatGPT sobre contribuição do PPG.....	222
Figura 48 – Resposta do ChatGPT sobre contribuição do PPG .....	223
Figura 49 – Pergunta ao ChatGPT sobre contribuição do PPG em escala Likert .....	224
Figura 50 – Resposta do ChatGPT sobre contribuição do PPG em escala Likert.....	225
Figura 51 – Resposta do ChatGPT sobre pontos fracos e fortes do PPG.....	226
Figura 52 – Evolução do número de produções dos <i>alumni</i> por tipo .....	227
Figura 53 – Evolução da média de produções dos <i>alumni</i> por tipo.....	227
Figura 54 – Regressão polinomial das produções dos <i>alumni</i> .....	228
Figura 55 – Dispersão do número de produção bibliográfica por ano de egresso.....	229
Figura 56 – Dispersão do número de produção técnica por ano de egresso.....	230
Figura 57 – <i>Box plot</i> de produção bibliográfica por ano de egresso .....	231
Figura 58 – <i>Box plot</i> de produção bibliográfica por ano de egresso .....	231

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Trabalhos do PPGE GC relacionados ao tema da tese .....	23
Quadro 2 – Termos e definições sobre Capital Intelectual.....	29
Quadro 3 – Elementos do CH, CE e CR .....	35
Quadro 4 – Definições sobre Ciência de Dados .....	42
Quadro 5 – Temos associados à Ciência de Dados .....	43
Quadro 6 – Habilidades e conhecimentos necessários ao cientista de dados .....	55
Quadro 7 – Critérios de avaliação para metodologias de Ciência de Dados .....	60
Quadro 8 – Classificação das metodologias relacionadas à Ciência de Dados .....	61
Quadro 9 – Principais eventos na história da IA e da EC.....	75
Quadro 10 – Indicadores de CI pra universidades empreendedoras .....	81
Quadro 11 – Indicadores de CI propostos para universidades espanholas.....	83
Quadro 12 – Indicadores CI relacionados a <i>alumni</i> .....	88
Quadro 13 – Trabalhos correlatos de mensuração do CI em IES.....	98
Quadro 14 – Artefatos gerados como resultado da DSR.....	111
Quadro 15 – Diretrizes para condução de uma DSR.....	112
Quadro 16 – Métodos para avaliação dos artefatos .....	113
Quadro 17 – Resultados da busca exploratória por egressos e trajetórias.....	118
Quadro 18 – Compilação dos trabalhos sobre egressos e trajetórias.....	120
Quadro 19 – Comunidades <i>alumni</i> em IES do Brasil.....	123
Quadro 20 – Trabalhos sobre CI em PPGs ou IES.....	129
Quadro 21 – Detalhamento das etapas da revisão integrativa .....	132
Quadro 22 – Termos de busca para revisão integrativa.....	134
Quadro 23 – Categorias para classificação dos estudos da revisão integrativa.....	138
Quadro 24 – Matriz de síntese da revisão com as categorias dos estudos .....	139
Quadro 25 – Síntese da análise das áreas de avaliação do colégio de Ciências da Vida .....	205
Quadro 26 – Síntese da análise das áreas de avaliação do colégio de Ciências de Humanidades .....	206
Quadro 27 – Síntese da análise das áreas de avaliação do colégio de Ciências Exatas, Tecnologias e Multidisciplinar .....	208
Quadro 28 – Resumo dos quesitos/itens das áreas de avaliação sobre egressos .....	211

Quadro 29 – Demonstração do plano de mensuração .....	213
Quadro 30 – Periódicos de Engenharia do Conhecimento e indicadores.....	261
Quadro 31 – Resultados da busca integrativa para definição dos objetivos da DSRM .....	266
Quadro 32 – Análise da ficha da área de avaliação de Ciência de Alimentos 2020 .....	273
Quadro 33 – Análise da ficha da área de avaliação de Ciências Agrárias I 2020 .....	275
Quadro 34 – Análise da ficha da área de avaliação de Medicina Veterinária 2020 .....	277
Quadro 35 – Análise da ficha da área de avaliação de Área de Zootecnia/Recursos Pesqueiros 2020 .....	278
Quadro 36 – Análise da ficha da área de avaliação de Biodiversidade 2020 .....	280
Quadro 37 – Análise da ficha da área de avaliação de Ciências Biológicas I 2020 .....	281
Quadro 38 – Análise da ficha da área de avaliação de Ciências Biológicas II 2020.....	283
Quadro 39 – Análise da ficha da área de avaliação de Ciências Biológicas III 2020 .....	284
Quadro 40 – Análise da ficha da área de avaliação de Educação Física 2020 .....	285
Quadro 41 – Análise da ficha da área de avaliação de Enfermagem 2020 .....	286
Quadro 42 – Análise da ficha da área de avaliação de Farmácia 2020 .....	288
Quadro 43 – Análise da ficha da área de avaliação de Medicina I 2020.....	289
Quadro 44 – Análise da ficha da área de avaliação de Medicina II 2020 .....	291
Quadro 45 – Análise da ficha da área de avaliação de Medicina III 2020 .....	292
Quadro 46 – Análise da ficha da área de avaliação de Nutrição 2020 .....	295
Quadro 47 – Análise da ficha da área de avaliação de Odontologia 2020 .....	297
Quadro 48 – Análise da ficha da área de avaliação de Saúde Coletiva 2020.....	298
Quadro 49 – Análise da ficha da área de avaliação de Astronomia/Física 2020.....	299
Quadro 50 – Análise da ficha da área de avaliação de Ciência da Computação 2020 .....	300
Quadro 51 – Análise da ficha da área de avaliação de Geociências 2020.....	301
Quadro 52 – Análise da ficha da área de avaliação de Matemática/Probabilidade e Estatística 2020 .....	303
Quadro 53 – Análise da ficha da área de avaliação de Química 2020 .....	304
Quadro 54 – Análise da ficha da área de avaliação de Administração 2020.....	305
Quadro 55 – Análise da ficha da área de avaliação de Arquitetura, Urbanismo e Design 2020 .....	306
Quadro 56 – Análise da ficha da área de avaliação de Comunicação e informação 2020 .....	308
Quadro 57 – Análise da ficha da área de avaliação de Direito 2020.....	309
Quadro 58 – Análise da ficha da área de avaliação de Economia 2020 .....	310
Quadro 59 – Análise da ficha da área de avaliação de Planejamento Urbano 2020 .....	311

Quadro 60 – Análise da ficha da área de avaliação de Serviço Social 2020.....	312
Quadro 61 – Análise da ficha da área de avaliação de Engenharias I 2020 .....	313
Quadro 62 – Análise da ficha da área de avaliação de Engenharias II 2020.....	315
Quadro 63 – Análise da ficha da área de avaliação de Engenharias III 2020 .....	316
Quadro 64 – Análise da ficha da área de avaliação de Engenharias IV 2020 .....	317
Quadro 65 – Análise da ficha da área de avaliação de Sociologia 2020 .....	318
Quadro 66 – Análise da ficha da área de avaliação de Antropologia/Arqueologia 2020.....	319
Quadro 67 – Análise da ficha da área de avaliação de Ciência Política e Relações Internacionais 2020.....	321
Quadro 68 – Análise da ficha da área de avaliação de Ciências da Religião e Teologia 2020 .....	322
Quadro 69 – Análise da ficha da área de avaliação de Educação 2020.....	323
Quadro 70 – Análise da ficha da área de avaliação de Filosofia 2020 .....	325
Quadro 71 – Análise da ficha da área de avaliação de Geografia 2020 .....	326
Quadro 72 – Análise da ficha da área de avaliação de História 2020 .....	327
Quadro 73 – Análise da ficha da área de avaliação de Psicologia 2020 .....	327
Quadro 74 – Análise da ficha da área de avaliação de Artes 2020 .....	329
Quadro 75 – Análise da ficha da área de avaliação de Linguística e Literatura 2020.....	330
Quadro 76 – Análise da ficha da área de avaliação de Interdisciplinar 2020.....	331
Quadro 77 – Análise da ficha da área de avaliação de Biotecnologia 2020.....	334
Quadro 78 – Análise da ficha da área de avaliação de Materiais 2020 .....	335
Quadro 79 – Análise da ficha da área de avaliação de Ensino 2020 .....	337
Quadro 80 – Análise da ficha da área de avaliação de Ciências Ambientais 2020.....	338
Quadro 81 – Significado dos indicadores JCR, SNIP, SJR e Google Scholar .....	340

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ACDK - *Alumni Capital Data and Knowledge*

CA - Capital *Alumni*

CAPES - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior

CD – Ciência de Dados

CE - Capital Estrutural

CH - Capital Humano

CI - Capital Intelectual

CNPq - Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico

CR - Capital Relacional

CRISP-DM - *CRoss-Industry Standard Process for Data Mining*

CT&I – Ciência, Tecnologia e Inovação

DM - *Data Mining*

DS - *Design Science*

DSR - *Design Science Research*

DSRM - *Design Science Research Methodology*

EC - Engenharia do Conhecimento

EGC - Engenharia e Gestão do Conhecimento

GC - Gestão do Conhecimento

IES - Instituições de Ensino Superior

KDD - *Knowledge Discovery in Database*

MEC - Ministério da Educação

N/A - Não Aplicável

N/I - Não Informado

P&D - Pesquisa e Desenvolvimento

PPG - Programa de Pós-Graduação

PPGEGC - Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento

PPGs - Programas de Pós-Graduação

RSL - Revisão Sistemática da Literatura

SBC - Sistema Baseado em Conhecimento

SGC - Sistema de Gestão do Conhecimento

SNPG - Sistema Nacional de Pós-Graduação

TDSP - *Team Data Science Process*

UFSC - Universidade Federal de Santa Catarina

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>9</b>
1.1	ORIGEM DA PESQUISA.....	9
1.2	CONTEXTUALIZAÇÃO .....	11
1.3	PROBLEMA DE PESQUISA .....	13
1.4	PERGUNTA DE PESQUISA.....	16
1.5	OBJETIVOS .....	17
<b>1.5.1</b>	<b>Objetivo Geral.....</b>	<b>17</b>
<b>1.5.2</b>	<b>Objetivos Específicos .....</b>	<b>17</b>
1.6	RELEVÂNCIA, INEDITISMO E NÃO TRIVIALIDADE.....	17
1.7	LIMITAÇÕES E DELIMITAÇÕES .....	19
1.8	ADERÊNCIA AO PPGE GC .....	21
1.9	ESTRUTURA DA TESE .....	25
<b>2</b>	<b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....</b>	<b>27</b>
2.1	CONCEITUALIZAÇÃO.....	27
<b>2.1.1</b>	<b>Definição de <i>alumni</i> e egressos .....</b>	<b>27</b>
<b>2.1.2</b>	<b>Capital Intelectual .....</b>	<b>28</b>
2.1.2.1	<i>Estudo do Capital Intelectual ao longo dos anos.....</i>	30
2.1.2.2	<i>Componentes do Capital Intelectual .....</i>	33
2.1.2.2.1	Capital Humano .....	35
2.1.2.2.2	Capital Estrutural .....	36
2.1.2.2.3	Capital Relacional.....	38
<b>2.1.3</b>	<b>Ciência de Dados.....</b>	<b>39</b>
2.1.3.1	<i>A origem da Ciência de Dados .....</i>	46
2.1.3.2	<i>O cientista de dados.....</i>	52
2.1.3.3	<i>Metodologias e processos relacionados à Ciência de Dados .....</i>	58
2.1.3.3.1	KDD.....	64
2.1.3.3.2	CRISP-DM .....	65
2.1.3.3.3	Microsoft TDSP.....	66
2.1.3.4	<i>A Ciência de Dados e a Engenharia do Conhecimento .....</i>	69

2.1.3.4.1	A história da Inteligência Artificial da “era escura” até os SBCs .....	75
2.2	CONCEITOS RELACIONADOS À REVISÃO INTEGRATIVA .....	76
<b>2.2.1</b>	<b>O Capital Intelectual e a Gestão do Conhecimento.....</b>	<b>77</b>
<b>2.2.2</b>	<b>Capital Intelectual em IES.....</b>	<b>79</b>
2.2.2.1	<i>Componentes do Capital Intelectual em IES.....</i>	86
2.2.2.1.1	Capital Humano .....	86
2.2.2.1.2	Capital Estrutural .....	86
2.2.2.1.3	Capital Relacional.....	87
2.2.2.1.4	Capital <i>Alumni</i> .....	87
2.3	CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	90
<b>2.3.1</b>	<b>Considerações sobre a conceitualização .....</b>	<b>91</b>
<b>2.3.2</b>	<b>Considerações sobre os conceitos relacionados à revisão integrativa.....</b>	<b>95</b>
<b>3</b>	<b>PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....</b>	<b>101</b>
3.1	CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA .....	102
3.2	EMBASAMENTO TEÓRICO SOBRE A <i>DESIGN SCIENCE RESEARCH</i> ....	103
<b>3.2.1</b>	<b>Fundamentação Filosófica .....</b>	<b>105</b>
<b>3.2.2</b>	<b>O processo da DSR .....</b>	<b>106</b>
3.2.2.1	<i>Etapas da DSR.....</i>	107
3.2.2.2	<i>Etapa 1: identificação dos problemas e motivação.....</i>	109
3.2.2.3	<i>Etapa 2: definição dos objetivos e solução .....</i>	109
3.2.2.4	<i>Etapa 3: projeto e desenvolvimento .....</i>	109
3.2.2.5	<i>Etapa 4: demonstração.....</i>	110
3.2.2.6	<i>Etapa 5: avaliação.....</i>	110
3.2.2.7	<i>Etapa 6: comunicação .....</i>	110
<b>3.2.3</b>	<b>Resultados e artefatos esperados na DSR.....</b>	<b>111</b>
<b>3.2.4</b>	<b>Avaliação, validade e contribuição em DSR.....</b>	<b>112</b>
<b>3.2.5</b>	<b>Ambiente e conhecimento em DSR .....</b>	<b>117</b>
3.3	CONDUÇÃO DA DSRM NESTA PESQUISA .....	118
<b>3.3.1</b>	<b>Observando uma solução existente .....</b>	<b>118</b>
<b>3.3.2</b>	<b>Identificação do problema e a motivação .....</b>	<b>124</b>
3.3.2.1	<i>Pesquisa exploratória sobre Capital Intelectual em PPGs ou IES.....</i>	129
<b>3.3.3</b>	<b>Objetivos da solução .....</b>	<b>131</b>
3.3.3.1	<i>Execução do método da revisão integrativa da literatura .....</i>	131

3.3.3.1.1	Embasamento teórico sobre o método de revisão integrativa da literatura .....	131
3.3.3.1.2	Etapa 1 - Identificação do tema e seleção da questão de pesquisa .....	133
3.3.3.1.3	Etapa 2 - Definição dos critérios de inclusão e exclusão de estudos.....	135
3.3.3.1.4	Etapa 3 - Identificação dos estudos pré-selecionados e selecionados .....	136
3.3.3.1.5	Etapa 4 - Categorização dos estudos selecionados .....	136
3.3.3.1.6	Etapa 5 - Análise e interpretação dos resultados .....	142
3.3.3.2	<i>Definição dos objetivos a partir dos achados da revisão integrativa.....</i>	<i>144</i>
<b>3.3.4</b>	<b>Projeto e desenvolvimento .....</b>	<b>145</b>
<b>3.3.5</b>	<b>Demonstração.....</b>	<b>149</b>
<b>3.3.6</b>	<b>Avaliação .....</b>	<b>151</b>
<b>3.3.7</b>	<b>Comunicação .....</b>	<b>152</b>
<b>4</b>	<b>APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS.....</b>	<b>154</b>
4.1	CONSTRUCTOS DA SOLUÇÃO.....	154
<b>4.1.1</b>	<b>Ambiente.....</b>	<b>154</b>
4.1.1.1	<i>Sistema Nacional de Pós-Graduação.....</i>	<i>157</i>
4.1.1.2	<i>Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior.....</i>	<i>157</i>
4.1.1.3	<i>Áreas de avaliação .....</i>	<i>157</i>
4.1.1.4	<i>Plataforma Sucupira.....</i>	<i>158</i>
4.1.1.5	<i>Instituições de Ensino Superior.....</i>	<i>158</i>
4.1.1.6	<i>Programa de Pós-Graduação.....</i>	<i>159</i>
4.1.1.7	<i>Coordenador de PPG.....</i>	<i>159</i>
4.1.1.8	<i>Docente.....</i>	<i>159</i>
4.1.1.9	<i>Candidato .....</i>	<i>160</i>
4.1.1.10	<i>Discente .....</i>	<i>160</i>
4.1.1.11	<i>Egresso (alumnus).....</i>	<i>160</i>
4.1.1.12	<i>Comunidade alumni.....</i>	<i>160</i>
<b>4.1.2</b>	<b>Base de conhecimento.....</b>	<b>161</b>
4.1.2.1	<i>Capital Intelectual e Capital Alumni.....</i>	<i>162</i>
4.1.2.2	<i>Ciência de Dados e Engenharia do Conhecimento.....</i>	<i>162</i>
<b>4.1.3</b>	<b>Solução teórica .....</b>	<b>163</b>
4.1.3.1	<i>Gestão.....</i>	<i>164</i>
4.1.3.2	<i>Mensuração .....</i>	<i>165</i>

4.1.3.3	<i>Projeção</i> .....	166
4.1.3.4	<i>Prescrição</i> .....	167
4.2	<b>FRAMEWORK PROPOSTO</b> .....	168
<b>4.2.1</b>	<b>Planejamento</b> .....	<b>170</b>
4.2.1.1	<i>Entradas</i> .....	171
4.2.1.1.1	Planejamento estratégico .....	172
4.2.1.1.2	Quesitos de área de avaliação da CAPES.....	172
4.2.1.1.3	Exemplos de indicadores e recursos do AC DK.....	173
4.2.1.1.4	Resultado das análises anteriores.....	174
4.2.1.2	<i>Saídas</i> .....	174
4.2.1.2.1	Plano de mensuração .....	174
4.2.1.3	<i>Tarefas</i> .....	174
4.2.1.3.1	Envolver interessados .....	175
4.2.1.3.2	Identificar ativos intangíveis.....	175
4.2.1.3.3	Propor indicadores e recursos .....	176
4.2.1.3.4	Identificar fontes de dados.....	176
4.2.1.3.5	Analisar viabilidade dos indicadores e recursos.....	177
4.2.1.3.6	Priorizar os indicadores e recursos .....	177
4.2.1.3.7	Definir cronograma e ações .....	177
<b>4.2.2</b>	<b>Mensuração</b> .....	<b>178</b>
4.2.2.1	<i>Entradas</i> .....	179
4.2.2.1.1	Plano de mensuração .....	179
4.2.2.1.2	Exemplos de estatísticas descritivas .....	179
4.2.2.1.3	Exemplos de gráficos.....	181
4.2.2.2	<i>Saídas</i> .....	182
4.2.2.2.1	Banco de dados ou <i>data lake</i> .....	182
4.2.2.2.2	Relatórios e <i>dashboards</i> .....	182
4.2.2.2.3	Plano de mensuração .....	183
4.2.2.3	<i>Tarefas</i> .....	183
4.2.2.3.1	Verificar as fontes de informação.....	183
4.2.2.3.2	Coletar dados .....	183
4.2.2.3.3	Preparar dados .....	184
4.2.2.3.4	Selecionar os tipos de estatísticas descritivas.....	184
4.2.2.3.5	Implementar tarefas de ETL .....	185

4.2.2.3.6	Alimentar os repositórios de dados .....	185
4.2.2.3.7	Verificar resultados a partir das fontes .....	185
4.2.2.3.8	Montar os gráficos e relatórios .....	186
<b>4.2.3</b>	<b>Análise.....</b>	<b>186</b>
4.2.3.1	<i>Entradas.....</i>	<i>187</i>
4.2.3.1.1	Banco de dados ou <i>data lake</i> .....	188
4.2.3.1.2	Relatórios e <i>dashboards</i> .....	188
4.2.3.1.3	Exemplos de abordagens para modelagem.....	188
4.2.3.1.4	Plano de mensuração .....	193
4.2.3.2	<i>Saídas.....</i>	<i>193</i>
4.2.3.2.1	Banco de dados ou <i>data lake</i> .....	193
4.2.3.2.2	Relatórios e <i>dashboards</i> .....	193
4.2.3.2.3	Plano de mensuração .....	193
4.2.3.3	<i>Tarefas.....</i>	<i>193</i>
4.2.3.3.1	Executar Análise Exploratória de Dados.....	193
4.2.3.3.2	Escolher técnica de modelagem.....	194
4.2.3.3.3	Transformar dados .....	194
4.2.3.3.4	Criar modelo .....	195
4.2.3.3.5	Avaliar resultados .....	195
4.2.3.3.6	Incorporar resultados nos gráficos e relatórios.....	196
<b>4.2.4</b>	<b>Avaliação .....</b>	<b>196</b>
4.2.4.1	<i>Entradas.....</i>	<i>198</i>
4.2.4.1.1	Plano de mensuração .....	198
4.2.4.1.2	Relatórios e <i>dashboards</i> .....	198
4.2.4.2	<i>Saídas.....</i>	<i>198</i>
4.2.4.2.1	Resultado das análises .....	198
4.2.4.3	<i>Tarefas.....</i>	<i>198</i>
4.2.4.3.1	Envolver interessados .....	199
4.2.4.3.2	Examinar resultados a partir dos artefatos.....	199
4.2.4.3.3	Identificar ações corretivas .....	199
4.2.4.3.4	Propor ações de gestão do Capital <i>Alumni</i> .....	200
<b>4.2.5</b>	<b>Comunicação .....</b>	<b>200</b>
4.2.5.1	<i>Entradas.....</i>	<i>201</i>

4.2.5.1.1	Plano de mensuração .....	201
4.2.5.1.2	Relatórios e <i>dashboards</i> .....	202
4.2.5.1.3	Resultado das análises .....	202
4.2.5.2	<i>Saídas</i> .....	202
4.2.5.3	<i>Tarefas</i> .....	202
4.2.5.3.1	Planejar comunicação .....	202
4.2.5.3.2	Elaborar conteúdo.....	202
4.2.5.3.3	Enviar mensagem.....	203
4.3	INSTÂNCIAÇÃO DO <i>FRAMEWORK</i> .....	203
<b>4.3.1</b>	<b>Indicadores de egressos da CAPES.....</b>	<b>204</b>
<b>4.3.2</b>	<b>Instanciação do AC DK no PPG de Administração Profissional.....</b>	<b>211</b>
4.3.2.1	<i>Planejamento</i> .....	212
4.3.2.2	<i>Mensuração</i> .....	214
4.3.2.3	<i>Análise</i> .....	220
4.3.2.4	<i>Avaliação</i> .....	232
4.3.2.5	<i>Comunicação</i> .....	233
<b>5</b>	<b>CONCLUSÕES, CONTRIBUIÇÕES E TRABALHOS FUTUROS.....</b>	<b>234</b>
5.1	CONTRIBUIÇÕES .....	237
5.2	TRABALHOS FUTUROS .....	239
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>241</b>
	<b>APÊNDICE A – PERIÓDICOS DE ENGENHARIA DO CONHECIMENTO E INDICADORES .....</b>	<b>261</b>
	<b>APÊNDICE B – TRABALHOS DA REVISÃO INTEGRATIVA DA LITERATURA.....</b>	<b>266</b>
	<b>APÊNDICE C – ANÁLISE DAS FICHAS DE AVALIAÇÃO DE 2017-2020 DA CAPES QUANTO AO TEMA DE EGRESSOS .....</b>	<b>273</b>
	<b>ANEXO A – SIGNIFICADO DOS INDICADORES JCR, SNIP, SJR E GOOGLE SCHOLAR.....</b>	<b>340</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Este capítulo tem por objetivo apresentar o propósito do trabalho e é estruturado em sete seções. A primeira seção explica a origem desta pesquisa. A segunda seção contextualiza o leitor acerca do problema de pesquisa do trabalho. Na terceira explicita-se o problema de pesquisa. A quarta seção apresenta a pergunta de pesquisa. A quinta seção elenca os objetivos – geral e específicos – que norteiam os estudos que culminaram na redação deste trabalho. A sexta seção explica a relevância, o ineditismo e a não trivialidade da pesquisa. A sétima seção destaca as limitações e as delimitações desta pesquisa. A oitava seção traz a visão de aderência ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento (PPGEGC) da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). E, por fim, a nona seção apresenta os demais capítulos que exploram este trabalho de acordo com o problema identificado, os objetivos e o seu escopo.

### 1.1 ORIGEM DA PESQUISA

A centelha para a construção desta pesquisa tem origem na experiência acadêmica e profissional do autor desta tese nos temas sobre extração de dados, informação e conhecimento a partir de repositórios de dados (*i.e.*, *data lakes*) e na busca sobre informações de egressos (*i.e.*, *alumni*) do PPGEGC.

No âmbito profissional, desde 2004, quando se integrou ao Grupo Stela (Instituto Stela a partir de 2005), o autor trabalha com desenvolvimento de soluções para a área de Ciência, Tecnologia e Inovação (CT&I). Sua participação em projetos de pesquisa inclui uma base sólida de conhecimento na exploração de dados de pesquisadores, principalmente na exploração da base nacional de currículos do CV Lattes do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e, mais recentemente, da base de dados da Plataforma Sucupira<sup>1</sup>. A partir de 2015, o autor passou a explorar os dados curriculares para o planejamento estratégico de Instituições de Ensino Superior (IES) em suas atividades profissionais e de pesquisa, atuando na área de gestão de P&D para a construção de *data lakes* e de arquiteturas de sistemas de CT&I na StelaTek, empresa que possui soluções para a gestão

---

<sup>1</sup> A Plataforma Sucupira fornece para toda a comunidade acadêmica, em tempo real e com transparência, as informações, os processos e os procedimentos que a CAPES realiza no SNPG. Igualmente, a ferramenta propicia a parte gerencial-operacional de todos os processos e permitirá maior participação das pró-reitorias e dos coordenadores de programas de pós-graduação. Disponível em: <https://sucupira.capes.gov.br/sucupira>.

estratégica de IES e de PPGs. A StelaTek é uma *startup* ligada ao Instituto Stela, que, por sua vez, constituiu-se a partir do Grupo Stela, responsável pelo desenvolvimento da Plataforma Lattes junto ao CNPq.

Durante a sua jornada de doutorado (de 2018 a 2021), o autor fez parte da comissão da Plataforma Sucupira do PPGEGC, uma atividade acadêmica estratégica do programa e que é realizada por meio de editais<sup>2</sup> e direcionada aos discentes. Integrar essa equipe instigou o pesquisador a buscar formas mais assertivas de explorar as informações dos egressos e municiar com informações dos egressos do programa o coordenador do PPGEGC à época, o Prof. Dr. Roberto Carlos dos Santos Pacheco, que também é coorientador desta tese. Essas informações são cruciais para o trabalho realizado no preenchimento dos relatórios qualitativos solicitados na Plataforma Sucupira para a avaliação quadrienal dos PPGs. A experiência permitiu ao pesquisador observar as soluções da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) para a avaliação de PPGs, o fluxo de preenchimento anual das informações utilizadas nas avaliações e, por fim, os relatórios exigidos aos PPGs para demonstração dos resultados alcançados, os quais auxiliam os responsáveis nas áreas de avaliação a conduzirem as avaliações quadrienais na CAPES.

Durante a participação nas comissões da Sucupira do PPGEGC, uma das questões mais relevantes observadas pelo autor desta tese foi a mudança de perspectiva da CAPES quanto à importância dos egressos no processo de avaliação. Os comitês das áreas de avaliação indicaram que seria dada maior importância a essas informações dos egressos durante o período quadrienal de 2017 a 2020 (CAPES, 2019, 2020a; RIBEIRO *et al.*, 2020). Essa observação se confirmou nas solicitações de dados de 2020, inclusive com a adição de funcionalidades que mapeavam os egressos (*i.e.*, discentes titulados) pelos PPGs a partir do ano de 2018 na Plataforma Sucupira.

Com base nessas experiências acadêmicas e profissionais e guiado pela visão do orientador e do coorientador, o autor desta tese iniciou uma pesquisa para encontrar uma contribuição nessa área. Os achados dessa pesquisa confirmaram a importância do tema e indicaram uma relevância para a Engenharia e Gestão do Conhecimento ao relacionar o tema de egressos com o Capital Intelectual (CI), por meio dos componentes do Capital Humano (CH) e Capital Relacional (CR). Por fim, essa pesquisa mapeou as necessidades de informações dos egressos no Capital *Alumni*, que é transversal aos componentes do CH e CR

---

<sup>2</sup> Exemplo de edital de AAE do PPGEGC. Disponível em: [https://ppgegc.paginas.ufsc.br/files/2022/03/Edital-07-Comiss%C3%A3o-Plataforma-Sucupira\\_quadrenio.pdf](https://ppgegc.paginas.ufsc.br/files/2022/03/Edital-07-Comiss%C3%A3o-Plataforma-Sucupira_quadrenio.pdf).

no CI. Ao se construir um *framework* de Ciência de Dados (CD), utilizando-se também da Engenharia do Conhecimento (EC), busca-se integrar essas disciplinas, de modo a entregar uma solução teórica e prática aos coordenadores de PPGs.

## 1.2 CONTEXTUALIZAÇÃO

A ciência brasileira está fortemente ligada à sua pós-graduação. A nação conta com um extenso sistema de pesquisa e ensino que foi moldado por iniciativas de políticas públicas ao longo de várias décadas (BRASIL, 2020). Atualmente, de acordo com os dados da Plataforma Sucupira<sup>3</sup>, o Sistema Nacional de Pós-Graduação (SNPG), resultado dessas políticas públicas, conta com 4.571 PPGs em funcionamento e com outros 15 programas em projeto. Para Fernandes *et al.* (2021, p. 17), esses programas fazem parte de um sistema robusto, regulado pela CAPES, com mais de 100 mil docentes distribuídos em mais de 500 IES, sendo “o *locus* do desenvolvimento científico e ambiente de formação de alta qualidade [no Brasil]”.

O trabalho de André Brasil (2020) explica em detalhes a evolução desse sistema, que teve início na década de 1950, e se junta a outros poucos estudos em língua inglesa sobre o SNPG. Brasil (2020) afirma que o SNPG, como núcleo da ciência brasileira, é um sistema peculiar, que integra a pesquisa e o ensino de forma indivisível, determinado pela Constituição Federal do país em 1988. O autor cita Balbachevsky e Schwartzman (2010, p. 87 *apud* BRASIL, 2020), os quais afirmam que “enquanto o ensino superior no Brasil é assolado por muitos problemas conhecidos, a pós-graduação é um orgulho nacional reconhecido como tal por toda a sociedade brasileira”.

Evidentemente, a pós-graduação também está sujeita às mudanças políticas de governo. Nos últimos anos, o país tem enfrentado desafios para investir e manter uma ciência forte e competitiva. Na última década, o governo brasileiro tem investido menos recursos no setor científico, resultando em cortes de verbas para universidades e instituições de pesquisa, o que tem prejudicado o desenvolvimento científico no país (ESCOBAR, 2021; LOBO, 2021). Além disso, a ciência tem sofrido com a falta de estabilidade política e com mudanças frequentes na liderança das instituições científicas, o que dificulta a implementação de políticas de longo prazo (ASCAPES; SINDGCT, 2021).

---

<sup>3</sup> Dados coletados da Plataforma Sucupira em maio de 2023. Disponível em: <https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/programa/listaPrograma.jsf>.

Mesmo nesse cenário de corte de verbas e de instabilidade política na última década, a pós-graduação brasileira tem se mostrado resiliente e continua sendo reconhecida nacional e internacionalmente de forma exitosa. Contudo, Fernandes *et al.* (2021) destacam que o SNPG necessita de avanços quanto às questões de pesquisa a partir das demandas da sociedade, e essa mudança passa também por um aperfeiçoamento natural no processo de avaliação realizado pela CAPES. Os autores destacam que a formação dos discentes precisa estar ainda mais conectada com as demandas dos setores de atuação profissional. O reconhecimento desse bem-sucedido sistema técnico-científico deve ir além do circuito acadêmico e estar em consonância com a transformação digital contemporânea, aproveitando-se das tecnologias evolutivas e disruptivas (FERNANDES *et al.*, 2021; PACHECO; SANTOS; WAHRHAFTIG, 2020).

Os egressos (ex-alunos titulados), que podem fazer parte de uma comunidade *alumni*, fornecem uma ponte entre as demandas da sociedade e dos setores profissionais com os PPGs (HORTALE *et al.*, 2014; MOREIRA; VELHO, 2012; SANTOS *et al.*, 2017; SENGER *et al.*, 2018). Segundo Pacheco, Santos e Wahrhaftig (2020, p. 123), em contraponto ao que é visto no Brasil, “há muito tempo as universidades americanas e europeias mantêm ações de vínculo, acompanhamento e reconhecimento de *alumni* como verdadeiros embaixadores ou representantes de suas organizações perante a sociedade”. Para os autores, os *alumni* representam oportunidades estratégicas às IES, com a possibilidade de coprodução em projetos e uma conexão permanente com a sociedade. Esses autores questionam, inclusive, o uso da expressão “egresso”, que é preferência no Brasil, enquanto as universidades americanas e europeias chamam os ex-alunos titulados de *alumni* (*i.e.*, termo também adotado nesta tese). Para Pacheco, Santos e Wahrhaftig (2020), deve-se observar a semântica da expressão egresso, que tem conotação de desvinculação/separação da instituição de origem (*e.g.*, palavra também utilizada no sistema penitenciário), contrariamente ao que a palavra *alumni* indica.

Desde 2013, o acompanhamento dos egressos pelas IES vem sendo considerado um importante item nos critérios de avaliação da CAPES, com o objetivo de verificar a contribuição dos PPGs na formação dos discentes, bem como no âmbito social ao qual se associa (SANTOS *et al.*, 2017). Recentemente, a CAPES, por meio de suas 49 áreas de avaliação, passou a solicitar mais informações sobre os egressos, como pode ser observado nos documentos das áreas da CAPES (2022b), além de ter incluído um módulo específico para apresentação dos egressos em 2018 e de ter solicitado a indicação de cinco egressos de

destaque nos dados de 2020 da última avaliação quadrienal (2017 a 2020). Outros dois relatórios sobre a avaliação da CAPES também indicam a importância da análise das informações de egressos nessa direção (PACHECO; OLIVEIRA, 2016; RIBEIRO *et al.*, 2020).

Fernandes *et al.* (2021) ponderam que, em vez de se concentrar em processos e dinâmicas internas aos PPGs (*e.g.*, corpo docente adequado, missão, infraestrutura, planejamento, entre outros), a avaliação poderia considerar e propor indicadores que retratem os impactos do PPG na sociedade, como a formação de bons egressos. Logo, um dos caminhos para a mudança da pós-graduação também passa pelo cuidado com os egressos, já que é possível compreender os resultados do PPG também a partir deles (BARBOSA; OLIVEIRA, 2018; RIBEIRO *et al.*, 2021).

Assim, ao se analisar a importância dos egressos para os PPGs e as possibilidades de melhorias na avaliação dos programas a partir deles, não se pode esquecer da dificuldade do atual sistema no aspecto de trabalho e da sobrecarga de atividades geradas para fornecimento de dados para a avaliação (FERREIRA; FERENC; WASSEM, 2018; SILVA, A. B., 2019). O autor, o orientador e o coorientador desta tese presenciaram a demanda gerada pelo sistema no último processo de avaliação em 2021. Logo, ao se propor algum indicador, deve-se buscar o auxílio tecnológico, como também apontam Fernandes *et al.* (2021, p. 25). Por exemplo, “sistemas de busca, acesso a múltiplas bases de dados científicos nacionais e internacionais, ciência e inteligência de dados”.

Não se pode deixar de pontuar, contudo, um aspecto trabalhoso do atual sistema de avaliação: a exigência de documentos comprobatórios, a dissonância de dados entre as Plataformas Lattes e Sucupira e, especialmente, a intensificação de exigência de dados, incluindo até mesmo a opinião individual de docentes sobre suas principais produções, algo que deverá ser objeto de avaliação quanto à sua efetividade, para que cumpra com seu propósito. Aspectos que levaram, em 2021, a uma excessiva e exaustiva carga de trabalho das áreas administrativas, coordenações de programas e pró-reitorias. A Plataforma Sucupira se transformou em um repositório documental e, também, de metadados para produção dos indicadores, não só de avaliação de efetividade, mas de eficiência e eficácia, em todos os níveis de operação. No entanto, tem-se que lidar com a seguinte contradição, ainda que não seja de fácil resposta: na teoria, um excelente instrumento e, na prática, algo a ser melhor estruturado institucionalmente em função da sobrecarga de trabalho para as coordenações de programa, levadas a produzir textos descritivos com, literalmente, centenas de páginas (FERNANDES *et al.*, 2021, p. 21).

### 1.3 PROBLEMA DE PESQUISA

Explorar as informações dos egressos não é algo novo na literatura (ver seção 3.3.1). No entanto, diversos trabalhos acadêmicos apontam ainda a necessidade de aprofundamento

na exploração dessas informações dos egressos nos PPGs e se deparam com uma carência de meios para realizar tal atividade (ver seção 3.3.2) (HORTALE *et al.*, 2014; NORONHA *et al.*, 2009; RIBEIRO *et al.*, 2021; SANTOS *et al.*, 2017; SILVA, G. M., 2019; TIMOTEO, 2011). É nesse contexto que a teoria do Capital Intelectual em IES, a Ciência de Dados e a Engenharia do Conhecimento podem ajudar, por meio de novos artefatos e conhecimentos.

O estudo sobre o Capital Intelectual teve o seu início no âmbito empresarial, a partir do modelo *Skandia Navigator*, publicado em 1994 (EDVINSSON, 2013). A definição inicial do CI estava relacionada à soma dos ativos intangíveis que geravam vantagem competitiva (DUMAY, 2016). Ao longo dos anos, o CI foi alvo de um grande interesse de pesquisa, contando atualmente com mais de 6.400 estudos na base Scopus<sup>4</sup>. O CI é uma das principais fontes de criação de riqueza das organizações, e, por essa razão, os estudiosos têm se empenhado em criar modelos, métodos e *frameworks* para identificar, mensurar e aumentar esses bens intelectuais (PEDRO, 2018). Com esse interesse crescente, a exploração do CI se expandiu para diferentes tipos organizacionais, incluindo hospitais, departamentos governamentais, organizações de pesquisa, terceiro setor, organizações culturais e patrimoniais, departamentos de polícia, agrupamentos regionais e, por último e foco desta pesquisa, IES (SECUNDO *et al.*, 2015).

No contexto organizacional, o CI refere-se aos recursos essenciais de que uma organização depende, incluindo o Capital Humano (CH), que compreende as habilidades e as competências dos colaboradores, o Capital Estrutural (CE), que abrange a estrutura da organização, e o Capital Relacional (CR), que engloba as relações da organização com a sociedade e o público externo (MERITUM, 2002; SECUNDO *et al.*, 2015). O CI é considerado tanto um resultado das atividades de pesquisa e desenvolvimento de uma organização quanto um agente que permite a criação de maior valor nessas atividades (MOURITSEN, 2006; SECUNDO *et al.*, 2015). Vários estudos sugerem que o CI tem uma relação positiva com o desempenho da IES (CLARKE; SENG; WHITING, 2011; KAMUKAMA; AHIAUZU; NTAYI, 2010; PEDRO; LEITÃO; ALVES, 2018a; PEDRO, 2018; PHUSAVAT *et al.*, 2011; SHARABATI; JAWAD; BONTIS, 2010).

Diversos estudos abordam a mensuração e a divulgação do CI em IES (BISOGNO *et al.*, 2018; RAMÍREZ; GORDILLO, 2014; SANGIORGI; SIBONI, 2017; SECUNDO *et al.*, 2016; VELTRI; SILVESTRI, 2015). Essas pesquisas sobre CI em IES também resultaram em

---

<sup>4</sup> Resultado da busca por “intellectual capital” na base Scopus. Disponível em: <https://www.scopus.com>.

uma série de indicadores que foram amplamente explorados por Pedro (2018) em nível organizacional, regional e nacional. Pedro (2018) propôs um conjunto de métricas e métodos para operacionalizar a mensuração dos componentes do CI (*i.e.*, CH, CR, CE) em IES. Entende-se que há uma grande convergência e complementariedade entre as métricas dos modelos de mensuração do CI em IES e os indicadores utilizados pelas áreas de avaliação dos PPGs pela CAPES. Inclusive, existe um modelo de maturidade em CI para IES proposto por Secundo *et al.* (2015). Portanto, os vários estudos sobre CI em IES, especialmente em IES europeias (ver seção 2.2.2), podem ser úteis aos PPGs, ajudando-os a serem mais comparáveis, competitivos, dinâmicos, transparentes e focados nas demandas da sociedade.

Os egressos são objeto desses estudos de CI em IES, sendo sua análise refletida principalmente nos componentes do CH e CR (AVERSANO *et al.*, 2020; PEDRO, 2018; SECUNDO *et al.*, 2018). Além desses componentes, existe um específico para trabalhar os *alumni* no CI, denominado *Capital Alumni*, proposto por Liu (2007, p. 91), que explora “a relação entre as instituições de ensino e seus ex-alunos” com o foco na “realização dos ex-alunos, sua doação, coesão, emprego e educação recorrente”. Esse constructo é adotado nesta tese, sendo referenciado por outros autores (ver seção 2.2.2.1.4), o que fortalece a sua exploração. Entretanto, a partir das revisões da literatura (seções 2.2.2.1.4 e 3.3.3.1), observou-se uma escassez de estudos sobre esse componente, indicando a necessidade de novas pesquisas que possam contribuir para a proposição de indicadores, métodos de mensuração e *frameworks* que funcionem como “guias reais ou conceituais para servir de suporte ou guiar atividades” (VAISHNAVI; KUECHLER, 2021, p. 16). Sugere-se que esses métodos e *frameworks* sejam direcionados às demandas analíticas associadas à definição de indicadores e à coleta de dados para uma gestão eficiente do *Capital Alumni*.

Enquanto Fernandes *et al.* (2021) indicam o uso da Ciência de Dados e Inteligência de Dados para ajudar na árdua tarefa do processo de avaliação da CAPES no SNPG, Dabić *et al.* (2020) sugerem a criação de novos projetos de pesquisa interdisciplinares para conectar cientistas da computação com estudiosos da gestão de negócios na exploração do CI nas organizações. Segundo Dabić *et al.* (2020, p. 471), “o conhecimento era considerado a principal alavanca para o sucesso da organização, mas este agora é cada vez mais acompanhado pelo uso de tecnologias”, o que requer que os recursos humanos precisem ainda mais das tecnologias para facilitar as suas tarefas. A implicação do uso de tecnologias para a exploração de dados estruturados e não estruturados, por meio do paradigma do *Big Data*,

termo associado à Ciência de Dados, e o impacto no CI também têm sido objeto de estudos recentes (SECUNDO *et al.*, 2017).

Dessa forma, a Ciência de Dados, que unifica a Estatística, a Análise de Dados, o Aprendizado de Máquina e seus métodos correlatos para compreender e analisar fenômenos do mundo real por meio de dados (CAO, 2017a; GODSEY, 2017; KAMPAKIS, 2020; PROVOST; FAWCETT, 2013b; WALLER; FAWCETT, 2013; YU; KUMBIER, 2020), juntamente com a Engenharia do Conhecimento, com metodologias como o CommonKADS, para codificar o conhecimento e avaliar a viabilidade de Sistemas Baseados em Conhecimento (SBCs) no contexto organizacional (SCHREIBER, 2008; SCHREIBER *et al.*, 2001; STUDER; BENJAMINS; FENSEL, 1998), podem ajudar na exploração de dados e informações dos PPGs para as avaliações da CAPES, bem como no estudo e na ampliação do Capital *Alumni* relacionado ao CI em IES.

Essa tríade, portanto, se complementa e permite que o estudo do CI, por meio do CA, impacte os PPGs na exploração de dados e informações sobre os egressos, de tal sorte que a CD e a EC apoiem essa atividade, fornecendo tecnologia e metodologias apropriadas para suporte a esse processo analítico. Pode-se entender esse processo analítico como atividades de exploração dos dados e das informações dos egressos a partir da coleta, da mineração e do uso de tecnologia para mensurar e identificar padrões e tendências. Todavia, conforme observado nas revisões da literatura, em especial na revisão integrativa (ver seção 3.3.3.1), que abordou esses temas em conjunto, há uma carência de artefatos especializados de Ciência de Dados e Engenharia do Conhecimento para guiar essas demandas analíticas de informações do Capital *Alumni* no contexto dos PPGs. Isso inclui modelos, métodos, arquiteturas tecnológicas e *frameworks* que possibilitem uma gestão eficaz e eficiente dos egressos, municiando os coordenadores de PPGs com informações relevantes e sem gerar demandas exaustivas aos docentes e aos próprios egressos.

#### 1.4 PERGUNTA DE PESQUISA

Com base no contexto e nos referenciais expostos anteriormente, esta tese aborda a seguinte pergunta de pesquisa: como orientar o processo analítico de dados associados aos egressos para atender às demandas dos Programas de Pós-Graduação relacionadas à avaliação da CAPES e à exploração do potencial do Capital *Alumni*?

## 1.5 OBJETIVOS

A partir do contexto e do problema de pesquisa, são apresentados a seguir os objetivos desta tese, sendo listados o objetivo geral e os objetivos específicos.

### 1.5.1 Objetivo Geral

Propor um *framework* para orientar o processo de gestão de demandas analíticas do Capital *Alumni* em Programas de Pós-Graduação.

### 1.5.2 Objetivos Específicos

- Definir uma abordagem analítica para a gestão do Capital *Alumni* de Programas de Pós-Graduação com base nas teorias do Capital Intelectual, da Ciência de Dados e da Engenharia do Conhecimento.
- Elaborar uma estrutura para orientar as atividades de coleta e tratamento de dados, informações e conhecimento para apoiar as demandas analíticas de gestão do Capital *Alumni*.
- Instanciar o *framework* proposto e avaliá-lo a partir da perspectiva de contribuição de conhecimento da *Design Science Research* (DSR).

## 1.6 RELEVÂNCIA, INEDITISMO E NÃO TRIVIALIDADE

Conforme exposto na contextualização do problema de pesquisa, a ciência brasileira está intrinsecamente ligada aos resultados do SNPG (BRASIL, 2020). As avaliações realizadas pela CAPES analisam os PPGs do SNPG e estabelecem, direta e indiretamente, quais pontos esses programas devem focar para atingir os indicadores exigidos nesse processo de avaliação (FERNANDES *et al.*, 2021; PACHECO, 2018; PACHECO; OLIVEIRA, 2016; RIBEIRO *et al.*, 2020). Desse modo, a avaliação da CAPES impacta a ciência brasileira, e deve-se, continuamente, analisar a avaliação dos PPGs realizada pela CAPES para estar conectada às demandas da sociedade e atenta à quantidade de informações solicitadas ao sistema, evitando trabalho adicional aos PPGs (FERNANDES *et al.*, 2021; PACHECO; OLIVEIRA, 2016).

A avaliação da CAPES é determinante para a existência dos PPGs (CAPES, 2019, 2020a). Portanto, instrumentalizar um PPG com informações relevantes para a avaliação pode impactar diretamente a sua continuidade. O estudo do Capital *Alumni*, na teoria do Capital

Intelectual, da Ciência de Dados e da Engenharia do Conhecimento, pode ajudar nessa instrumentalização, fornecendo modelos, métodos e *frameworks* com indicadores e tecnologias adequados aos desafios dos PPGs e da avaliação da CAPES. Portanto, entende-se que o problema é relevante à ciência bem como ao cenário da ciência brasileira, e os constructos abordados nesta tese são pertinentes para resolver questões práticas que requerem avanços contínuos. Adicionalmente, a exploração do Capital *Alumni* contribui para a expansão desse conhecimento na teoria do Capital Intelectual em IES, tema que vem ganhando relevância no estudo do CI (BELLUCCI *et al.*, 2021; DABIĆ *et al.*, 2020; PEDRO; ALVES; LEITÃO, 2022; PEDRO; LEITÃO; ALVES, 2018a, 2018b; SECUNDO *et al.*, 2018). Da mesma forma, a Ciência de Dados e a Engenharia de Conhecimento (e seus temas correlacionados) podem contribuir com a teoria do CI (DABIĆ *et al.*, 2020; RAMÍREZ; TEJADA, 2020) e ajudar nas demandas dos PPGs relacionadas aos egressos (FERNANDES *et al.*, 2021; RIBEIRO *et al.*, 2021; SILVA, G. M., 2019). Segundo o site de Dados Abertos da CAPES<sup>5</sup>, entre 1987 e 2020 foram produzidas 972.392 dissertações e 314.073 teses, indicando um total de aproximadamente 1.286.465 egressos<sup>6</sup>, com média de 261 egressos por PPG. Somente para o PPGE GC, esse número é de 334 dissertações e 320 teses, totalizando cerca de 654 egressos. Explorar os dados dos egressos sem ferramentas de apoio e sem metodologias e técnicas adequadas pode ser um trabalho árduo. Portanto, esta tese também se torna relevante para os PPGs ao propor métodos que reduzam esse esforço por meio de apoio metodológico e tecnológico da CD, EC e CA.

Na literatura, é possível encontrar diversos trabalhos que exploram o tema dos egressos em PPGs ou IES, tanto em termos conceituais quanto tecnológicos (ver seção 3.3.1) (BARBOSA; OLIVEIRA, 2018; DAI; VILAS; REDONDO, 2018; DESLANDES; MAKSUD, 2020; MORENO-DELGADO; ORDUÑA-MALEA; REPISO, 2020; MORENO-DELGADO; ORDUÑA MALEA; REPISO, 2020; RIBEIRO *et al.*, 2021; SANTOS *et al.*, 2017; SILVA, G. M., 2019). Além disso, há uma linha de pesquisa sobre o Capital Intelectual em IES que foi revisada e explorada detalhadamente nos trabalhos de Bellucci *et al.* (2021), Pedro, Alves e Leitão (2022) e Pedro (2018) (ver seção 3.3.2.1). No entanto, a revisão integrativa da literatura (ver seção 3.3.3.1) mostrou que não há, até a data da revisão, trabalhos que tratem de forma aprofundada do tema Capital *Alumni*, principalmente com um

<sup>5</sup> Dados Abertos CAPES. Disponível em: <https://dadosabertos.capes.gov.br/dataset?groups=catalogo-de-teses-e-dissertacoes-brasil&organization=diretoria-de-avaliacao>.

<sup>6</sup> O total de egressos considerou apenas a soma simples das dissertações e teses. Uma pessoa (*i.e.*, CPF) pode fazer o papel de egresso de mestrado e, posteriormente, papel de egresso de doutorado.

olhar para os PPGs e para a aplicação de Ciência de Dados ou Engenharia do Conhecimento. Assim, a tese busca explorar essa lacuna na área científica, considerando a junção desses temas algo inédito e que pode contribuir para a literatura do Capital Intelectual e para o apoio aos PPGs. Além disso, a própria adoção da metodologia de *Design Science Research* (DSR) nesta tese (ver seção 3.2) ajuda a contribuir com problemas práticos e requer que os artefatos gerados gerem impacto e inovação em seus meios, sendo necessário buscar a diferenciação de outros artefatos e soluções para que esta pesquisa em Ciência do Projeto tenha validade. Para garantir essa contribuição, um dos objetivos específicos da tese é avaliar o *framework* proposto por meio da verificação do conhecimento em DSR a partir dos artefatos gerados (ver seção 3.2.4).

Por fim, a adoção da Ciência de Dados, combinada com a Engenharia do Conhecimento em soluções inteligentes (ver seção 2.1.3.4), trata de questões não triviais e que podem contribuir para o fortalecimento das áreas bem como propiciar novos caminhos para se trabalhar com demandas analíticas complexas. O tratamento de dados, informações e conhecimento com análises descritivas (*e.g.*, o que aconteceu e o que está acontecendo), preditivas (*e.g.*, o que vai acontecer e por que isso vai acontecer) e prescritivas (*e.g.*, o que se deve fazer e por que se deve fazer) requer metodologias adequadas (ver seção 2.1.3) e um perfil técnico-científico especializado que precisa dominar as áreas de negócio e as tecnologias relacionadas a essas atividades (ver seção 2.1.3.2). O trabalho de exploração dos dados de egressos em diferentes fontes (*e.g.*, Plataforma Sucupira, Plataforma Lattes, LinkedIn, ResearchGate, Academia.edu, entre outras) pouco intercambiáveis entre si e a grande quantidade de dados (*i.e.*, *Big Data*) também tornam o trabalho complexo e não trivial (ver seção 3.3.2).

## 1.7 LIMITAÇÕES E DELIMITAÇÕES

Esta tese se concentra em construir um *framework* para guiar a gestão de demandas analíticas relacionadas ao Capital *Alumni* dos PPGs. Assim, estão previstas as etapas de gestão e mensuração com base no Capital Intelectual, na Ciência de Dados e na Engenharia do Conhecimento. Etapas de projeção e prescrição também são foco desta pesquisa, que utiliza a Ciência de Dados e a Engenharia do Conhecimento para fornecer aos coordenadores de pós-graduação ferramentas que orientem a construção dessas etapas com respostas analíticas. Portanto, a teoria do CI guia o processo de gestão e aponta quais elementos e indicadores de CI devem ser criados e monitorados pelos PPGs. Enquanto isso, a Ciência de

Dados e a Engenharia do Conhecimento guiam o processo de mensuração, permitindo a criação de relatórios, gráficos e diferentes recursos para atender às análises descritivas, preditivas e prescritivas.

Na teoria do Capital Intelectual, há uma série de estudos que orientam o processo de identificação e a mensuração dos ativos intangíveis relacionados a Capital Humano, Capital Estrutural e Capital Relacional das organizações. Esses elementos de CH, CE e CR são os mais comuns na literatura do CI, conforme observado na revisão integrativa. Contudo, o foco desta tese está na identificação e na mensuração do CI relacionado aos elementos do Capital *Alumni*. Outra delimitação está no contexto dos *alumni* dos PPGs brasileiros. Apesar de diversos estudos sobre a identificação e a mensuração do CI em IES fomentarem a construção do *framework* proposto, incluindo estudos em IES europeias, a delimitação desta tese está no contexto dos PPGs do Brasil.

O *framework* proposto não tem por objetivo ser generalista e cuidar de qualquer tipo de demanda analítica de CI de PPGs. Contudo, entende-se que esta pesquisa possa ser base para a aplicação em diferentes contextos, como, por exemplo, cursos de graduação em IES ou outros elementos do CI que não se restrinjam ao Capital *Alumni*. A análise da revisão da literatura, inclusive, capturou outros elementos e indicadores relacionados ao CI em IES. Os estudos selecionados vão além desses elementos e podem servir de base para o uso deste *framework* em outros contextos.

Entende-se que o destaque deste *framework* está na integração de diferentes disciplinas, modelos e soluções para guiar o processo de definição de indicadores relacionados aos *alumni*, permitindo que os coordenadores e demais pessoas do PPG conheçam melhor esse importante ativo intangível. Quem são os *alumni*, onde estão, o que estão produzindo, quais cargos de liderança estão ocupando, qual o impacto de suas produções na sociedade e no PPG são exemplos de respostas que o *framework* pode ajudar a responder. Além disso, esta tese ajuda a entender a diferença da Ciência de Dados na exploração e descoberta de conhecimento nas análises descritivas e preditivas, e na aplicação da Engenharia do Conhecimento na modelagem de conhecimento para inferências e definição de heurísticas para as análises prescritivas. Essa diferenciação é importante para a correta utilização das ferramentas existentes em cada um de seus contextos.

Apesar de o *framework* guiar o processo de gestão e mensuração dos ativos intangíveis do Capital *Alumni*, esta tese não tem por objetivo fornecer um guia definitivo de indicadores de CA ou explorar em profundidade a proposta desse *framework* em vários PPGs

para sua validação. Como mencionado, o *framework* proposto é um guia que orienta as atividades para a construção e realização de análises, permitindo que os coordenadores de PPGs gerenciem e monitorem seus egressos, e entendam em qual momento as disciplinas de CI, CD e EC devem ser aplicadas nesse contexto.

No que tange à Ciência de Dados e à Engenharia do Conhecimento, esta tese não tem a pretensão de comparar em profundidade a aplicação de ferramentas e técnicas (*e.g.*, regressão linear, aprendizagem de máquina, ferramentas para criação de ontologias, tipos de ontologias) para tratamento dos dados na geração de indicadores relacionados ao Capital *Alumni*. Em vez disso, o objetivo da tese é apresentar um caminho comum para que os coordenadores possam tratar a gestão e as análises descritivas, preditivas e prescritivas com ferramentas distintas, entendendo a diferença e o esforço necessário em cada uma das etapas para a geração de informações e de conhecimento a partir dos dados de seus egressos.

Por fim, apesar da compreensão relacionada à epistemologia sociológica, política e cultural do Capital Intelectual, esta tese não aborda essas questões. A pesquisa se concentra em fornecer uma estrutura para a gestão do Capital *Alumni* de forma prática e orientada para a definição de recursos que permitam compreender melhor os ativos relacionados aos *alumni* dos PPGs. Essa estrutura é construída a partir das lentes da Ciência de Dados e da Engenharia do Conhecimento, e avança sobre os elementos da estratégia e do contexto regulatório do SNPG.

## 1.8 ADERÊNCIA AO PPGEGC

Esta tese tem por objetivo a construção de um *framework* de Ciência de Dados e Engenharia do Conhecimento para explorar os dados e as informações sobre egressos, conhecidos como Capital *Alumni* na teoria do Capital Intelectual, e municiar os PPGs com esses dados e informações, transformados em conhecimento quando aplicados ao contexto adequado, para ajudar esses programas de pós no seu cotidiano e nas avaliações da CAPES. Os egressos, nesse contexto, têm um papel fundamental como embaixadores ou representantes de suas organizações perante a sociedade, e, portanto, podem manter uma conexão contínua com os PPGs. Assim, esta tese está inserida na área de concentração Engenharia do Conhecimento (EC) e na linha de pesquisa Engenharia do Conhecimento Aplicada às Organizações no Programa de Pós-graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento (PPGEGC).

O *framework* proposto nesta tese se baseia no Capital Intelectual, na Ciência de Dados e na Engenharia do Conhecimento. A CD evoluiu a partir da Estatística, da Análise de Dados e do Aprendizado de Máquina. A Mineração de Dados e a Descoberta de Conhecimento em Base de Dados são disciplinas compartilhadas com a Engenharia do Conhecimento, área de concentração desta tese, para tratar dados e informações que permitam gerar *insights* e conhecimento (*i.e.*, para a mesma finalidade). De forma resumida, a diferença entre a Ciência de Dados e a Engenharia de Conhecimento está nas suas origens. Enquanto a CD se consolidou com base na Inteligência Artificial Conexionista, a EC teve o seu início a partir da Inteligência Artificial Simbólica (ver seção 2.1.3.4). Atualmente, observa-se o uso majoritário da CD para exploração dos dados e da EC para modelagem, representação e codificação do conhecimento (*e.g.*, ontologias), objetivando a elaboração de projetos de Sistemas Baseados em Conhecimento (SBCs). Contudo, a CD e a EC convergem e se complementam na construção de sistemas inteligentes (ver Figura 15), sendo de responsabilidade da EC a aplicação de metodologias maduras como o CommonKADS para analisar a viabilidade dos SBCs nas organizações. Portanto, a tese se insere na linha de pesquisa do PPGEHC que “aborda a concepção, desenvolvimento e implantação de soluções da Engenharia do Conhecimento em organizações públicas e privadas” (PPGEHC, 2022). Além disso, esta tese prospecta uma nova perspectiva de combinação dos métodos e das técnicas da CD e da EC em organizações, o que pode resultar em uma atualização dessa linha de pesquisa do PPGEHC e em uma possível colaboração interdisciplinar para o tratamento de demandas analíticas, buscando contribuições da EC e da CD.

Esta pesquisa também se utiliza da teoria do Capital Intelectual, com forte relação na Gestão do Conhecimento (ver seção 2.2.1, onde se exploram os egressos de PPGs no constructo do Capital *Alumni*). Conforme exposto na seção que aborda a contextualização e o problema de pesquisa, o estudo do Capital Intelectual em IES tem ganhado relevância na literatura recente. A teoria do Capital Intelectual também está fortemente ligada ao PPGEHC com seus grupos de pesquisa e disciplinas, sob a coordenação do Professor Dr. Paulo Selig, com inúmeros trabalhos publicados em periódicos e eventos, além das teses e dissertações apresentadas no Quadro 1.

Ao explorar os dados e as informações para geração do conhecimento, é importante destacar que se tem como epistemologia a visão cognitivista, com Herbert Simon como o seu representante principal, um “psicólogo ganhador do prêmio Nobel de 1978, pelo seu trabalho pioneiro em processos de tomada de decisão organizacional” (PACHECO, 2016, p. 12). Para

Pacheco (2016), coordenador do PPGEHC, esta é a principal referência na área de EC e tem a sua criação a partir da Inteligência Artificial na década de 1960. Assim, o “conhecimento é uma entidade fixa e representável em computadores, base de dados, arquivos ou manuais e, portanto, o conhecimento pode ser compartilhado em uma organização”. Além disso, Herbert Simon também discute sobre a Ciência do Artificial, em contraponto à Ciência do Natural, que é utilizada como base na *Design Science Research* e adotada como metodologia para o desenvolvimento desta tese (ver seção 3.2).

Ao serem analisadas as teses e as dissertações já desenvolvidas no histórico do PPGEHC, verifica-se que alguns trabalhos exploraram temas relacionados a egressos, Capital Intelectual em IES e Engenharia do Conhecimento. Entretanto, até o momento em que esta tese foi desenvolvida, nenhum trabalho explorou em profundidade o tema Capital *Alumni* (ou egressos em demais componentes do CI como CH ou CR) ou utilizou a Ciência de Dados em conjunto com a Engenharia do Conhecimento. Portanto, esta tese é pioneira no programa sobre esses dois assuntos, e espera-se que possa servir de inspiração e incentivo para novas pesquisas sobre esses temas na literatura e no PPGEHC. A seguir, o Quadro 1 lista os trabalhos que exploram os temas principais desta tese no histórico do PPGEHC, destacando na coluna “Tema vinculado” a relação desses trabalhos com a pesquisa que aqui se apresenta.

Quadro 1 – Trabalhos do PPGEHC relacionados ao tema da tese

Ano	Autor	Título	Nível	Orientador	Tema vinculado
2021	Souza	Modelo de mineração de ideias utilizando técnicas de engenharia do conhecimento	D	Alexandre Gonçalves	Métodos e Técnicas da EC
2021	Biagiotti	<i>Framework</i> conceitual para análise de <i>Big Data</i> Educacional em MOOCs	D	Maria Baldessar	Construção de <i>Framework</i>
2021	Estêvão de Mello	Ontologia do Monoteísmo	D	Francisco Fialho	Métodos e Técnicas da EC
2021	Kaster	<i>Framework</i> conceitual baseado em aprendizagem de máquina supervisionada para concepção de sistemas judiciais de agentes inteligentes	D	Aires Rover	Métodos e Técnicas da EC
2021	Welter	Método de identificação de padrões em discurso político a partir da descoberta de conhecimento	M	João Alves	Métodos e Técnicas da EC
2020	Faraco	Modelo de conhecimento baseado em tópicos de acórdãos para suporte à análise de petições iniciais	M	José Todesco	Métodos e Técnicas da EC

Ano	Autor	Título	Nível	Orientador	Tema vinculado
2020	Sérgio	Modelo de avaliação de potenciais ideias alinhadas ao contexto organizacional	D	Alexandre Gonçalves	Métodos e Técnicas da EC
2019	Neves	Modelo de desenvolvimento da capacidade de criar valor compartilhado, com base na mudança da qualidade do capital intelectual criado e incorporado	D	Francisco Fialho	Capital Intelectual
2018	Aguiar	Um modelo de conhecimento para empreendimentos criados por egressos de universidades brasileiras	M	Marcelo Macedo	Egressos
2016	Galdo	Capacidades dinâmicas para a inovação aberta: análise com base no capital intelectual	D	Francisco Fialho	Capital Intelectual
2016	Taxweiler	Um modelo para a extração de perfil de especialista aplicado às ferramentas de expertise location e apoio à gestão do conhecimento	M	Denilson Sell	Métodos e Técnicas da EC
2015	Ceci	Um modelo baseado em casos e ontologia para apoio à tarefa intensiva em conhecimento de classificação com foco na análise de sentimento	D	Alexandre Gonçalves	Métodos e Técnicas da EC
2015	Zarelli	<i>Framework</i> para avaliação das capacidades dinâmicas sob a perspectiva do capital intelectual	D	Paulo Selig	Capital Intelectual
2013	Schmitt	Inteligência competitiva na web: um <i>framework</i> conceitual para aquisição de ativos de conhecimento no contexto do <i>front-end</i> da inovação	M	João Artur	Construção de <i>Framework</i>
2012	Coser	Modelo para análise da influência do capital intelectual sobre a performance dos projetos de <i>software</i>	D	Aran Morales	Capital Intelectual
2012	Freire	Engenharia da integração do capital intelectual nas organizações intensivas em conhecimento participantes de fusões e aquisições	D	Fernando Spanhol	Capital Intelectual
2012	Zarelli	Métodos de avaliação de ativos intangíveis e capital intelectual: análise das competências individuais	M	Paulo Selig	Capital Intelectual
2011	Gubiani	Modelo para diagnosticar a influência do capital intelectual no potencial de inovação nas universidades	D	Aran Morales	Capital Intelectual

Ano	Autor	Título	Nível	Orientador	Tema vinculado
2011	Lopes	Um modelo de engenharia do conhecimento baseado em ontologia e cálculo probabilístico para o apoio ao diagnóstico	D	Alexandre Gonçalves	Métodos e Técnicas da EC
2011	Melgar Sasieta	Um modelo para a visualização do conhecimento baseado em imagens semânticas	D	Roberto Pacheco	Métodos e Técnicas da EC
2008	Santos	Modelo de avaliação de capital intangível – baseado em medidas não financeiras de mensuração	D	Leila Gontijo	Capital Intelectual

Fonte: elaborado pelo autor.

### 1.9 ESTRUTURA DA TESE

Esta tese é composta por cinco capítulos. O primeiro capítulo é este de introdução, apresentando-se a pesquisa e os seus objetivos, e os demais capítulos são descritos a seguir.

- Capítulo 2. Fundamentação teórica: neste capítulo, apresenta-se o conteúdo relacionado ao problema de pesquisa, trazendo-se uma visão dos conceitos de egresso e *alumni*, Capital Intelectual e a exploração de seus componentes (CH, CR, CE) e, por último, Ciência de Dados e Engenharia do Conhecimento. O capítulo traz também o conteúdo resultante da revisão integrativa da literatura, como a relação do Capital Intelectual e a Gestão do Conhecimento, a pesquisa atual sobre o Capital Intelectual em IES e o componente Capital *Alumni*.
- Capítulo 3. Procedimentos metodológicos: este capítulo apresenta os procedimentos realizados para materializar os objetivos desta pesquisa. Assim, contextualiza e explica ao leitor a metodologia da visão de mundo da Ciência do Artificial adotada nesta tese, chamada *Design Science Research Methodology* (DSRM). O capítulo aborda as etapas realizadas até o momento e as demais etapas previstas para a conclusão da pesquisa. São descritos os resultados alcançados em cada uma das etapas da DSRM executadas, sendo o conhecimento sintetizado ao fim de cada etapa. Por fim, detalham-se as revisões narrativas e a revisão integrativa da literatura realizadas durante a elaboração desta tese.
- Capítulo 4. Resultados: apresenta-se o *framework* proposto com base nas etapas da DSRM. Primeiramente, explicita-se o ambiente, as teorias e a solução teórica do *framework*. Em seguida, detalham-se as etapas do *framework* como um guia de implementação para exploração do Capital *Alumni* com análises descritivas,

predictivas e prescritivas. Por fim, descreve-se a instanciação do *framework*, demonstrando-se os resultados alcançados.

- Capítulo 5. Conclusões, contribuições e trabalhos futuros: neste último capítulo, são apresentadas as conclusões sobre o trabalho realizado e as suas contribuições, bem como delinham-se os trabalhos futuros.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O presente capítulo aborda os conceitos dos temas tratados neste trabalho que fomentam a construção do *framework* proposto. A fundamentação teórica é constituída pela conceitualização dos temas Capital Intelectual, Ciência de Dados e Engenharia do Conhecimento, além da apresentação do conteúdo da revisão integrativa da literatura para identificar os objetivos da solução. A primeira seção traz a conceitualização embasada em uma revisão narrativa da literatura, complementada com elementos identificados na revisão integrativa da literatura com o intuito de situar e relacionar os temas do trabalho proposto. Por fim, apresenta-se o conteúdo do resultado da combinação desses conceitos na revisão integrativa da literatura, realizada com métodos sistemáticos e replicáveis por outros pesquisadores.

### 2.1 CONCEITUALIZAÇÃO

A conceitualização da fundamentação teórica trata dos conteúdos de referência para a elaboração da pesquisa descrita neste trabalho. Para realizar tal pesquisa, é importante fornecer as definições de cada um dos temas abordados na tese. Essas definições contribuem para o entendimento do contexto trabalhado e para a visão do autor sobre os temas relacionados. Adicionalmente, esta seção apresenta os conceitos utilizados para elaborar a revisão integrativa da literatura, com o objetivo de identificar os trabalhos que versam sobre os temas de interesse desta pesquisa.

#### 2.1.1 Definição de *alumni* e egressos

Ao se falar de *alumni* (em inglês) ou egressos, uma série de conceitos e significados são evocados. Por isso, uma breve descrição sobre esses termos é importante neste trabalho. Segundo o Cambridge Dictionary<sup>7</sup> e o Dictionary<sup>8</sup>, o termo em inglês *alumni* é o plural de *alumnus*, uma palavra com origem no latim que significa graduado ou ex-aluno de uma instituição educacional. Enquanto *alumnus* é usado para ex-aluno, o termo *alumna* é utilizado para ex-aluna. *Alumni* é um termo neutro, enquanto *alumnae* é o plural de um grupo composto de ex-alunas apenas.

---

<sup>7</sup> Cambridge Dic. Disponível em: <https://dictionary.cambridge.org/pt/dicionario/ingles/alumni>.

<sup>8</sup> Dictionary. Disponível em: <https://www.dictionary.com/e/alumni-vs-alumnus>.

Em português, de acordo com o dicionário Michaelis<sup>9</sup>, o termo *alumnus* está relacionado a aluno, derivado do latim. Por sua vez, *alumnus* (no plural, *alumni*) significa<sup>10</sup> em latim “criança de peito”, pupilo, discípulo. Esse mesmo conceito é trazido por Nunes (2017, p. 1): “[...] etimologicamente, aluno é aquele que está em processo de crescimento, alimentando-se, sob cuidado de outrem”. Nunes (2017) esclarece que, aqui no Brasil, comete-se um erro etimológico ligando equivocadamente o termo *alumnus* ao significado de “sem luz”, pois o prefixo “a” seria negação de *lumen*, “luz”.

No Brasil, comumente se chamam os ex-alunos graduados ou titulados de egressos, e esse é o termo utilizado na Plataforma Sucupira<sup>11</sup>, que cuida dos dados da pós-graduação brasileira. De acordo com o dicionário Priberam<sup>12</sup>, egresso é definido como um termo com origem no latim de *egressus*, “particípio passado de *egredior*, *egredi*, sair, afastar-se de, elevar-se”. Como adjetivo, egresso significa “que saiu, que se afastou” e “que deixou de fazer parte de uma comunidade”. Como substantivo, “indivíduo que deixou o convento” e “indivíduo que sai em liberdade depois de cumprir uma pena de prisão”.

Com base nessas premissas, nesta tese utiliza-se o termo *alumni* em inglês para indicar os assuntos relacionados aos egressos, ex-alunos titulados (*i.e.*, formalmente graduados) de IES ou de PPGs na construção do *framework* proposto. Essa decisão de usar o termo em inglês vai ao encontro da observação da semântica feita por Pacheco, Santos e Wahrhaftig (2020) e de outras teses em língua portuguesa (*i.e.*, português de Portugal) de Pedro (2018) e Santos (2018), que utilizaram *alumni* para indicar ex-alunos titulados ou associação de ex-alunos também em referência às comunidades *alumni* (*e.g.*, Alumni USP).

### 2.1.2 Capital Intelectual

Segundo Magrassi (2002), o Capital Intelectual (CI) está relacionado aos recursos e ao potencial que determina o valor e a competitividade de uma organização. O conceito de CI tem sido associado ao conhecimento organizacional e aos recursos intangíveis. O termo é amplamente discutido em uma vasta gama de estudos. Em várias disciplinas, criou-se uma série de definições, propriedades e atributos que podem ser considerados como parte do Capital Intelectual e dos ativos intangíveis (CHOONG, 2008).

---

<sup>9</sup> Michaelis. Disponível em: <https://michaelis.uol.com.br/>.

<sup>10</sup> *Alumnus* - Latino-Português. Disponível em: <https://www.dicionariolatino.com/pagina/64.pdf>.

<sup>11</sup> Plataforma Sucupira. Disponível em: <https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/index.xhtml>.

<sup>12</sup> Egresso – Dicionário Priberam. Disponível em: <https://dicionario.priberam.org/egresso>.

Para os autores Pedro, Leitão e Alves (2018a) e Kristandl e Bontis (2007), uma das primeiras menções registradas de ativos intangíveis pode ser encontrada em 1896, no trabalho de Lawrence Robert Dicksee. O termo Capital Intelectual, por sua vez, foi usado pela primeira vez por John Kenneth Galbraith em 1969, como observado por Bontis (1998). A importância do papel desempenhado pelos ativos intangíveis e pelo CI na determinação do desempenho organizacional também foi destacada por teóricos da inovação e gestão, como Schumpeter (1934) e Drucker (1995).

Em uma outra visão, Magrassi (2002) explica que a expressão Capital Intelectual foi mencionada pela primeira vez em 1990 por Thomas Stewart, editor sênior da revista Fortune. Edvinsson, nesse período, conheceu Stewart e apresentou seu trabalho de geração do primeiro balanço real de Capital Intelectual do mundo da Skandia, seguradora sueca para quem Edvinsson trabalhava. Edvinsson se inspirou no trabalho realizado por Karl-Erik Sveiby, com o título de *The Know-How Company*, de 1986. Segundo Magrassi (2002), Sveiby, Stewart e Edvinsson estão entre os pais dos trabalhos sobre gerenciamento do Capital Intelectual.

Como se pode notar, embora o termo tenha sido usado anteriormente na literatura aos trabalhos de Sveiby, Stewart e Edvinsson, uma onda de interesse foi observada quando empresas como a Skandia, a Down Chemicals e a Canadian Imperial Bank of Commerce “passaram a utilizar o termo como denominação geral para todos os recursos intangíveis de uma organização, percebendo que as ferramentas de gestão existentes não eram suficientes para as questões que vinham enfrentando” (COSER, 2012, p. 60). A literatura acumula estudos com termos diferentes para descrever as mesmas informações usadas em relação ao Capital Intelectual. Uma síntese dessas definições é apresentada pelos autores Kaufmann e Schneider (2004) no Quadro 2. A partir deste quadro, pode-se chegar ao menos a três conclusões que corroboram com a visão de Magrassi (2002) e de Choong (2008): 1) o Capital Intelectual é intangível; 2) é gerado a partir de um coletivo e por sua capacidade intelectual; e 3) tem o potencial de gerar valor, de ser convertido em lucro.

Quadro 2 – Termos e definições sobre Capital Intelectual

<b>Autor</b>	<b>Termo/conceito</b>	<b>Definição</b>
Itami (1991)	Ativos invisíveis	Incluem uma ampla gama de atividades, como tecnologia, confiança do consumidor, imagem de marca, cultura corporativa e habilidades de gestão
Hallpe (1992)	Ativo intangível	Ativos intangíveis são geradores de valor que transformam recursos produtivos em ativos de valor agregado

<b>Autor</b>	<b>Termo/conceito</b>	<b>Definição</b>
Smith (1994)	Propriedade intelectual	São todos os elementos de uma empresa comercial que existem além do capital de giro e dos ativos tangíveis. Depois do capital de giro e dos ativos tangíveis, eles são os elementos que fazem o negócio funcionar e, muitas vezes, são os principais contribuintes para o poder aquisitivo da empresa. Sua existência depende da presença, ou expectativa, de ganhos
Brooking (1997)	Capital Intelectual	Ativos de mercado, ativos centrados no ser humano, ativos de propriedade intelectual e ativos de infraestrutura
Edvinsson e Malone (1997)	Capital Intelectual e ativos intangíveis	Ativos intangíveis são aqueles que não têm existência física, mas ainda têm valor para a empresa. A posse de conhecimentos, experiência aplicada, tecnologia organizacional, relações com os clientes e habilidades profissionais proporcionam uma vantagem competitiva no mercado
Sveiby (1997)	Valores imateriais	O CI tem três dimensões (competência do funcionário, estrutura interna e estrutura externa). A combinação de ativos intangíveis que geram crescimento, renovação, eficiência e estabilidade na organização
Nahapiet e Ghoshal (1998)	Capital Intelectual	Ativos intangíveis como “conhecimento e capacidade de conhecer de uma coletividade social, como uma organização, comunidade intelectual ou prática profissional”
Stewart (1998)	Capital Intelectual	CI é material intelectual – conhecimento, informação, propriedade intelectual, experiência – que pode ser usado para criar riqueza – poder cerebral coletivo
Granstrand (1999)	Propriedade intelectual	PI é propriedade diretamente relacionada à criatividade, conhecimento e identidade de um indivíduo
Brennan e Connell (2000)	Capital Intelectual	Equidade baseada em conhecimento de uma empresa
Harrison e Sullivan (2000)	Capital Intelectual	Conhecimento que pode ser convertido em lucro

Fonte: adaptado de Kaufmann e Schneider (2004).

### 2.1.2.1 Estudo do Capital Intelectual ao longo dos anos

Ao longo dos anos, muitos estudos sobre Capital Intelectual foram realizados, permitindo que autores como Dabić *et al.* (2020), Pedro, Leitão e Alves (2018a) e Ferenhof *et al.* (2015) analisassem extensivamente o conteúdo publicado. Eles buscaram entender quais assuntos estavam relacionados ao Capital Intelectual, quais autores eram mais citados durante esses anos e quais tendências e temas emergentes estavam presentes na literatura sobre CI.

Dabić *et al.* (2020) conduziram uma análise bibliométrica do periódico *Journal of Intellectual Capital* (JIC)<sup>13</sup>. Pedro, Leitão e Alves (2018a) realizaram uma revisão sistemática da literatura para analisar as definições sobre o Capital Intelectual e seus componentes na literatura entre 1960 e 2016, examinando 777 artigos relacionados. Por fim, Ferenhof *et al.* (2015) investigaram o estado da arte sobre as dimensões do CI, realizando uma revisão sistemática da literatura com base em 386 documentos.

A análise feita pelos autores Dabić *et al.* (2020) permitiu mapear as tendências de estudo dos últimos 20 anos do periódico e destacou quatro tendências iniciais relacionadas ao CI: 1) CI e Capital Humano; 2) CI e divulgação; 3) CI e ativos intangíveis; e 4) CI e Gestão do Conhecimento. Já a análise realizada por Pedro, Leitão e Alves (2018a) identificou que os componentes mais comuns encontrados são: a) Capital Humano; b) Capital Estrutural; e c) Capital Relacional. Além dessa análise, o trabalho de Pedro, Leitão e Alves (2018a) também investigou as três dimensões que podem ser observadas no CI com relação aos seus níveis: a) organizacional; b) regional; e c) nacional.

Dabić *et al.* (2020) destacam que inicialmente os estudos no JIC abordavam o CI como um ativo intangível para empresas, mas ao longo do tempo assumiram conotações mais estruturadas, relacionadas à sustentabilidade e à criação de valor. Os estudos sobre CI começaram a surgir no meio acadêmico e defendiam a relevância do CI como um ativo intangível para uma empresa. Naquela época, o foco de pesquisa do CI estava intimamente ligado à pesquisa em Gestão do Conhecimento e era analisado na perspectiva da inovação. Deixando de considerar o CI apenas como um ativo intangível, pesquisadores expandiram esse tópico introduzindo estudos sobre inovação, países emergentes, ambientes virtuais e ensino superior (*i.e.*, que é o foco desta pesquisa).

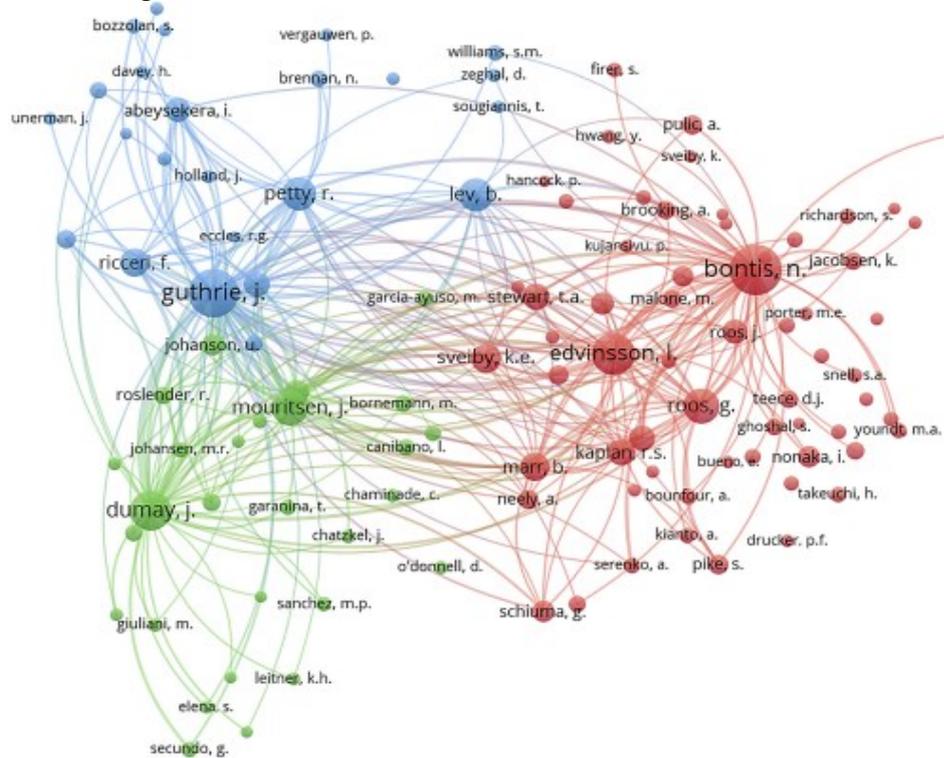
A Figura 1, apresentada por Dabić *et al.* (2020), mostra os autores mais citados ao longo de 20 anos de publicações do *Journal of Intellectual Capital*. São listados apenas os autores que receberam 50 ou mais citações. Já a Figura 2, também do mesmo trabalho, apresenta graficamente a coocorrência de palavras-chave em artigos publicados no JIC. A presença dominante do termo “Capital Intelectual” não surpreende, mas a conexão entre este termo e outros conceitos relacionados mostra a sua relevância em conexões acadêmicas importantes. Além de “Capital Intelectual”, palavras-chave como “Ativos Intangíveis”,

---

<sup>13</sup> O *Journal of Intellectual Capital* (JIC) é um periódico internacional que aborda os artigos relevantes do capital intelectual nas organizações. Esse periódico teve início em 2000 e possui fator de impacto em 2018 de 3,744 no *Journal Citation Reports* da Clarivate Analytics, colocando-o no Quartil 1 das categorias Negócios e Gestão.

“Gestão do Conhecimento” e “Capital Humano” possuem forte conexão com outros termos e conceitos.

Figura 1 – Autores mais citados sobre trabalhos de CI no JIC



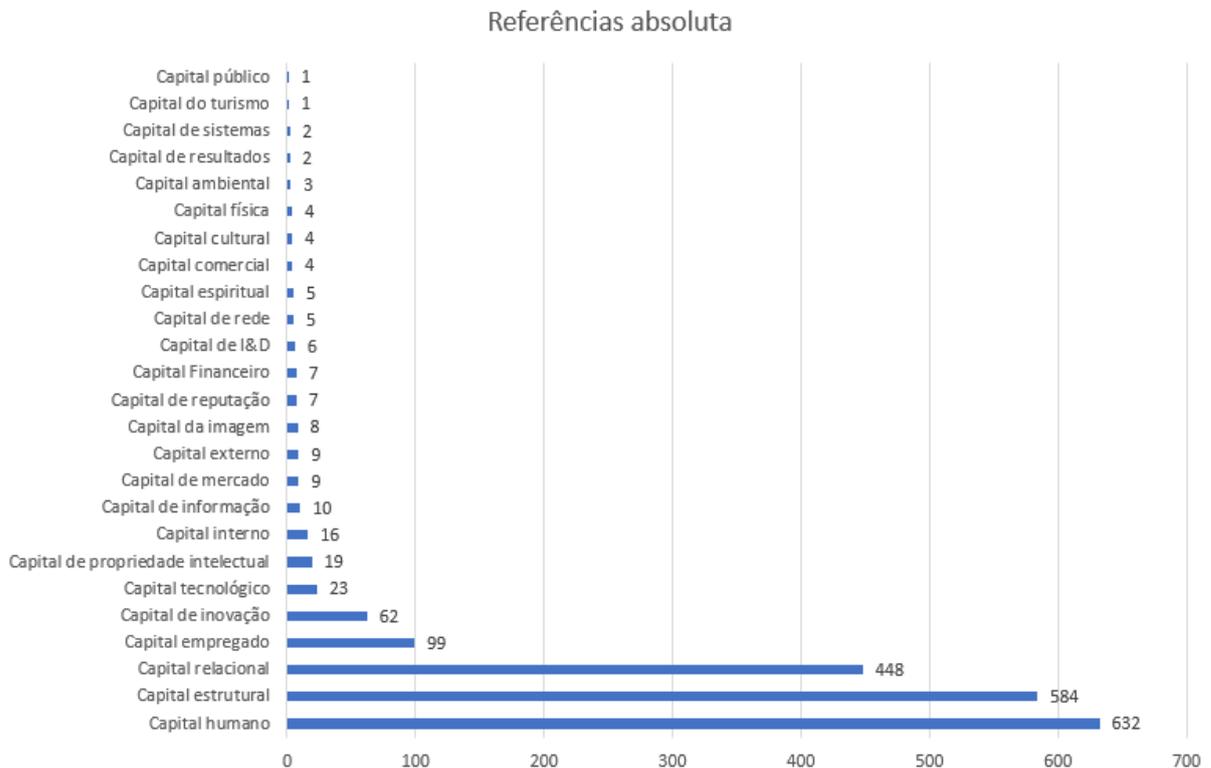
Fonte: Dabić *et al.* (2020, p. 463).

Pedro, Leitão e Alves (2018a) analisaram a evolução teórica acerca do Capital Intelectual e propuseram uma taxonomia de quatro fases temporais. A primeira fase foi caracterizada pelo desenvolvimento de um referencial teórico que enfatizava a importância do CI na criação e na gestão de vantagem competitiva sustentável em organizações. Já a segunda fase foi denominada “desenvolvimento apoiado por prova empírica”, na qual as abordagens de mensuração, gestão e comunicação de CI foram evidenciadas, assim como a conceituação de aspectos específicos do CI, como contabilidade, relatórios e mensuração. Nessa fase, foram criadas classificações específicas que ajudam a definir e agrupar os diferentes métodos de avaliação do CI. A terceira fase foi caracterizada por análises práticas com implicações mais profundas na gestão do CI, considerando tipos distintos de organização. Por fim, a quarta fase da taxonomia de Pedro, Leitão e Alves (2018a) envolveu o desenvolvimento do Capital Intelectual nas dimensões regionais e nacionais, especialmente no contexto dos ecossistemas. Os estudos relacionados a essa fase defendem uma abordagem que considera o equilíbrio entre medidas intelectuais e financeiras, a fim de criar uma visão mais holística da capacidade nacional de inovação e renovação da sociedade e da política. Para Pedro, Leitão e Alves



Segundo Pedro, Leitão e Alves (2018a), a identificação desses três elementos – Capital Humano, Capital Estrutural (*i.e.*, organizacional ou de processo) e Capital Relacional (*i.e.*, cliente, social, empresarial ou cognitivo) – como os componentes mais utilizados está de acordo com outra revisão sistemática da literatura sobre Capital Intelectual realizada pelos autores Ferenhof *et al.* (2015). Entretanto, embora Ferenhof *et al.* (2015) considerem Capital Relacional e Capital Social separadamente. Pedro, Leitão e Alves (2018a) afirmam que essa tríade é a preferida e mais utilizada por pesquisadores como Roos e Roos (1997), Subramaniam e Youndt (2005), Cabrita e Bontis (2008), Salonius e Käpylä (2013), Seleim e Bontis (2013), entre outros. Uma visão geral dos elementos que compõem o CH, CE e CR é apresentada no Quadro 3 e explicada em detalhes nas próximas seções.

Figura 3 – Elementos do CI mais citados em artigos



Fonte: adaptado de Pedro, Leitão e Alves (2018a).

Quadro 3 – Elementos do CH, CE e CR

Capital Humano	Capital Estrutural	Capital Relacional
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Perfil do funcionário</li> <li>• Diversidade de funcionários</li> <li>• Produtividade dos funcionários</li> <li>• Desenvolvimento do funcionário</li> <li>• Desenvolvimento da gestão</li> <li>• Flexibilidade do funcionário</li> <li>• Capacidade do funcionário</li> <li>• Rotatividade de funcionários</li> <li>• Educação</li> <li>• Compromisso e motivação</li> <li>• Desenvolvimento de treinamento/competência</li> <li>• Criação de valor</li> <li>• Prevenção de riscos ocupacionais</li> <li>• Habilidades, <i>know-how</i>, <i>expertise</i>, conhecimento, experiência</li> <li>• Aquisição de conhecimento</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Infraestrutura e capacidade</li> <li>• Função de suporte ao cliente</li> <li>• Procedimento comercial</li> <li>• Gestão da qualidade e melhorias</li> <li>• Cultura corporativa</li> <li>• Processos gerenciais</li> <li>• Sistemas de informação</li> <li>• Infraestrutura técnica</li> <li>• Sistemas de rede</li> <li>• Processo (qualidade e eficiência)</li> <li>• Estrutura organizacional</li> <li>• Tecnologia</li> <li>• Transparência</li> <li>• Flexibilidade</li> <li>• Estrutura de gestão e gestão estratégica</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Clientes, imagem e <i>stakeholders</i></li> <li>• Imagem e reputação da empresa</li> <li>• Relação pública</li> <li>• Conscientização do público</li> <li>• Publicações</li> <li>• Relações com o consumidor</li> <li>• Relacionamento com fornecedores</li> <li>• Relacionamento com as partes interessadas</li> <li>• Marcas</li> <li>• Qualidade e satisfação do cliente</li> <li>• Comunicação do cliente</li> <li>• Relações com investidores</li> <li>• Ação social, relacionamento social</li> <li>• Apoio à educação, cultura e inovação</li> <li>• Corporação e redes</li> </ul>

Fonte: adaptado de Tsui *et al.* (2014).

#### 2.1.2.2.1 Capital Humano

Em uma breve definição, o Capital Humano (CH) representa o “conhecimento tácito embutido na mente dos funcionários” (BONTIS, 1999, p. 444). São as habilidades não articuláveis necessárias para os membros da organização desempenharem as suas funções (BONTIS, 1998). O CH representa o fator humano na organização, a inteligência, as habilidades e as experiências que conferem à organização sua identidade, seu caráter distintivo.

De acordo com Edvinsson e Sullivan (1996), o CH é composto pelas pessoas que fazem parte da organização, incluindo proprietários, funcionários, contratados e fornecedores, e que trazem para ela suas habilidades, *know-how* e individualidades. O CH representa as capacidades individuais da organização para resolver problemas e pode ser considerado um dos principais elementos do CI de uma organização. Essa mesma visão é compartilhada por Sveiby (1998), que define o CH como o conhecimento, as habilidades e as competências que

os funcionários trazem para a organização, incluindo seu estudo, experiência, criatividade e capacidade de trabalhar em equipe. Para Sveiby (1998), o CH é um ativo intangível crítico que pode fornecer às empresas uma vantagem competitiva duradoura.

Bontis (1999) também segue a mesma linha de explicação e define que os elementos humanos da organização são aqueles capazes de aprender, mudar, inovar e fornecer o impulso criativo necessário que, se devidamente motivado, pode garantir a sobrevivência da organização a longo prazo. O CH é ligado às pessoas que formam a organização e se refere às competências, atitudes e agilidade intelectual, além de englobar as habilidades, as formações e o saber fazer (*know-how*) das pessoas.

Para formar o Capital Humano, Stewart (1998) defende que a organização deve utilizar a maior parte do tempo e talento das pessoas em atividades que atendam aos objetivos desse capital, como criar produtos ou melhorar os processos produtivos. Por isso, o autor argumenta que nem toda a força de trabalho de uma organização constitui o CH. A sua constituição é um desafio para as organizações, que podem empregar estratégias para o desenvolvimento dos recursos humanos ou para a atração de novos colaboradores com altos níveis de conhecimentos e habilidades.

Bontis (1999) explica que o CH é importante na organização porque constitui uma fonte de inovação e de renovação estratégica, seja de *brainstorming* em um laboratório de pesquisa, reengenharia de novos processos, aprimoramento de habilidades pessoais ou desenvolvimento de novos *leads*. A essência do CH é a inteligência dos membros da organização. Além disso, o autor explica que o CH é limitado ao conhecimento interno dos funcionários, o que o torna o componente mais difícil de codificar. Embora seja difícil mensurar o volume do CH, é importante para a organização investir no desenvolvimento e aprimoramento do conhecimento dos seus colaboradores. Para isso, pode-se lançar mão de estratégias como atração de novos talentos ou programas de desenvolvimento de recursos humanos.

#### 2.1.2.2.2 Capital Estrutural

O Capital Estrutural (CE), em breve definição, representa “as rotinas organizacionais do negócio” (BONTIS, 1999, p. 444). Por meio da estruturação de ativos intelectuais com os sistemas de informação, o CE permite que o *know-how* individual se torne propriedade do grupo, possibilitando a mensuração e o desenvolvimento do CI na organização (BONTIS,

1999). O CE é caracterizado pelo conhecimento incorporado nas rotinas da organização, com escopo interno à organização e externo ao do CH.

Sveiby (1998) descreve o CE em termos de processos e sistemas. Os processos se referem aos métodos de trabalho e procedimentos organizacionais que permitem que a empresa opere de forma eficiente e eficaz, enquanto os sistemas incluem tecnologia, *software*, infraestrutura física e outras ferramentas que as empresas usam para gerenciar seus processos de negócios. Para o autor, o CE é um ativo crítico para as empresas, pois é a base para o CH e, muitas vezes, é subestimado em sua importância, mas é uma fonte de valor para a organização.

Bontis (1999), nesse mesmo sentido, explica que os ativos de infraestrutura são compostos por tecnologias, metodologias e processos que permitem o funcionamento da organização. Alguns exemplos são as metodologias de avaliação de risco, os métodos de gestão da força de vendas, os bancos de dados de informações sobre o mercado ou clientes e os sistemas de comunicação, como e-mail e teleconferência. Esses elementos compõem a forma como a organização funciona.

Stewart (1998) explica que o CE é composto por três elementos: sistemas, processos e cultura. Sistemas incluem tecnologia, *software*, infraestrutura física e outras ferramentas que as empresas usam para gerenciar seus processos de negócios. Processos referem-se a métodos de trabalho e procedimentos organizacionais que permitem que a empresa opere de forma eficiente e eficaz. Cultura refere-se a valores, normas e crenças compartilhados pelos funcionários e pela organização em seu conjunto. Stewart (1998) também advoga que o CE é um elemento importante no contexto do CI, pois é base para outros componentes, como Capital Humano e Capital Relacional, e deve ser gerenciado de forma eficaz a fim de maximizar o valor da empresa.

Por último, Edvinsson e Sullivan (1996) entendem o Capital Estrutural como infraestrutura, processos, tecnologia e propriedade intelectual, classificando-o em dois componentes: 1) Capital de Processo e 2) Capital de Propriedade Intelectual. Já Edvinsson e Malone (1998) apresentam conceitos semelhantes para descrever o componente do Capital Estrutural (chamado de Capital Organizacional) e enfatizam que sua composição é formada por sistemas, processos e cultura. Os autores também argumentam que o CE é um componente crítico e que as empresas devem prestar atenção em como eles podem gerenciar e investir em seus ativos estruturais (EDVINSSON; MALONE, 1998).

### 2.1.2.2.3 Capital Relacional

Em uma breve definição, o Capital Relacional (CR) representa “o conhecimento embutido nas relações estabelecidas com o ambiente externo” (BONTIS, 1999, p. 444). O CR tem como foco os canais de mercado, os relacionamentos com clientes e fornecedores, bem como uma sólida compreensão dos impactos governamentais ou de associações do setor. Entender o que os clientes desejam em um produto ou serviço é o que distingue um líder de negócios de um seguidor (BONTIS, 1999). O CR é fundamental para estabelecer e manter relações duradouras com clientes, fornecedores e parceiros, e pode ser considerado uma fonte valiosa de vantagem competitiva para a organização.

Bontis (1998) afirmou que o Capital do Cliente, que foi denominado pelo autor como CR em 1999, é frequentemente chamado de “orientação para o mercado”. Essa orientação seria a geração de inteligência de mercado em toda a organização, incluindo as necessidades atuais e futuras dos clientes, bem como a disseminação horizontal e vertical de inteligência na organização para a ação e resposta ao mercado. De forma complementar, a orientação para o mercado consiste em três componentes comportamentais e em dois critérios de decisão: orientação para o cliente, orientação para o concorrente, coordenação interna da organização, foco de longo prazo e objetivo de lucro. Além disso, a orientação para o mercado envolve a geração e a disseminação de inteligência de mercado, bem como a ação gerencial.

Para Edvinsson e Sullivan (1996), o CE é uma junção de três itens: 1) valor do cliente, 2) lealdade do cliente e 3) satisfação do cliente. Os autores também descrevem esse componente como Capital do Cliente, relacionando-o com o valor que uma empresa cria ao cultivar relacionamentos duradouros e leais com seus clientes a fim de obter benefícios financeiros a longo prazo. Trata-se de um ativo intangível valioso para a empresa, pois é resultado do conhecimento, da experiência e das relações que a empresa tem com os seus clientes.

Sveiby (1998) descreve o CE como Estrutura Externa, que se refere ao valor que a empresa obtém a partir de suas relações com outras empresas, clientes, fornecedores e demais partes interessadas. Essa Estrutura Externa é composta por relações de mercado e humanas. As relações de mercado se referem às transações comerciais entre a empresa e seus clientes, fornecedores e outras partes interessadas. Já as relações humanas compreendem as relações informais e sociais que a empresa desenvolve com os seus funcionários, parceiros e outras partes interessadas.

Stewart (1998) explica o CE como Capital de Cliente, que está relacionado ao valor que a empresa obtém a partir de suas relações com seus clientes. Para o autor, o Capital de Cliente pode indicar o valor futuro de uma empresa, pois reflete a lealdade e o comprometimento dos clientes com a empresa. Stewart (1998) advoga que as empresas podem aumentar seu capital ao desenvolver relacionamentos mais profundos e duradouros com os clientes. Assim, devem oferecer aos clientes produtos e serviços de qualidade, atendendo suas necessidades e expectativas de maneira consistente.

### 2.1.3 Ciência de Dados

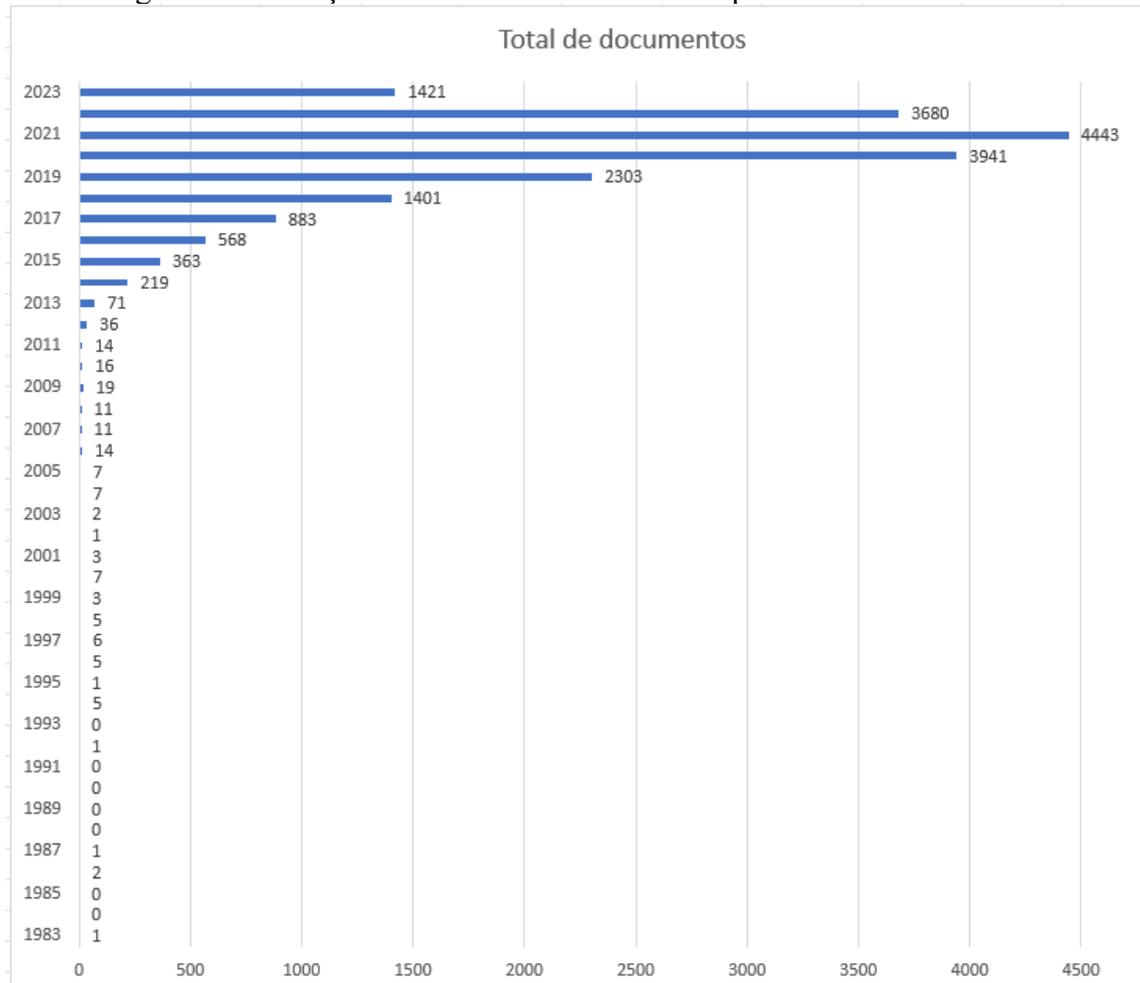
A Ciência de Dados é um campo de busca de evidências que combina dados com informações de domínio para gerar novos conhecimentos (YU; KUMBIER, 2020). Segundo os autores, o ciclo de vida da Ciência de Dados começa com um problema de domínio e se desenvolve por meio dos processos de coleta, gerenciamento, processamento, limpeza, exploração, modelagem e interpretação de resultados a partir de dados para orientar novas ações. Yu e Kumbier (2020) explicam que a Ciência de Dados requer o envolvimento humano, pessoas que entendem coletivamente o domínio e as ferramentas usadas para coletar, processar e modelar dados.

Para Sandes (2019), a Ciência de Dados é um novo campo da ciência decorrente de questões pragmáticas com base na necessidade de empresas e organizações para melhorar sua eficiência com foco nos dados. Nesse contexto, Sandes (2019) afirma que toda organização precisa de um processo de tomada de decisão e sugere que ferramentas de análise de dados sejam utilizadas para aprimorar esse processo, melhorando, dessa forma, a eficiência e a eficácia de seus processos produtivos de negócio. Sandes (2019) explica que a ampla disponibilidade de dados, aliada ao interesse em métodos para transformar dados em informação e, posteriormente, em conhecimento, põe a Ciência de Dados em evidência como uma atividade emergente para se obter vantagem competitiva.

De acordo com Cao (2016), o termo Ciência de Dados (*Data Science* em inglês) tem atraído cada vez mais atenção na literatura. Na Figura 4, por exemplo, pode-se ter uma visão da grande e rápida evolução de documentos relacionadas ao termo na base Scopus. Na visão do autor, a Ciência de Dados desenvolve metodologias, teorias, tecnologias e aplicações relevantes para a exploração dos dados. A Ciência de Dados, como campo científico, explora desde a captura, a criação, a representação, o armazenamento, a busca, o compartilhamento, a privacidade, a segurança, a modelagem, a análise, o aprendizado, a apresentação e a

visualização, até a integração entre recursos complexos heterogêneos e interdependentes para tomada de decisão em tempo real. Além disso, a Ciência de Dados permite a colaboração, a criação de valor e o suporte à tomada de decisão.

Figura 4 – Evolução de documentos na base Scopus sobre Ciência de Dados



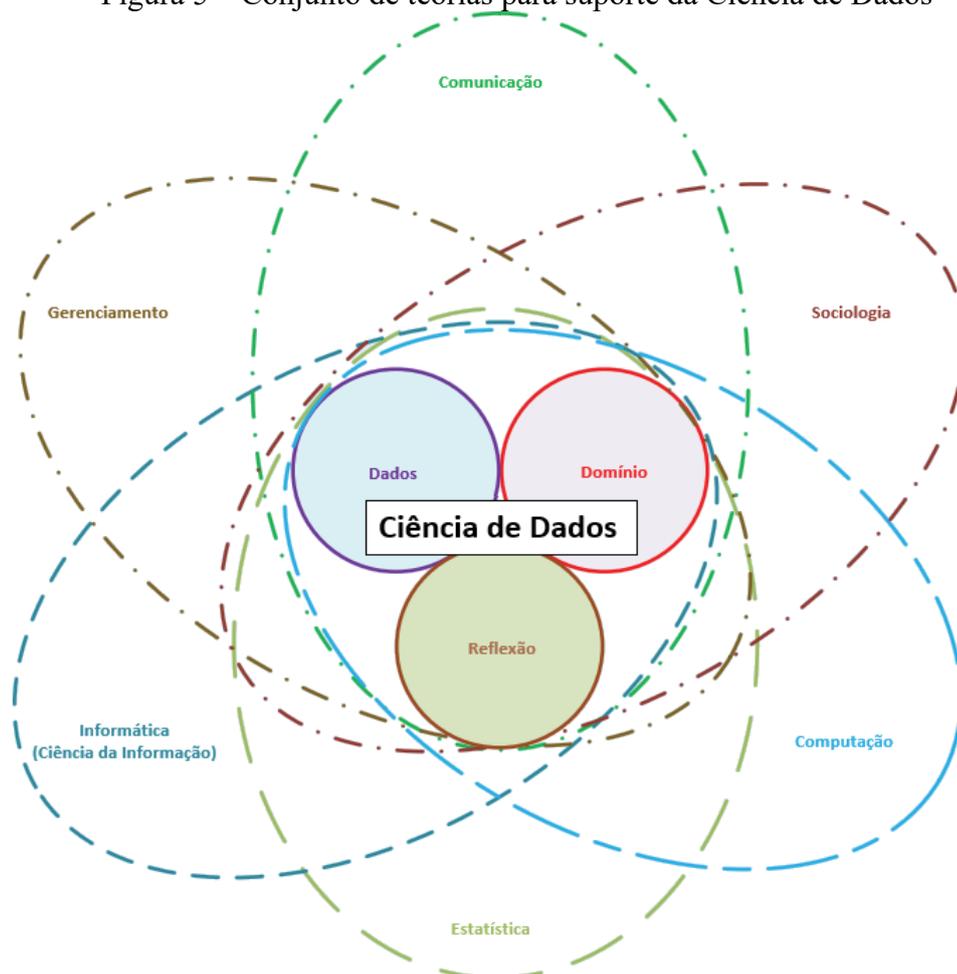
Fonte: elaborado pelo autor.

Cao (2016, 2017b) explica que a Ciência de Dados é um novo campo transdisciplinar que se baseia em uma série de disciplinas e corpos de conhecimento relevantes, sintetizando-os, incluindo Estatística, Informática, Computação, Comunicação, Gerenciamento e Sociologia, para estudar dados seguindo o “pensamento da Ciência de Dados”, conforme apresenta a Figura 5. O autor observa que diferentes questionamentos surgiram em comunidades científicas: “Como e por que a Ciência de Dados é diferente da Estatística?” e “Por que precisamos de Ciência de Dados quando há décadas temos Ciência da Informação?”. O autor afirma que, embora existam questionamentos sobre a área, não há dúvidas de que a Ciência de Dados está impulsionando uma nova era de pensamento, pesquisa, prática e

educação orientados por dados que vai muito além da amplitude e profundidade dos esforços anteriores.

Ainda no que tange à definição de Ciência de Dados, com o crescente interesse sobre o tema, várias definições emergiram na literatura. Definições da Ciência de Dados quanto à sua multidisciplinaridade (KAMPAKIS, 2020; RASHEVA-YORDANOVA; ILIEV; NIKOLOVA, 2018), interdisciplinaridade (CAO, 2016; SKIENA, 2017; AALST, 2016) e transdisciplinaridade (CAO, 2017b; YU; KUMBIER, 2020) mostram as diferentes visões sobre esse campo. Assim, observa-se um ponto comum nessas definições: o mais importante desse campo emergente, independentemente das disciplinas envolvidas, é o entendimento de fenômenos reais a partir dos dados. Nas considerações finais do capítulo (ver seção 2.3.1), há uma conciliação entre essas diferentes visões sobre multidisciplinaridade, interdisciplinaridade e transdisciplinaridade. O Quadro 4 apresenta um resumo sobre essas definições sobre Ciência de Dados encontradas na literatura.

Figura 5 – Conjunto de teorias para suporte da Ciência de Dados



Fonte: adaptado de Cao (2017b, p. 60).

Quadro 4 – Definições sobre Ciência de Dados

Autor	Definição
Provost e Fawcett (2013b)	“Em alto nível, a Ciência de Dados é um conjunto de princípios fundamentais que apoiam e orientam a extração baseada em princípios de informações e conhecimento dos dados. Possivelmente, o conceito mais relacionado à Ciência de Dados é a Mineração de Dados – a extração real de conhecimento de dados por meio de tecnologias que incorporam esses princípios.”
Donoho (2017)	“Ciência de Dados é a ciência de aprender com dados; estuda os métodos envolvidos na análise e processamento de dados e propõe tecnologia para aprimorar métodos de forma baseada em evidências.”
Aalst (2016)	“A Ciência de Dados é um campo interdisciplinar com o objetivo de transformar dados em valor real. Os dados podem ser estruturados ou não estruturados, grandes ou pequenos, estáticos ou em <i>streaming</i> . O valor pode ser fornecido na forma de previsões, decisões automatizadas, modelos aprendidos a partir de dados ou qualquer tipo de visualização de dados que forneça <i>insights</i> .”
EMC EDUCATION SERVICES (2015)	“A Ciência de Dados tende a usar dados desagregados de uma forma mais prospectiva e exploratória, com foco em analisar o presente e permitir decisões sobre o futuro.”
Yu e Kumbier (2020)	“Ciência de Dados é um campo de busca de evidências que combina dados com informações de domínio para gerar novos conhecimentos.”
Waller e Fawcett (2013)	“Ciência de Dados é a aplicação de métodos quantitativos e qualitativos para resolver problemas relevantes e prever resultados.”
Rasheva-Yordanova, Iliev e Nikolova (2018)	“O conceito básico da Ciência de Dados é a extração de conhecimento útil dos dados para resolver problemas de negócios que podem ser tratados sistematicamente seguindo um processo com etapas relativamente bem definidas. Os resultados dos dados científicos requerem uma consideração cuidadosa do contexto em que serão utilizados na relação entre o problema do negócio e a decisão de análise.”
Kampakis (2020)	“A Ciência de Dados é um conceito para unificar estatísticas, análise de dados, aprendizado de máquina e seus métodos relacionados para entender e analisar fenômenos reais com dados.”
Dhar (2013)	“A Ciência de Dados é o estudo da extração generalizável de conhecimento a partir de dados.”
Godsey (2017)	“A Ciência de Dados é a extração de conhecimento de dados”
Kanter (2015)	“A Ciência de Dados é um esforço de derivar <i>insights</i> , conhecimento e modelos preditivos de dados.”

<b>Autor</b>	<b>Definição</b>
Cao (2017b)	“A Ciência de Dados é um tipo de “ciência da inteligência” que visa transformar dados em conhecimento, inteligência e sabedoria.”
Hayashi (1998)	“A Ciência de Dados não é apenas um conceito sintético para unificar estatísticas, análise de dados e seus métodos relacionados, mas também compreende seus resultados. A Ciência de Dados pretende analisar e entender fenômenos reais com dados. Em outras palavras, o objetivo da Ciência de Dados é revelar as características ou a estrutura oculta de fenômenos naturais, humanos e sociais compilados com dados de um ponto de vista diferente da teoria e método estabelecidos ou tradicionais. Este ponto de vista implica formas de pensar multidimensionais, dinâmicas e flexíveis.”
Hassani e Silva (2023)	“Ciência de dados, que envolve coletar, analisar e interpretar dados para extrair <i>insights</i> e melhorar os processos de tomada de decisão, é definida como ‘o estudo científico da criação, validação e transformação de dados para criar significado.’”
Ding, Yu e Hang (2023)	“Representa o estudo da extração de conhecimento e inferência a partir de dados. Uma variedade de técnicas de Ciência de Dados foi desenvolvida para melhorar, lidar e aproveitar dados heterogêneos e em grande escala.”

Fonte: elaborado pelo autor.

Entende-se que a definição de Yu e Kumbier (2020) representa bem o conceito sobre Ciência de Dados e possui aderência à Engenharia do Conhecimento, área ligada ao Programa de Pós-Graduação deste trabalho. Nas considerações finais (ver seção 2.3.1), há uma conciliação entre essas diferentes definições. Ao buscar definições sobre a Ciência de Dados, vários termos associados são encontrados na literatura. Desse modo, o Quadro 5 apresenta os termos-chave relacionados à Ciência de Dados com base em Cao (2017a).

Quadro 5 – Temos associados à Ciência de Dados

<b>Termo em inglês</b>	<b>Termo em português</b>	<b>Definição</b>
<i>Advanced Analytics ou Big Data Analytics</i>	Análise avançada ou Análise de <i>Big Data</i>	Refere-se às teorias, tecnologias, ferramentas e aos processos que permitem uma compreensão profunda e descoberta de <i>insights</i> a partir de <i>Big Data</i> , os quais não podem ser alcançados por teorias, tecnologias, ferramentas e processos tradicionais de análise e processamento de dados.
<i>Big Data</i>	Grande quantidade de dados	Refere-se a dados que são muito grandes e/ou complexos para serem tratados de forma eficaz e eficiente por teorias, tecnologias e ferramentas tradicionais relacionadas à análise de dados.
<i>Data Analysis</i>	Análise de dados	Refere-se ao processamento de dados por teorias, tecnologias e ferramentas tradicionais ( <i>e.g.</i> , estatísticas clássicas, matemáticas ou lógicas) para obter informações úteis e com fins práticos.

<b>Termo em inglês</b>	<b>Termo em português</b>	<b>Definição</b>
<i>Data Analytics</i>	Análise de dados	Refere-se às teorias, tecnologias, ferramentas e aos processos que permitem uma compreensão profunda e descoberta de <i>insights</i> ligada a dados. A análise de dados consiste em análise descritiva, análise preditiva e análise prescritiva.
<i>Data Scientist</i>	Cientista de dados	Refere-se às pessoas cujas funções se concentram muito em dados.
<i>Descriptive Analytics</i>	Análise descritiva	Refere-se ao tipo de análise de dados que normalmente utiliza estatísticas para descrever os dados usados para obter informações ou para outros fins úteis.
<i>Predictive Analytics</i>	Análise preditiva	Refere-se ao tipo de análise de dados que faz previsões sobre eventos futuros desconhecidos e divulga os motivos por trás deles, normalmente por análise avançada.
<i>Prescriptive Analytics</i>	Análise prescritiva	Refere-se ao tipo de análise de dados que otimiza as indicações e recomenda ações para a tomada de decisão inteligente.
<i>Explicit Analytics</i>	Análise explícita	Concentra-se em análises descritivas normalmente por meio de relatórios, alertas e previsões.
<i>Implicit Analytics</i>	Análise implícita	Concentra-se em análises profundas, normalmente por modelagem preditiva, otimização, análise prescritiva e entrega de conhecimento útil.
<i>Deep Analytics</i>	Análise profunda	Refere-se à análise de dados que pode adquirir uma compreensão profunda do porquê e de como as coisas aconteceram, estão acontecendo ou acontecerão, o que não pode ser abordado pela análise descritiva.

Fonte: adaptado de Cao (2017a, p. 4).

Com relação ao termo *Analytics*, em português análise, termo também correlacionado à Ciência de Dados, os autores Sharda, Delen e Turban (2020) argumentam que o termo substituiu amplamente os conceitos anteriores das tecnologias de apoio à decisão que estavam disponíveis sob diferentes rótulos no passado, como, por exemplo, *Business Intelligence*. A visão de como analisar todos os dados para entender o que está acontecendo, o que acontecerá e como tirar o melhor proveito disso foi encapsulada pelo INFORMS<sup>14</sup> ao propor três níveis de análise apresentados na Figura 6.

<sup>14</sup> INFORMS - Institute for Operations Research and the Management Sciences (em português Instituto de Pesquisa Operacional e Ciências da Administração) é uma sociedade internacional para profissionais nas áreas

Figura 6 –Tipos de análise e Business Analytics



Fonte: adaptado de Sharda, Delen e Turban (2020, p. 31).

Um ponto importante observado pelos autores Gibert *et al.* (2018) é a diferença entre Ciência de Dados, Ciência da Computação, Estatística, Mineração de Dados e *Big Data Analytics*. Por mais que sejam termos muitas vezes correlacionados, a Ciência de Dados utiliza-se dos outros campos para o seu benefício e para a sua tarefa de transformar dados em conhecimento relevante para tomada de decisão.

Essencialmente, a Ciência de Dados é mais ampla do que esses campos [Ciência da Computação, Estatística, Mineração de Dados e *Big Data Analytics*], mas pode fazer uso de todos eles. Por exemplo, a Ciência de Dados não se preocupa, necessariamente, com o tamanho dos dados que estão sendo processados, mas, sim, com transformar dados em valor agregado para o usuário final e extrair conhecimento relevante de dados provenientes de fenômenos complexos. Onde os dados são abundantes, a Ciência de Dados usa técnicas do *Big Data Analytics* para realizar partes de seu fluxo de trabalho. Da mesma forma, o processo de Mineração de Dados funciona bem para o desenvolvimento geral de alguns aplicativos de Ciência de Dados. Métodos estatísticos robustos são necessários na maioria das aplicações de Ciência de Dados, mas a heterogeneidade, a complexidade e a quantidade dos dados podem exigir soluções potencialmente inovadoras da Ciência da Computação. (GIBERT *et al.*, 2018, p. 7).

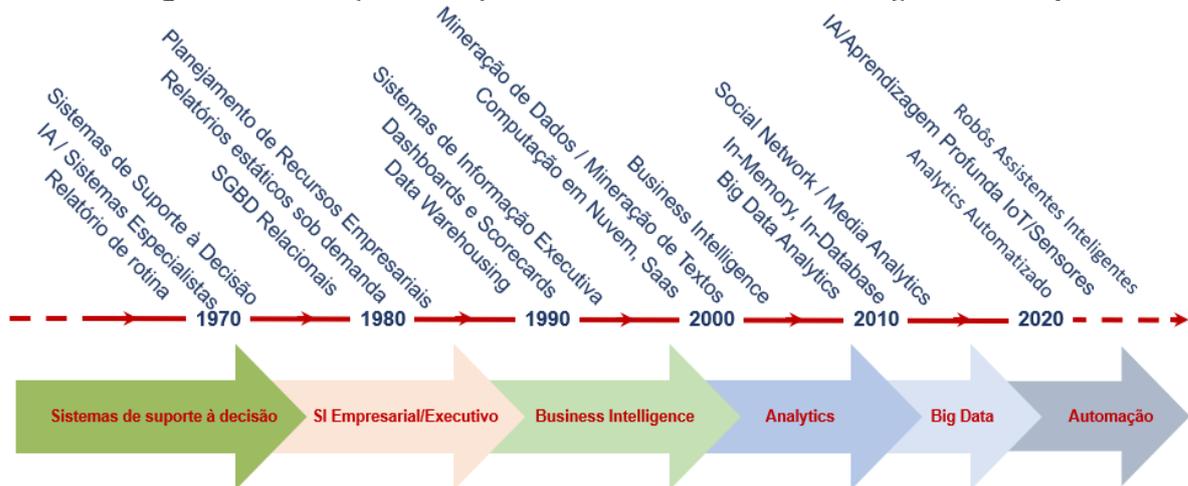
Por fim, no tocante à visão gerencial de projetos de análise de dados com a aplicação de *Business Intelligence*, *Analytics* e Ciência de Dados, os autores Sharda, Delen e Turban

---

de pesquisa operacional, ciência da gestão e ciência da análise. Foi criado em 1995 com a fusão da Operations Research Society of America (ORSA) e do Institute of Management Sciences (TIMS).

(2020) apresentam uma perspectiva histórica focada em tecnologias, áreas e disciplinas que ajudaram as empresas a transformarem os seus dados em informações e conhecimentos úteis aos negócios. Essa visão histórica apresentada na Figura 7 conta a evolução da tecnologia a partir da década de 1970 até 2020.

Figura 7 – Evolução do Suporte à Decisão, *Business Intelligence* e *Analytics*



Fonte: adaptado de Sharda, Delen e Turban (2020, p. 22).

### 2.1.3.1 A origem da Ciência de Dados

Apesar de se tratar de uma disciplina relativamente nova e de ter se tornado popular na academia e na literatura, a origem do termo Ciência de Dados é antiga. O termo foi usado inicialmente na década de 1960 pelo dinamarquês Peter Naur, um pioneiro na programação de *software* (CAO, 2017a; GIBERT *et al.*, 2018; SUNDARESAN, 2017). Naur utilizou o termo para significar o processamento de dados na área da Ciência da Computação. Em 1968, Naur utilizou o termo Datalogy para se referir à “ciência dos dados e dos processos de dados” (NAUR, 1968).

Em 1974, Naur refinou sua definição de Ciência de Dados como “a Ciência de Dados é a ciência para lidar com dados [...] enquanto a relação dos dados com o que eles representam é delegada a outros campos e ciências” (NAUR, 1974). Embora essas definições de Peter Naur não correspondam ao sentido moderno do termo (DONOHO, 2017), elas inspiraram o movimento de exploração abrangente do conteúdo e desenvolvimento científico da Ciência de Dados (CAO, 2017a).

Cao (2017a) explica que a evolução do termo Ciência de Dados começou a partir da comunidade de Estatística e Matemática, com a evolução do termo Análise de Dados por Tukey (1962) em seu trabalho *The Future of Data Analysis*. Nesse trabalho, Tukey (1962, p. 63) afirma que “a análise de dados é intrinsecamente uma ciência empírica”.

Com os trabalhos de Morrell (1968) e Tukey (1977), a ênfase foi colocada no uso de dados para sugerir hipóteses adequadas para a realização de testes dessas hipóteses. Cao (2017a) argumenta que essa ênfase nos dados contribuiu para o surgimento do termo “descoberta orientada por dados” em 1989 com o primeiro *workshop* sobre *Knowledge Discovery in Databases* (KDD), em português Descoberta de Conhecimento em Bancos de Dados (KDD89, 1989).

Em conferências sobre KDD e outras de Mineração de Dados, a descoberta de conhecimento orientada a dados foi adotada como um dos principais temas desses eventos (CAO, 2017a). Desde então, termos-chave como Mineração de Dados, Descoberta de Conhecimento (FAYYAD; PIATETSKY-SHAPIRO; SMYTH, 1996) e Análise de Dados (VANCE, 2011) têm sido cada vez mais reconhecidos na Ciência da Computação e em outras áreas e disciplinas. Hoje, muitas conferências e *workshops* regionais e internacionais sobre Análise de Dados e Aprendizado de Máquina foram criados, além dos eventos reconhecidos como o SIGKDD<sup>15</sup>, a ICML<sup>16</sup>, a NIPS<sup>17</sup> e a JSM<sup>18</sup>.

Em 2001, um plano de ação que expandiria as áreas técnicas da Estatística para a Ciência de Dados foi sugerido por William Cleveland em seu trabalho *Data science: An action plan for expanding the technical areas of the field of statistics* (2001). Em termos de conferências globais, a DSAA<sup>19</sup> se estabeleceu em 2014 para discutir a Ciência de Dados e a Análise de Dados com o apoio da indústria e de associações como IEEE, ACM e ASA.

Em resumo, conforme argumenta Cao (2017a), o desenvolvimento de Mineração de Dados, Descoberta de Conhecimento e Aprendizado de Máquina, juntamente com a Análise de Dados (*Data Analysis*) e a Análise Descritiva, formaram o conceito geral de Análise de

---

<sup>15</sup> SIGKDD - International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining, em português Conferência Internacional sobre Descoberta de Conhecimento e Mineração de Dados. É publicada pela ACM e amplamente considerada o fórum mais influente para descoberta de conhecimento e pesquisa de mineração de dados. Originou-se da International Joint Conferences on Artificial Intelligence (IJCAI) e se tornou independente em 1995.

<sup>16</sup> ICML - International Conference on Machine Learning, em português Conferência Internacional sobre Aprendizado de Máquina. É considerada uma das principais conferências acadêmicas internacionais sobre Aprendizado de Máquina.

<sup>17</sup> NIPS - Conference and Workshop on Neural Information Processing Systems, em português Conferência e Workshop sobre Sistemas de Processamento de Informação Neural é uma conferência de aprendizado de máquina e neurociência computacional.

<sup>18</sup> JSM - Joint Statistical Meetings é uma conferência profissional e acadêmica para estatísticos realizada anualmente desde 1840.

<sup>19</sup> DSAA - IEEE International Conference on Data Science and Advanced Analytics, em português Conferência Internacional de Ciência de Dados e Análise Avançada da IEEE. Trata-se do principal fórum de Ciência de Dados apoiado em conjunto por IEEE, ACM, ASA e CCF.

Dados (*Data Analytics*). A *Data Analysis* concentrou-se no processamento de dados, enquanto a *Data Analytics* é utilizada para examinar dados de forma quantitativa e qualitativa com o objetivo de tirar novas conclusões ou *insights*, ou para extrair e provar hipóteses que possam ser confirmatórias ou baseadas em fatos sobre essas informações para tomada de decisão e ação. O *Data Analytics* aplicado ao domínio “formaram a pedra angular da Ciência de Dados” (CAO, 2017a, p. 5).

Com base nos autores Cao (2017a, p. 3-6), Gibert *et al.* (2018, p. 5-6), Gu e Zhang (2014, p. 815-816) e Press (2013), os marcos dos eventos, os trabalhos e as conferências que resultaram no conceito moderno de Ciência de Dados são contados a seguir e incluem novos elementos em relação aos apresentados nesta seção sobre a origem da Ciência de Dados.

- **1962:** Tukey escreve em *The Future of Data Analysis* que “a análise de dados é intrinsecamente uma ciência empírica”.
- **1968:** Naur introduz a *Datalogy* como “a Ciência dos Dados e dos processos de dados”.
- **1968:** Morrel promove o uso do processamento da informação e enfatiza o uso de dados para sugerir hipóteses adequadas.
- **1974:** Naur refinou a definição de Ciência de Dados para: “a Ciência de Dados é a ciência para lidar com dados [...] enquanto a relação dos dados com o que eles representam é delegada a outros campos e ciências”.
- **1977:** foi fundada a IASC<sup>20</sup> com a missão de conectar a metodologia da Estatística tradicional com a tecnologia da Ciência da Computação e o conhecimento de especialistas de domínio para converter dados em informação e conhecimento.
- **1977:** Tukey publicou a *Análise Exploratória de Dados*, argumentando que era preciso dar mais ênfase ao uso de dados para sugerir hipóteses a serem testadas e que a *Análise Exploratória de Dados* e a *Análise Confirmatória de Dados* “podem – e devem – prosseguir lado a lado”.
- **1989:** Piatetsky-Shapiro organiza e preside o primeiro *workshop* de Descoberta de Conhecimento em Bancos de Dados (KDD).
- **1996:** os membros da IFCS<sup>21</sup> usam pela primeira vez o termo Ciência de Dados no título da sua conferência bienal *Data Science, Classification, and Related Method*.

---

<sup>20</sup> IASC - International Association for Statistical Computing, em português Associação Internacional de Computação Estatística.

<sup>21</sup> IFCS - International Federation of Classification Societies, em português Federação Internacional de Sociedades Classificadoras,

- **1996** Fayyad, Piatetsky-Shapiro e Smyth publicam *From Data Mining to Knowledge Discovery in Databases*. Os autores explicam que KDD se refere ao processo geral de descoberta de conhecimento útil a partir de dados e que Mineração de Dados diz respeito a uma etapa específica desse processo. A Mineração de Dados é a aplicação de algoritmos específicos para extrair padrões de dados.
- **1997**: a revista *Data Mining and Knowledge Discovery* é lançada; a inversão da ordem dos dois termos em seu título reflete a ascendência da Mineração de Dados como a maneira mais popular de designar “extração de informações de grandes bancos de dados”.
- **1997**: Jeff Wu questiona se a Estatística deveria ser renomeada para Ciência de Dados com a palestra intitulada “*Statistics = Data Science?*”, apresentada em novembro na Universidade de Michigan.
- **1999**: Zahavi é citado em *Mining Data for Nuggets of Knowledge*: “Os métodos estatísticos convencionais funcionam bem com pequenos conjuntos de dados. Os bancos de dados de hoje, no entanto, podem envolver milhões de linhas e dezenas de colunas de dados. A escalabilidade é um grande problema na Mineração de Dados.
- **2001**: Cleveland publica *Data Science: An Action Plan for Expanding the Technical Areas of the Field of Statistics*. É um plano “para ampliar as grandes áreas de trabalho técnico do campo da Estatística. Como o plano é ambicioso e implica mudanças substanciais, o campo alterado será chamado de Ciência de Dados”. Cleveland coloca a nova disciplina proposta no contexto da Ciência da Computação e do trabalho contemporâneo em Mineração de Dados.
- **2001**: Doug Laney, analista da Gartner, introduz o conceito dos 3Vs do *Big Data* (Volume, Variedade e Velocidade).
- **2002**: *Data Science Journal* foi lançado pelo Comitê de Dados para Ciência e Tecnologia (CODATA) do Conselho Internacional de Ciência (ICSU).
- **2003**: lançamento do *Journal of Data Science*: “Por Ciência de Dados queremos dizer quase tudo que tem algo a ver com dados: coletar, analisar, modelar”.
- **2005**: Davenport, Cohen e Jacobson publicam *Competing on Analytics*, descrevendo “o surgimento de uma nova forma de competição baseada no uso extensivo de análises, dados e tomada de decisão baseada em fatos [...] Em vez de competir em fatores tradicionais, as empresas estão começando a empregar análises estatísticas, quantitativas e modelagem preditiva como elementos primários da competição”.

- **2008:** o JISC<sup>22</sup> publica o relatório final de um estudo que encomendou para “examinar e fazer recomendações sobre o papel e o desenvolvimento de carreira dos cientistas de dados e o fornecimento associado de habilidades especializadas de curadoria de dados para a comunidade de pesquisa”.
- **2009:** é publicado o relatório *Harnessing the Power of Digital Data for Science and Society*. Muitas disciplinas estão vendo o surgimento de um novo tipo de especialista em Ciência de Dados.
- **2009:** Borne e outros astrofísicos apresentam um artigo intitulado *The Revolution in Astronomy Education: Data Science for the Masses*.
- **2010:** Loukides escreve em *What is Data Science?* “O cientista de dados atua de forma interdisciplinar e pode lidar com todos os aspectos de um problema, desde a coleta inicial de dados e condicionamento de dados até a obtenção de conclusões”.
- **2010:** Mason e Wiggins escrevem em *A Taxonomy of Data Science*: “A Ciência de Dados é claramente uma mistura de artes de *hackers* [...] Requer decisões criativas e mente aberta em um contexto científico”.
- **2011:** Warden escreve em *Why the term ‘data science’ is flawed but useful* (em português: “por que o termo Ciência de Dados é falho, mas útil”): “Não há um limite amplamente aceito para o que está dentro e fora do escopo da Ciência de Dados. As pessoas tendem a trabalhar além das especialidades restritas que dominam o mundo corporativo e institucional, lidando com tudo, desde encontrar os dados, processá-los em escala, visualizá-los e escrevê-los como uma história. Eles também parecem começar analisando o que os dados podem dizer a eles e, em seguida, escolhendo tópicos interessantes a seguir, em vez da abordagem tradicional do cientista de escolher o problema primeiro e depois encontrar dados para lançá-lo”.
- **2011:** Smith escreve em “*Data Science’: What’s in a name?*” “Acho que a Ciência de Dados descreve melhor o que realmente fazemos: uma combinação de *hacking* de computador, análise de dados e resolução de problemas”.
- **2011:** Graham fala sobre “A Arte da Ciência de Dados”. O autor diz: “Para florescer no novo ambiente intensivo de dados da ciência do século 21, precisamos desenvolver novas habilidades”.

---

<sup>22</sup> JISC é uma empresa sem fins lucrativos do Reino Unido que fornece serviços de rede e TI bem como recursos digitais em apoio a Instituições de Ensino Superior e Pesquisa.

- **2011:** Harris escreve em *“Data Science, Moore’s Law, and Moneyball”*: “A Ciência de Dados é definida como o cientista de dados faz. O que os cientistas de dados fazem foi muito bem abordado e abrange desde a coleta de dados e *mugging*, passando pela aplicação de estatísticas e aprendizado de máquina e técnicas relacionadas, até a interpretação, comunicação e visualização dos resultados”.
- **2012:** Davenport e Patil publicam *Data Scientist: The Sexiest Job of the 21st Century* na Harvard Business Review.
- **2013:** IEEE TF-DSAA<sup>23</sup> promove uma rede de pesquisa e prática interdisciplinar e transdisciplinar, criando uma comunidade de prestígio para se concentrar em pesquisa, educação/treinamento, desenvolvimento, engajamento, negócios e aplicações de *Big Data*, Ciência de Dados e análise avançada.
- **2014:** a Conferência Internacional de Ciência de Dados e Análise Avançada (DSAA) é criada.
- **2015:** a Casa Branca dos Estados Unidos da América nomeou o primeiro cientista de dados chefe dos EUA.
- **2015:** JDSA<sup>24</sup> é lançado pela Springer.
- **2015:** IJDS<sup>25</sup> é lançado.
- **2020:** IJoDS<sup>26</sup> é lançado.
- **2022:** Davenport e Patil publicam *“Is Data Scientist Still the Sexiest Job of the 21st Century?”* na *Harvard Business Review*: “Os cientistas de dados devem contribuir para a coleta apropriada de dados, análise responsável, modelos totalmente implantados e resultados de negócios bem-sucedidos”.

Com esse histórico é possível observar que a Ciência de Dados evoluiu a partir de diversas áreas e técnicas. A Mineração de Dados teve um importante papel nessa jornada até o reconhecimento da interdisciplinar Ciência de Dados moderna. Conforme observado por Provost e Fawcett (2013b, p. 52), a Mineração de Dados é um dos conceitos que mais se relaciona à Ciência de Dados, com a “extração real de conhecimento de dados por meio de tecnologias que incorporam esses princípios”. Na retrospectiva da área de Mineração de

---

<sup>23</sup> IEEE TF-DSAA Task Force on Data Science and Advanced Analytics, em português Força-Tarefa IEEE em Ciências de Dados e Análise Avançada.

<sup>24</sup> JDSA - International Journal of Data Science and Analytics.

<sup>25</sup> IJDS - International Journal of Data Science.

<sup>26</sup> IJoDS - International Journal of Data Science.

Dados, a Ciência de Dados também é mencionada (LI, 2016). Com a Figura 8, é possível observar a convergência da história entre a Ciência de Dados e a Mineração de Dados.

Figura 8 – História da Mineração de Dados



Fonte: adaptado de Li (2016).

### 2.1.3.2 O cientista de dados

O cientista de dados “é o profissional que usa métodos científicos para liberar e criar significado a partir de dados brutos” (DONOHO, 2017, p. 746). Segundo Davenport e Patil (2012), o termo “cientista de dados” foi cunhado em 2008 por DJ Patil e Jeff Hammerbacher, respectivos líderes de esforços em dados e em análises no LinkedIn e no Facebook. Segundo o autor, o cientista de dados é um profissional de alto nível de formação e curiosidade para fazer descobertas no mundo do *Big Data*. Sua aparição no cenário dos negócios reflete o fato de que as empresas estão com informações que vêm em variedades e volumes antes não

encontrados e que precisam de profissionais especializados para fazerem descobertas, então se aprofundam nos dados das empresas.

O papel de cientista de dados ganhou um apelo comercial, sendo, inclusive, mencionado como uma das profissões mais “*sexy*” do século XXI (DAVENPORT; PATIL, 2012). Nesse contexto, o termo *sexy* se refere a ter qualidades específicas e escassas no mercado, conforme explicam Davenport e Patil (2012, p. 9): “Eles são difíceis e caros de contratar e, dado o mercado muito competitivo para seus serviços, difíceis de reter. Simplesmente não há muitas pessoas com sua combinação de formação científica e habilidades computacionais e analíticas”.

Essas habilidades computacionais e analíticas do cientista de dados podem conflitar com outro papel importante na análise de dados: o analista de dados. Enxerga-se uma área de sombra entre os papéis de ambos os profissionais. Os autores Sharda, Delen e Turban (2020) buscaram diferenciar esses papéis. Em resumo, para os autores, o cientista de dados possui um conhecimento mais técnico em disciplinas como Ciência da Computação, Estatística e Matemática Aplicada, principalmente tratando uma grande quantidade de dados (*i.e.*, *Big Data*). Assim, reserva-se o rótulo de analista de dados aos profissionais com uma visão orientada a negócios.

Uma visão é que analista de dados é apenas outro termo para profissionais que estavam fazendo BI na forma de compilação de dados, limpeza, relatórios e talvez alguma visualização. Seus conjuntos de habilidades incluíam Excel, algum conhecimento de SQL e relatórios. Você reconheceria esses recursos como análises descritivas ou de relatórios. Em contraste, um cientista de dados é responsável pela análise preditiva, análise estatística e ferramentas e algoritmos analíticos mais avançados. Eles podem ter um conhecimento mais profundo de algoritmos e podem reconhecê-los sob vários rótulos – mineração de dados, descoberta de conhecimento ou aprendizado de máquina. Alguns desses profissionais também podem precisar de um conhecimento mais profundo de programação para poder escrever código para limpeza/análise de dados em linguagens atuais orientadas para a Web, como Java ou Python, e linguagens estatísticas, como R. Muitos profissionais de análise também precisam desenvolver conhecimentos significativos em estatística, modelagem, experimentação e análise. Novamente, nossos leitores devem reconhecer que eles se enquadram no guarda-chuva da análise preditiva e prescritiva. No entanto, a análise prescritiva também inclui conhecimentos mais significativos em PO, incluindo otimização, simulação, análise de decisão e assim por diante. Aqueles que cobrem esses campos são mais propensos a serem chamados de cientistas de dados do que profissionais de análise (SHARDA; DELEN; TURBAN, 2020, p. 36).

Conforme afirmam os autores Sharda, Delen e Turban (2020), um cientista de dados pode precisar de conhecimento mais profundo em linguagem de programação. Contudo, também há uma diferença entre um desenvolvedor/engenheiro de *software* e um cientista de dados. Segundo Godsey (2017), os dois possuem várias características em comum: ambos precisam ser bons projetistas e desenvolvedores de sistemas complexos, com várias partes

interconectadas, familiarizados com ferramentas e arquitetura para construir bons sistemas que atendam problemas complexos. No entanto, os desenvolvedores projetam e constroem sistemas com componentes bem especificados, enquanto os cientistas de dados trabalham com componentes que podem possuir baixos graus de maturidade, principalmente devido ao fato de o componente estar ligado ao desenvolvimento do processamento de dados ou à sua análise. Godsey (2017) afirma ainda que os cientistas de dados se especializam na criação de sistemas que dependem de declarações probabilísticas sobre dados e resultados, em contraponto aos desenvolvedores, que são familiarizados com especificações de *software*, bibliotecas de código aberto (*i.e.*, explícito) ou/e bem documentadas e recursos de produtos que funcionam ou não.

Uma vez definidas as características de cada um dos papéis de cientista de dados, analista de dados e engenheiro de *software*, um dos pontos que se pode observar com frequência na literatura sobre Ciência de Dados é a importância das múltiplas habilidades de um cientista de dados (CAO, 2017b; COREA, 2018; DHAR, 2013; DONOHO, 2017; GODSEY, 2017; KAMPAKIS, 2020; KANTER, 2015; PROVOST; FAWCETT, 2013a, 2013b; RASHEVA-YORDANOVA; ILIEV; NIKOLOVA, 2018; RAUTERNBERG, 2009; SHARDA; DELEN; TURBAN, 2018; SKIENA, 2017; AALST, 2016; WALLER; FAWCETT, 2013; YU; KUMBIER, 2020), as quais são frequentemente enfatizadas na literatura, em vez de sua metodologia para fazer Ciência de Dados.

De forma geral, Rautenberg e Carmo (2019) destacam que um cientista de dados precisa ter conhecimentos sólidos em Ciência da Computação, Matemática, Estatística e no domínio em que atua. Essas habilidades combinadas permitem ao cientista de dados desenvolver *softwares*, aplicar aprendizado de máquina, analisar e curar dados, além de representar graficamente a informação e o conhecimento obtidos durante o ciclo da Ciência de Dados.

No Quadro 6, Coreia (2018) apresenta atributos específicos que um cientista de dados deve possuir, com base nos requisitos encontrados nas vagas de emprego no mercado de trabalho. O autor entende que esses requisitos se estabilizarão ao longo do tempo, uma vez que o papel do cientista de dados é relativamente recente na academia e no mercado de trabalho. Além disso, Coreia (2018) destaca que centros de treinamento e universidades estão direcionando os seus esforços para formar novos profissionais nessa área, buscando um equilíbrio entre a oferta e a demanda. O cientista de dados é uma combinação de habilidades

de um cientista da computação, empresário, estatístico, comunicador e especialista em determinado domínio.

Quadro 6 – Habilidades e conhecimentos necessários ao cientista de dados

<b>Requisito</b>	<b>Exemplos</b>
Programação	Linguagens como R, Python, Scala, JavaScript, Java, Ruby, C++
Estatística e Econometria	Teoria da probabilidade, Análise de Variância (ANOVA), Máxima Verossimilhança (MLE), Regressões, Séries Temporais, Estatísticas Espaciais
Estatísticas Bayesianas	Método Markov Chain Monte Carlo (MCMC), Amostragem de Gibbs, Algoritmo Metropolis - Hastings MH, Modelo Oculto de Markov
Aprendizado de Máquina	Aprendizado supervisionado e não supervisionado, Aprendizagem de árvore de decisão (CART)
Matemática	Álgebra Matricial, Álgebra Relacional, Cálculo
Plataformas de <i>Big Data</i>	Hadoop, Map/Reduce, Hive, Apache Pig, Spark
Mineração de Texto	Processamento de linguagem natural, Máquina de Vetores de Suporte (SVM), Análise discriminante (LDA), Análise semântica latente (LSA)
Visualização	Análise de gráficos, Redes sociais/Bayes/neurais, Tableau, Ggplot, D3, Gephi, Neo4j
Negócio	Desenvolvimento de Negócios e Produtos, Orçamento e Financiamento, Gerenciamento de Projetos, Pesquisas de Marketing
Algoritmos	Máquina de Vetores de Suporte (SVM), Análise de Componentes Principais (PCA), Modelagem de Mistura Gaussiana (GMM), K-means, Aprendizado Profundo
Otimização	Linear, Inteiro, Convexo, Global
Simulações	Markov Chain Monte Carlo (MCMC), Modelagem Baseada em Agente, NetLogo
Conjunto de Dados Estruturados	SQL, JSON, BigTable
Conjunto de Dados Não Estruturados	Texto, Áudio, Vídeo, BSON, noSQL, MongoDB, CouchDB
Análise de Dados	Extração de Recursos, Amostragem Estratificada, Integração de Dados, Normalização, Web Scraping
Arquitetura e Administração de Sistemas	DBA, SAN, Nuvem, Apache, RDBMS
Método Científico	Design Experimental, Teste A/B, Habilidades de Redação Técnica, Teste Controlado e Aleatório (RCT)

Fonte: adaptado de Corea (2018, p. 127).

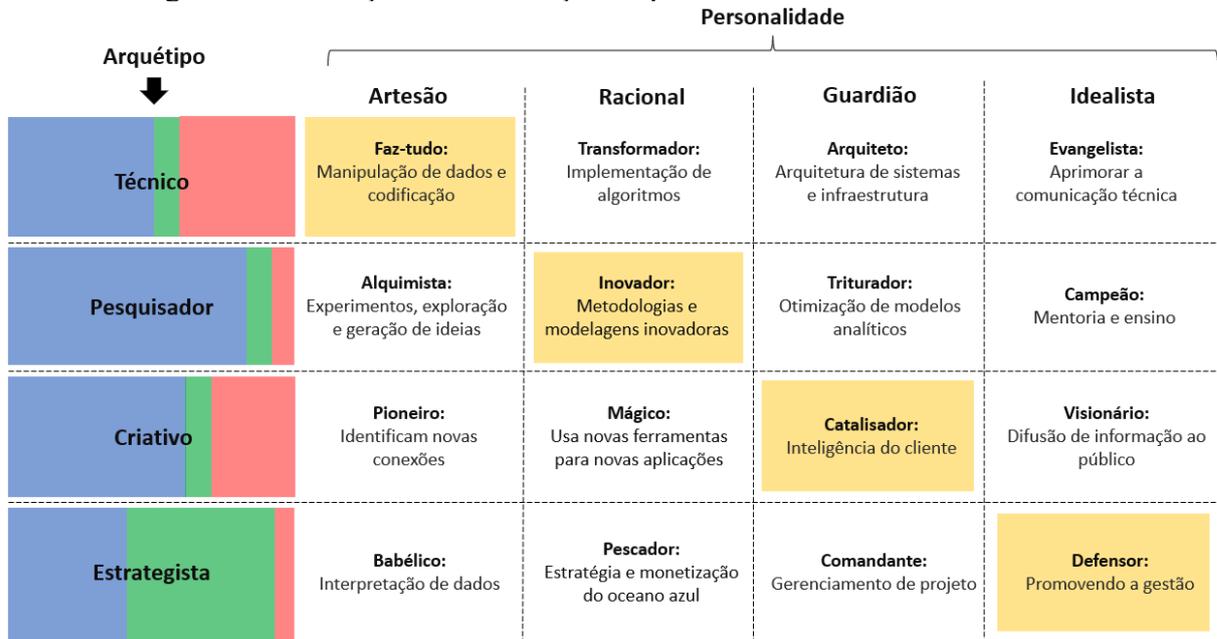
Com a expectativa de uma variedade de habilidades e conhecimentos necessários para a prática da Ciência de Dados, o cientista de dados também pode ter uma predileção em desempenhar um determinado papel nesse processo de transformação de dados em valor. De acordo com Corea (2018), baseado no trabalho de Harris, Murphy e Vaisman (2013), os especialistas em dados podem ser agrupados em quatro diferentes grupos chamados arquétipos: técnico, pesquisador, criativo e estrategista. Esses arquétipos, quando combinados com características pessoais de personalidade, de acordo com o classificador de Temperamento Keirsey<sup>27</sup>, podem distinguir os possíveis papéis desses especialistas em uma organização. Segundo Corea (2018), identificar corretamente o tipo de personalidade é crucial para maximizar os recursos na contratação de um cientista de dados.

A Figura 9 apresenta essa combinação dos arquétipos, das personalidades e dos papéis dos cientistas de dados. Na área dos arquétipos, as cores azul, verde e vermelho tentam, de forma especulativa, explicitar as habilidades do cientista de dados de acordo com o trabalho de Harris, Murphy e Vaisman (2013). Em azul as habilidades mais relevantes em Estatística e Matemática, em verde as habilidades de negócio e, por fim, em vermelho as habilidades de codificação. Corea (2018) afirma (apesar de ser uma afirmação especulativa) que essa visão ajuda na identificação de aspirações pessoais para uma melhor alocação dos cientistas de dados em projetos. Na diagonal, em cor amarela, o autor destaca a estrutura básica para montar uma equipe de Ciência de Dados funcional. O profissional faz-tudo, também conhecido como engenheiro de dados, é responsável por manter a arquitetura e disponibilizar os dados ao inovador, que, geralmente, possui o perfil para responder a perguntas de pesquisa e extrair *insights* sobre os dados. Esses *insights* são passados, então, ao catalisador, que trabalha com a inteligência do cliente e, por fim, ao defensor, que executa o papel da inteligência de negócios (*i.e.*, *Business Intelligence*). Como resultado, entregam-se os achados aos clientes na busca de satisfação e geração de informação, conhecimento e valor.

---

<sup>27</sup> O Keirsey Temperament Sorter (KTS), em português Classificador de Temperamento Keirsey, é um questionário de personalidade autoavaliado projetado para ajudar as pessoas a entenderem os outros melhor bem como a si mesmas. Artesão, racional, guardião e idealista são os tipos de personalidades dessa classificação.

Figura 9 – Avaliação e classificação da personalidade dos cientistas de dados



Fonte: adaptado de Corea (2018, p. 50).

Por fim, com base nas afirmações de Cao (2017a, p. 30-31), a partir da longa experiência do autor em grandes organizações de negócios e governamentais, e de forma geral e independente do setor de atuação, as responsabilidades do cientista de dados são descritas a seguir.

- Aprender o domínio de negócio do problema, conversar com especialistas de negócios e tomadores de decisão para entender os objetivos, os requisitos e as preferências, os problemas e as restrições enfrentados por uma organização; compreender a maturidade organizacional; identificar, especificar e definir os problemas, os limites, o ambiente e os desafios do negócio; gerar os relatórios sobre esses aspectos.
- Identificar e especificar questões éticas e sociais, como privacidade e segurança dos dados; desenvolver planos de raciocínio ético para abordar essas questões.
- Compreender as características e complexidades dos dados; identificar os problemas e restrições dos dados; desenvolver os relatórios de compreensão de dados; especificar e definir o escopo de metas e marcos analíticos para desenvolver os planos de projeto; estabelecer uma agenda e criar planos de governança e gestão.
- Configurar processos analíticos e de engenharia correspondentes às metas analíticas para transformar os dados em informações, transformar as informações em *insights* e transformar os *insights* em ações de tomada de decisão de negócios, desenvolvendo planos técnicos para a descoberta, atualização e implantação de inteligência de dados relevante.

- Transformar os problemas de negócios em tarefas analíticas e realizar análises avançadas desenvolvendo técnicas, modelos, métodos, algoritmos, ferramentas e sistemas correspondentes, projeto experimental e avaliação de Ciência de Dados, gerando experiências de melhores práticas, realizando análises descritivas, preditivas e prescritivas, conduzindo projetos de pesquisa e fornecendo suporte à visualização e apresentação.
- Com base na compreensão das características e complexidades dos dados, extrair, analisar, construir, minerar e selecionar características discriminativas, otimizar e inovar constantemente novas variáveis para a melhor representação e modelagem possível do problema; quando necessário, realizar aprimoramento da qualidade dos dados.
- Combinar habilidades analíticas, estatísticas, algorítmicas, de engenharia e técnicas para extrair dados relevantes envolvendo informações contextuais; inventar modelos novos e eficazes e melhorar constantemente as técnicas de modelagem para otimizar e aumentar o desempenho do modelo e buscar alcançar as melhores práticas.
- Manter, gerenciar e refinar projetos, os seus marcos, processos, entregas, avaliação, riscos e relatórios para construir um gerenciamento ativo do ciclo de vida.
- Desenvolver serviços, soluções e produtos ou módulos correspondentes para alimentar um pacote de sistema sobre linguagens de programação, estruturas e infraestrutura especificadas pelos usuários ou ferramentas e estruturas de código aberto.

### *2.1.3.3 Metodologias e processos relacionados à Ciência de Dados*

De acordo com Rollins (2015), uma metodologia é uma abordagem geral que orienta as técnicas e as atividades em um domínio específico. A metodologia não depende de certas tecnologias ou ferramentas. Em vez disso, uma metodologia fornece uma estrutura para adquirir resultados usando uma ampla gama de métodos, processos e heurísticas. Por outro lado, processo é uma sequência de atividades que são realizadas para produzir um resultado específico.

Como um campo emergente, novos estudos expandem o conhecimento acerca da Ciência de Dados, incluindo novas metodologias para gerenciar projetos, equipes e dados e informações (MARTINEZ; VILES; OLAIZOLA, 2021). Os autores Cao (2016), Yu e Kumbier (2020) e Donoho (2017) descrevem as principais atividades relacionadas à Ciência de Dados com os processos de coleta, gerenciamento, processamento, limpeza, exploração, modelagem e interpretação de resultados.

No que tange a uma visão geral de metodologias e processos referentes à Ciência de Dados, o trabalho realizado pelos autores Ruiz-Lopez *et al.* (2021) buscou sintetizar o conhecimento a partir de uma revisão sistemática. Os autores analisaram 3.451 artigos registrados em repositórios (Springer Link, ACM Digital Library, IEEE Xplore e Science Direct) e em motores de busca (*i.e.*, Google Acadêmico e WorldWideScience), o que resultou em 24 estudos com a explicitação de metodologias ou processos que podem ser utilizados na Ciência de Dados. As metodologias e os processos identificados pelos autores Ruiz-Lopez *et al.* (2021) são propostas pela comunidade científica e pela indústria. Das metodologias e processos propostos pela indústria, dois exemplos de metodologias são descritos pelos autores Ruiz-Lopez *et al.* (2021): a TDSP,<sup>28</sup> proposta pela Microsoft e a FMDS<sup>29</sup>, proposta pela IBM.

Também foram identificados metodologias e processos para gestão de projetos e gestão de *workflows*. Além disso, os processos KDD<sup>30</sup> e SEMMA<sup>31</sup>, bem como a metodologia CRISP-DM<sup>32</sup>, foram identificados como base para as metodologias de Ciência de Dados. Uma comparação entre os processos foi realizada pelos autores Azevedo e Santos (2008), que concluem que a metodologia CRISP-DM e o processo SEMMA implementam o KDD. Tanto KDD quanto SEMMA e CRISP-DM são da década de 1990, consideradas abordagens clássicas de Mineração de Dados e constantemente atreladas a ciclos de vida da Ciência de Dados (HOTZ, 2021). Dessas três abordagens, o CRISP-DM é a mais popular entre os cientistas de dados conforme pesquisa realizada em 2020 pela DSPA<sup>33</sup> (SALTZ, 2020), repetindo o resultado da enquete de 2014 (PIATETSKY-SHAPIRO, 2014).

O estudo de Martinez, Viles e Olaizola (2021) também teve como objetivo identificar as metodologias relacionados à Ciência de Dados. Entretanto, esse estudo comparou, qualitativa e quantitativamente, as metodologias utilizadas em projetos de forma mais abrangente e com maior profundidade. O trabalho desses autores comparou 19 metodologias quanto à sua aplicabilidade nos contextos de gerenciamento de projetos, gerenciamento de

---

<sup>28</sup> TDSP - Team Data Science Process, em português Processo de Ciência de Dados da Equipe.

<sup>29</sup> FMDS - Foundational Methodology for Data Science, em português Metodologia de Base para Ciência de Dados.

<sup>30</sup> KDD - Knowledge Discovery in Database, em português Descoberta de Conhecimento em Banco de Dados.

<sup>31</sup> SEMMA - Sampling, Exploring, Modifying, Modeling, and Assessment, em português Amostragem, Exploração, Modificação, Modelagem e Avaliação.

<sup>32</sup> CRISP-DM - Cross Industry Standard Process for Data Mining, em português Processo-Padrão Transversal da Indústria para Mineração de Dados.

<sup>33</sup> DSPA – Data Science Process Alliance. Disponível em: <https://www.datascience-pm.com>.

equipe e gerenciamento de dados e informações. Os critérios de avaliação são descritos no Quadro 7.

Quadro 7 – Critérios de avaliação para metodologias de Ciência de Dados

<b>Categoria de gerenciamento de projeto</b>	<b>Categoria de gerenciamento de equipe</b>	<b>Categoria de gerenciamento de dados e informação</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ciclo de vida da Ciência de Dados: tarefas de alto nível/diretrizes/esquema de gerenciamento de projetos</li> <li>• Esquema para evitar fazer as perguntas importantes muito tarde no projeto</li> <li>• Dá importância à fase de entendimento do negócio ou da indústria</li> <li>• Processos para controlar e monitorar quanto tempo as etapas específicas levarão</li> <li>• Envolvidos no alinhamento de requisitos de negócios e metas de Ciência de Dados</li> <li>• Garante que o resultado do projeto é o que o cliente/pesquisador espera</li> <li>• Fornece métodos para avaliação de resultados, integração do serviço ou produto no ambiente do cliente bem como treinamentos necessários</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estabelece funções e responsabilidades em um projeto de Ciência de Dados</li> <li>• Estabelece esquema para evitar fazer as perguntas importantes muito tarde no projeto</li> <li>• Define tarefas e problemas claros para cada pessoa e como colaborar</li> <li>• Descreve como as equipes devem trabalhar para se comunicar, coordenar e colaborar de forma eficaz</li> <li>• Descreve como coordenar com a TI e aborda o estágio de implantação</li> <li>• Partilha responsabilidades, promove a formação dos colaboradores</li> <li>• Promove o trabalho em equipe de perfis multidisciplinares</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Oferece configuração para garantir reprodutibilidade e rastreabilidade</li> <li>• Geração e acumulação de conhecimento: dados, modelos, experimentos, <i>insights</i> de projetos, melhores práticas e problemas</li> <li>• Leva em conta as limitações das técnicas de Aprendizado de Máquina</li> <li>• Testes para verificar as limitações dos dados em qualidade e uso potencial</li> <li>• Valida de forma robusta a solução proposta e faz hipóteses</li> <li>• Preocupado com a segurança e privacidade dos dados</li> <li>• Pré-aloca recursos para investimento em recursos de TI</li> </ul>

Fonte: adaptado de Martinez, Viles e Olaizola (2021).

Para essa comparação, uma escala de quatro pontos foi elaborada com os seguintes itens: 0) critérios não atendidos; 1) critérios pouco atendidos; 2) critérios parcialmente atendidos; e 3) critérios cumpridos em grande medida. Essa escala foi aplicada aos critérios (Quadro 7), tendo sido atribuída uma classificação da metodologia quanto ao seu foco. Seis classificações foram criadas: 1) foco em projeto; 2) foco em equipe; 3) foco em projeto e equipe; 4) foco em projeto e dados; 5) foco em equipe e dados; e 6) abordagem completa. O Quadro 8 apresenta as metodologias, os seus pontos fortes e fracos, e a sua classificação com base no trabalho realizado por Martinez, Viles e Olaizola (2021, p. 6-18).

Quadro 8 – Classificação das metodologias relacionadas à Ciência de Dados

Metodologia	Ponto forte	Ponto fraco	Classificação
CRISP-DM	Processo iterativo coerente e bem documentado	Não explica como as equipes devem se organizar e não aborda nenhum problema de gerenciamento de equipe	1 - Foco em projeto
Microsoft TDSP	Metodologia integral: fornece processos no projeto, na equipe e no gerenciamento de dados e de informações	Dependência excessiva de ferramentas e tecnologias da Microsoft	6 - Abordagem completa
Domino DS Lifecycle	Abordagem holística do ciclo de vida do projeto. Integra efetivamente Ciência de Dados, engenharia de <i>software</i> e abordagens ágeis	Metodologia informativa em vez de prescritiva	6 - Abordagem completa
RAMSYS	Considera equipes distribuídas e possibilita o compartilhamento de informações e de conhecimento	Falta de suporte para compartilhar conjuntos de dados e modelos	6 - Abordagem completa
Agile Data Science Lifecycle	Entrega rápida de valor dos dados ao cliente. <i>Feedback</i> mais realista: avalia o valor nas entregas	Agile é menos direto, funciona melhor em ambientes dinâmicos e requisitos em evolução	3 - Foco em projeto e equipe
MIDST	Melhora a colaboração entre cientistas de dados por meio da coordenação	Focado exclusivamente na melhoria da coordenação da equipe	2 - Foco em equipe
Development Workflows for Data Scientists	Construído com base em recomendações e práticas recomendadas de organizações orientadas por dados de primeira classe	Falta uma análise detalhada de cada fase	5 - Foco em equipe e dados
Big Data Ideation, Assessment and Implementation	Distinção de perspectivas de negócios <i>versus</i> perspectivas de dados	Negligencia questões relacionadas à equipe e ao gerenciamento de dados	1 - Foco em projeto
Big Data Management Canvas	Prioriza a criação de valor a partir de dados em vez de se concentrar em armazenamento, computação e análise	Os desafios de gerenciamento de equipe não são abordados	4 - Foco em projeto e dados

<b>Metodologia</b>	<b>Ponto forte</b>	<b>Ponto fraco</b>	<b>Classificação</b>
Agile Delivery Framework	Duas metodologias para inteligência de negócios e análise de dados que funcionam em paralelo	Desafios de gerenciamento de dados e problemas de reprodutibilidade são omitidos	6 - Abordagem completa
Systematic Research on Big Data	Abordagem sistemática e focada em pesquisa	Não define papéis e interações entre os membros da equipe nas diferentes etapas do projeto	3 - Foco em projeto e equipe
Big Data Managing Framework	Enfatiza aspectos de gerenciamento de mudanças, como formação de equipes multifuncionais e treinamento de pessoas	Não é dada ênfase suficiente à validação de modelos de análise de dados e aprendizado de máquina	1 - Foco em projeto
Data Science Edge	Modelo de processo CRISP-DM aprimorado para acomodar tecnologias de <i>Big Data</i> e atividades de Ciência de Dados	Os desafios relacionados ao gerenciamento de equipes são omitidos	4 - Foco em projeto e dados
Foundational Methodology for Data Science	Fornecer novas práticas e estende o modelo de processo CRISP-DM	Herda algumas das desvantagens do CRISP-DM, especialmente no gerenciamento de equipes e de dados	1 - Foco em projeto
Analytics Canvas	Ajuda no <i>design</i> conceitual de projetos de análise de dados, principalmente durante as fases iniciais	Difícil de implementar como uma estrutura escalável ao longo de todo o desenvolvimento do projeto	1 - Foco em projeto
AI Ops	Principalmente focado na implantação e na operacionalização do projeto	Não oferece diretrizes sobre como as diferentes funções colaboram e se comunicam entre si. Questões de reprodutibilidade e retenção de conhecimento são deixadas inexploradas durante a fase de construção do modelo	1 - Foco em projeto
Data Science Workflow	Distingue a fase de análise da fase de reflexão	Explicitamente focado em pesquisa/ciência, não imediatamente aplicável no caso de negócios	5 - Foco em equipe e dados

<b>Metodologia</b>	<b>Ponto forte</b>	<b>Ponto fraco</b>	<b>Classificação</b>
EMC Data Analytics Lifecycle	Impede que os cientistas de dados saltem prematuramente para o trabalho de modelagem	Falta uma configuração de reprodutibilidade e gerenciamento de conhecimento	3 - Foco em projeto e equipe
Toward Data Mining Engineering	Modelo de processo de engenharia completo para uma execução de projeto bem-sucedida	Os desafios relacionados à equipe são inexplorados	4 - Foco em projeto e dados

Fonte: adaptado de Martinez, Viles e Olaizola (2021, p. 6-18).

A partir do Quadro 8, com base nos autores Martinez, Viles e Olaizola (2021), é possível ter uma visão geral das metodologias utilizadas na Ciência de Dados, mesmo quando essas metodologias foram criadas originalmente para a Mineração de Dados. O processo KDD e a metodologia CRISP-DM foram precursores para a exploração dos dados, a partir da Mineração de Dados, e são base para outras diversas metodologias (PLOTNIKOVA; DUMAS; MILANI, 2020; RUIZ-LOPEZ *et al.*, 2021).

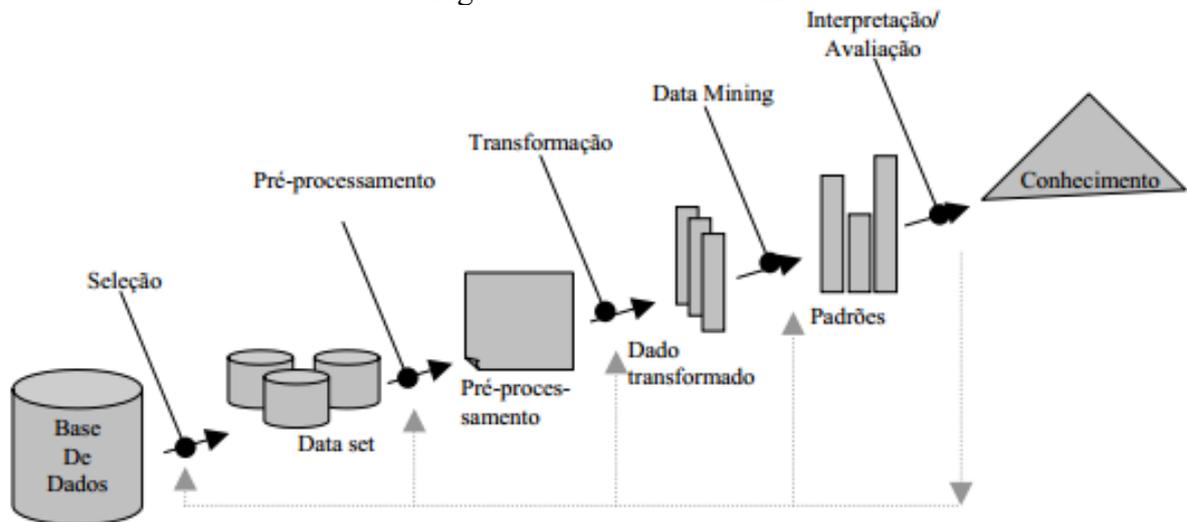
Das metodologias apontadas por Martinez, Viles e Olaizola (2021, p. 18), apenas quatro são consideradas completas: “Além da falta de uso de metodologia em projetos reais [...], há uma ausência de metodologias completas ou integrais em toda a literatura. Nesse sentido, das 19 metodologias revisadas, apenas 4 são classificadas como ‘integrais’”. As metodologias integrais/completas fornecem uma visão abrangente do ciclo de vida do projeto, do envolvimento da equipe e das etapas para a análise e transformação dos dados e das informações. As metodologias de Ciência de Dados completas e contemporâneas apontadas por Martinez, Viles e Olaizola (2021) são: TDSP, de 2016; Agile Delivery Framework, de 2016; e Domino DS, de 2017 (DOMINO, 2017; HOTZ, 2022; LARSON; CHANG, 2016). A metodologia RAMSYS, apesar de ser considerada completa e inspirada na CRISP-DM, é de 2001 (MOYLE; JORGE, 2001).

O processo KDD e a metodologia CRISP-DM, por serem precursores e inspirarem várias outras metodologias, serão apresentados a seguir. Neste trabalho, das metodologias contemporâneas elencadas por Martinez, Viles e Olaizola (2021, p. 18) para Ciência de Dados, optou-se por apresentar e detalhar a TDSP. Essa metodologia, além de completa, conta com o suporte da empresa Microsoft, possibilitando uma grande disseminação, incluindo indústria e academia, e é apontada como uma das novas metodologias mais utilizadas, de acordo com uma pesquisa realizada por Saltz (2020).

### 2.1.3.3.1 KDD

Fayyad, Piatetsky-Shapiro e Smyth (1996) apresentaram o processo KDD, que consiste no uso de métodos de Mineração de Dados para extrair conhecimento a partir de bancos de dados. Segundo os autores, o processo de KDD, *Knowledge Discovery in Database* (em português Descoberta de Conhecimento em Banco de Dados), está preocupado com o desenvolvimento de métodos e técnicas para dar sentido aos dados, tendo a aplicação de métodos específicos de Mineração de Dados no centro do processo. A Figura 10 apresenta a visão geral do processo de KDD, cujos passos são detalhados a seguir.

Figura 10 – Processo de KDD



Fonte: adaptado de Fayyad, Piatetsky-Shapiro e Smyth (1996).

- **Seleção.** Esta etapa consiste em criar um conjunto de dados de destino ou focar em um subconjunto de variáveis ou amostras de dados no qual a descoberta deve ser realizada.
- **Pré-processamento.** Esta etapa consiste na limpeza e no pré-processamento dos dados-alvo para obtenção de dados consistentes.
- **Transformação.** Esta etapa consiste na transformação dos dados utilizando métodos de redução de dimensionalidade ou transformação.
- **Mineração de Dados.** Esta etapa consiste na busca de padrões de interesse em uma determinada forma representacional, dependendo do objetivo da Mineração de Dados (geralmente previsão).
- **Interpretação/Avaliação.** Esta etapa consiste na interpretação e na avaliação dos padrões minerados.

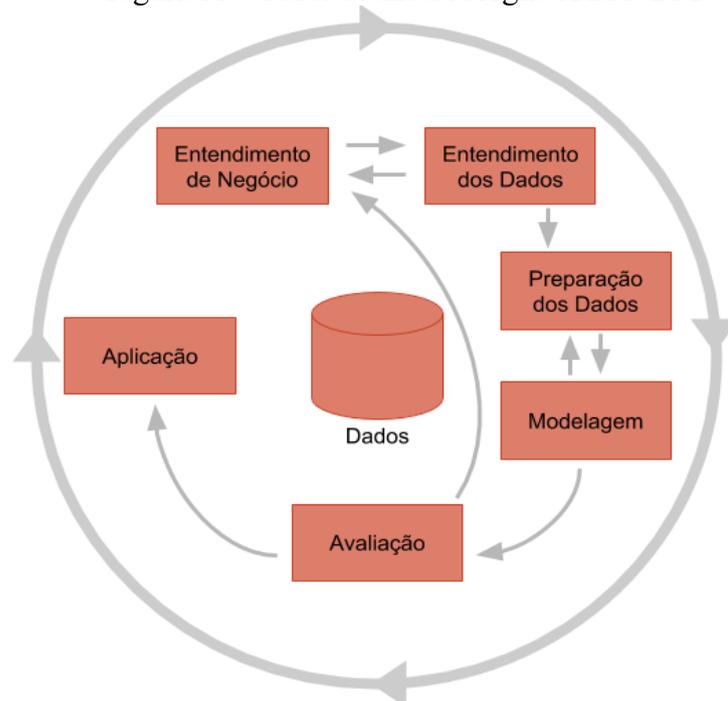
### 2.1.3.3.2 CRISP-DM

A metodologia CRISP-DM, *Cross-Industry Standard Process for Data Mining* (em português Processo-Padrão Interindústrias para Mineração de Dados), foi concebida em 1996 pelas empresas DaimlerChrysler, SPSS e NCR, em um grupo de estudos patrocinado pela União Europeia, com o objetivo de apoiar o processo de descoberta de conhecimento KDD (CHAPMAN *et al.*, 2000).

Essa metodologia fornece uma abordagem estruturada para planejar um projeto de Mineração de Dados, sendo robusta e aplicada amplamente na indústria e na academia (SALTZ, 2020). Segundo Chapman *et al.* (2000), a CRISP-DM é bem-sucedida porque se baseia solidamente na experiência prática e real de como as pessoas conduzem projetos de Mineração de Dados.

A metodologia CRISP-DM é composta por 6 fases, organizadas de maneira cíclica, cujo fluxo é não unidirecional, possibilitando ir e voltar entre as suas fases e tarefas. Dessa forma, embora a CRISP-DM tenha um formato-padrão de fases do processo de Mineração de Dados, essa metodologia não impede a possibilidade da inserção de novas amostras, variáveis ou atributos a serem minerados. A Figura 11 apresenta a visão geral das etapas da metodologia CRISP-DM e o detalhamento dessas etapas, descrito na sequência com base nos autores Chapman *et al.* (2000) e Azevedo e Santos (2008).

Figura 11 – Fases da metodologia CRISP-DM



Fonte: adaptado de Chapman *et al.* (2000, p. 10).

- **Entendimento do negócio.** Esta fase inicial concentra-se na compreensão dos objetivos e requisitos do projeto a partir de uma perspectiva de negócios, convertendo esse conhecimento em uma definição de problema de Mineração de Dados e um plano preliminar projetado para atingir os objetivos. As tarefas comuns desta etapa são: determinar a questão e o objetivo do negócio; avaliar a situação; determinar os objetivos do projeto; e planejar o projeto.
- **Entendimento dos dados.** A fase de compreensão de dados começa com uma coleta de dados inicial e prossegue com atividades para se familiarizar com eles, identificar possíveis problemas de qualidade que possam ter, descobrir os primeiros *insights* sobre os dados ou detectar subconjuntos interessantes objetivando formar hipóteses para informações ocultas. As tarefas comuns desta etapa são: coleta de dados; descrição dos dados; exploração dos dados; verificação da qualidade dos dados.
- **Preparação de dados.** A fase de preparação de dados abrange todas as atividades para construir o conjunto de dados final a partir dos dados brutos iniciais. As tarefas comuns desta etapa são: seleção dos dados; limpeza dos dados; construção de dados com campos derivados; integração dos dados; e formação dos dados.
- **Modelagem.** Nesta fase, várias técnicas de modelagem são selecionadas e aplicadas, e seus parâmetros são calibrados para valores ótimos. As tarefas comuns desta etapa são: definição de técnicas de modelagem; definição de projeto de testes; construção de modelo de dados; e construção de modelo de avaliação.
- **Avaliação.** Nesta fase, o modelo (ou os modelos) obtido é avaliado mais detalhadamente, e as etapas executadas para construir o modelo são revisadas para garantir que atinja adequadamente os objetivos do negócio. As tarefas comuns desta etapa são: avaliar os resultados; definir processos de revisão; e determinar próximos passos.
- **Aplicação ou implantação.** Em geral, a criação do modelo não marca o fim do projeto. Mesmo que o objetivo do modelo seja aumentar o conhecimento a partir dos dados, o conhecimento adquirido precisará ser organizado e apresentado de forma que o cliente possa usá-lo. As tarefas comuns desta etapa são: planejamento de implantação; planejamento do monitoramento e manutenção; desenvolvimento de relatório final; e revisão do projeto.

#### 2.1.3.3.3 Microsoft TDSP

A metodologia TDSP, *Team Data Science Process* (em português Processo de Ciência de Dados de Equipe), foi desenvolvida pela Microsoft com o objetivo de fornecer

uma “metodologia ágil e iterativa de Ciência de Dados para oferecer soluções de análise preditiva e aplicativos inteligentes com eficiência” (MICROSOFT, 2022). Essa metodologia foi lançada inicialmente em 2016 e, em alto nível, compartilha características de gerenciamento ágil, como a metodologia SCRUM, com a metodologia de Mineração de Dados CRISP-DM. Seu ciclo de vida de Ciência de Dados é moderno e incorpora o aspecto da equipe na execução de projetos (DSPA, 2022; MARTINEZ; VILES; OLAIZOLA, 2021).

Segundo a Microsoft (2022), projetos exploratórios de Ciência de Dados ou projetos de análise improvisada também podem se beneficiar da TDSP. Contudo, algumas das etapas descritas podem não ser necessárias. O ciclo de vida da TDSP foi projetado para projetos de Ciência de Dados como parte de aplicações inteligentes com modelos de Aprendizado de Máquina ou Inteligência Artificial para análise preditiva.

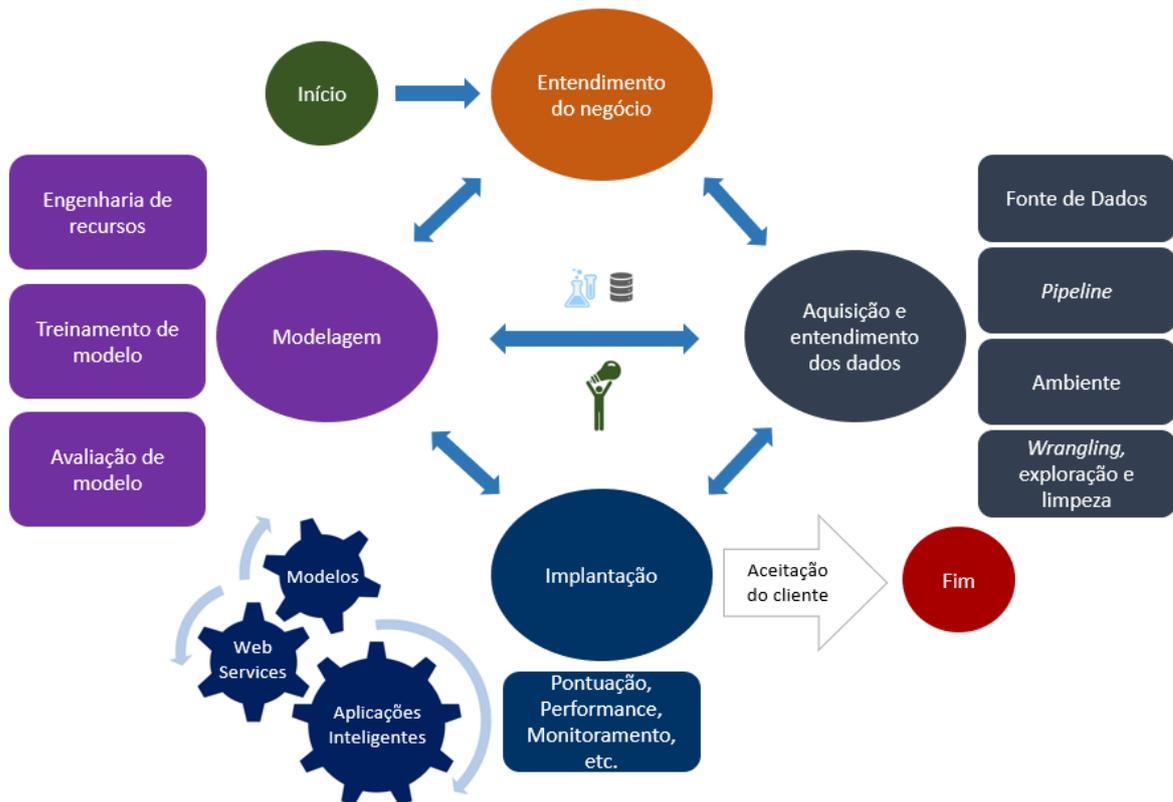
A metodologia TDSP fornece um ciclo de vida com etapas que os projetos geralmente executam, muitas vezes de forma iterativa: entendimento de negócio; aquisição e entendimento dos dados, modelagem; e implantação da aplicação para o cliente (MICROSOFT, 2022). Apesar de a metodologia oferecer processos para projeto, equipe e gerenciamento de dados e informações, existe uma grande dependência com as ferramentas da Microsoft (MARTINEZ; VILES; OLAIZOLA, 2021).

Martinez, Viles e Olaizola (2021) destacam que a TDSP fornece processos interessantes. Seus principais componentes são: 1) definição do ciclo de vida da Ciência de Dados; 2) uma estrutura de projeto padronizada; 3) infraestrutura e recursos; e 4) ferramentas e utilitários para execução do projeto. Os autores destacam que é de fato um processo iterativo e cíclico: a saída da fase de “Aquisição e entendimento de dados” pode retroalimentar a fase de “Entendimento do negócio”, por exemplo. No estágio de entendimento do negócio, o TDSP se preocupa em definir objetivos específicos, mensuráveis, alcançáveis, relevantes e com prazo (SMART), além de identificar as fontes de dados.

Quanto aos papéis do projeto, a TDSP se preocupa com uma visão geral, abordando as funções de arquiteto de solução, gerente de projeto, engenheiro de dados, cientista de dados, desenvolvedor de aplicação e, por fim, líder do projeto (MICROSOFT, 2022). É neste ponto que a TDSP aborda a fraqueza da falta de definição de equipe do CRISP-DM definindo as funções distintas e suas responsabilidades durante cada fase do ciclo de vida do projeto (MARTINEZ; VILES; OLAIZOLA, 2021). Esses papéis são muito bem definidos do ponto de vista de gerenciamento de projetos e a equipe trabalha sob metodologias ágeis, que melhoram a colaboração e a coordenação. Suas responsabilidades no tocante à criação, à

execução e ao desenvolvimento do projeto são claras (MARTINEZ; VILES; OLAIZOLA, 2021). A Figura 12 a seguir apresenta a visão geral das fases do ciclo de vida dessa metodologia. Na sequência, são detalhadas as atividades esperadas em cada estágio do processo.

Figura 12 – Ciclo de vida da metodologia TDSP



Fonte: adaptado de Microsoft (2022).

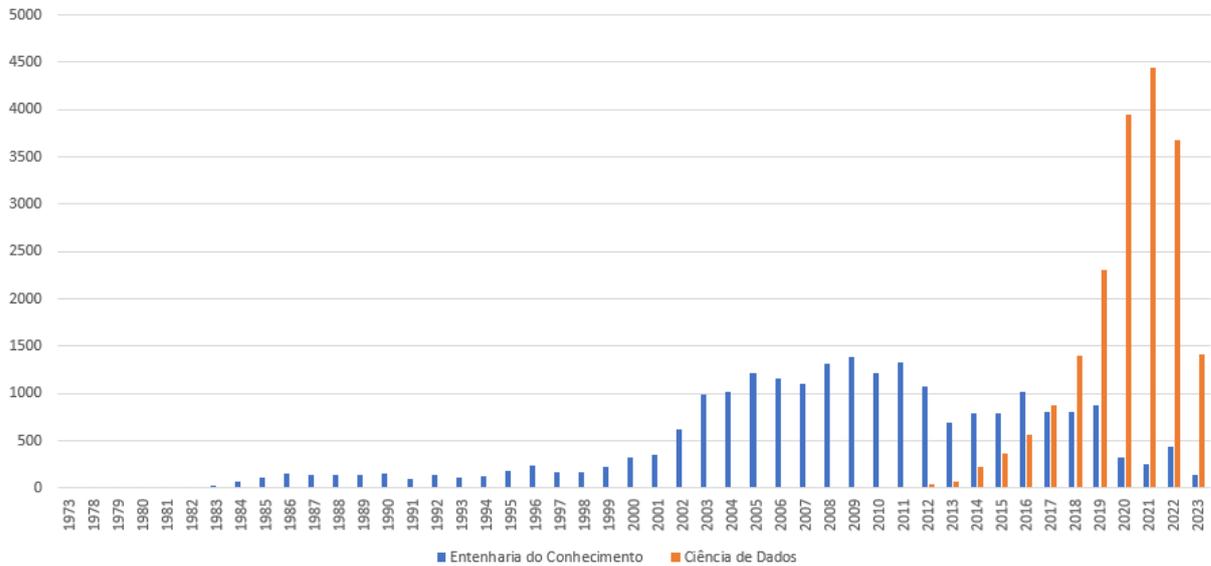
- **Entendimento do negócio.** Nesta etapa, uma pergunta que descreva os objetivos do problema deve ser definida de modo claro e explícito. O modelo preditivo relevante e as fontes de dados necessárias também devem ser identificados.
- **Aquisição e entendimento de dados.** A coleta de dados começa nesta fase, transferindo dados para o local de destino a ser utilizado por operações analíticas. Os dados brutos precisam passar por um processo de limpeza, e os valores incompletos ou incorretos devem ser identificados. O resumo e a visualização de dados podem ajudar a encontrar os procedimentos de limpeza necessários. A visualização de dados também pode ajudar a mensurar se os recursos de dados e a quantidade de dados coletados são adequados ao longo do período. Ao final desta etapa, pode ser necessário voltar ao primeiro passo para mais coleta de dados.

- **Modelagem.** A engenharia de recursos, o treinamento de modelos e a avaliação do modelo são os elementos desta fase. A engenharia de recursos fornece atributos e recursos de dados necessários para o algoritmo de Aprendizagem de Máquina. A seleção do algoritmo, a criação do modelo e a avaliação do modelo preditivo também são subcomponentes desta etapa. Os dados coletados devem ser divididos em conjuntos de dados de treinamento e teste para treinar e avaliar o modelo de Aprendizagem de Máquina. É importante empregar diferentes algoritmos e parâmetros para encontrar a solução adequada para suportar o problema.
- **Implantação.** O modelo preditivo e o *pipeline* de dados são necessários para serem produzidos nesta etapa. Pode ser um modelo de análise em tempo real ou em lote, dependendo da aplicação requerida. O produto de dados final deve ser credenciado pelo cliente.
- **Aceitação do cliente.** A fase final é a aceitação do cliente, que deve ser realizada confirmando o *pipeline* de dados, o modelo preditivo e a implantação do produto. O cliente deverá validar se o sistema atende as suas necessidades de negócios e se responde às perguntas com uma precisão aceitável para implantar o sistema em produção para uso pelo aplicativo do cliente. Toda a documentação é finalizada e revisada. O projeto é entregue à entidade responsável pelas operações. Essa entidade poderá ser, por exemplo, uma equipe de TI ou de Ciência de Dados do cliente, ou ainda um agente do cliente responsável por executar o sistema na produção.

#### 2.1.3.4 A Ciência de Dados e a Engenharia do Conhecimento

A Ciência de Dados é um campo emergente que utiliza e unifica áreas como Estatística, Análise de Dados (*i.e.*, *Data Analysis* e *Data Analytics*), Aprendizagem de Máquina, *Big Data* e outros para analisar fenômenos reais a partir de dados (KAMPAKIS, 2020) e combinar dados com informações de domínio para gerar novos conhecimentos (YU; KUMBIER, 2020). Como pode se observar na Figura 13, que apresenta os documentos relacionados aos termos Ciência de Dados e Engenharia do Conhecimento na base Scopus ao longo dos anos, a Ciência de Dados vem ganhando destaque na literatura recentemente, enquanto a Engenharia do Conhecimento teve uma maior quantidade de produção na década de 2000. Contudo, qual a relação entre a Ciência de Dados e a Engenharia do Conhecimento?

Figura 13 – Evolução de documentos na base Scopus sobre CD e EC



Fonte: elaborado pelo autor.

A Engenharia do Conhecimento surgiu a partir da Inteligência Artificial como uma subárea dedicada à concepção, ao desenvolvimento e à implementação de *Knowledge-Based Systems* (KBS), em português Sistemas Baseados em Conhecimentos (SBC) (SCHREIBER *et al.*, 2001; SCHREIBER, 2008; STUDER; BENJAMINS; FENSEL, 1998). A área acadêmica da Engenharia do Conhecimento é responsável pelo desenvolvimento de modelos, métodos e tecnologias básicas para representação e processamento do conhecimento, e para a construção de aplicações de Inteligência Artificial (KASABOV, 1997).

Na chamada Engenharia do Conhecimento Clássica, os pesquisadores buscaram “transferir” ou “extrair” o conhecimento do especialista para uma base de conhecimento (NAZÁRIO; DANTAS; TODESCO, 2014). Nesse processo, o conhecimento era extraído dos especialistas por meio de entrevistas e codificado através de regras heurísticas e de rápida prototipação. Isso gerava dificuldade no desenvolvimento de sistemas grandes, comerciais e mais complexos, e a manutenção tornava-se difícil e custosa (STUDER; BENJAMINS; FENSEL, 1998).

De forma análoga à crise do *software* no final da década de 1960, que culminou na criação da disciplina Engenharia de Software, a insatisfação na construção de SBCs explicitou a necessidade da criação de abordagens metodológicas, resultando na nova Engenharia do Conhecimento (STUDER; BENJAMINS; FENSEL, 1998). Essa nova EC, focada em “modelar o conhecimento” em vez de “transferir o conhecimento”, torna-se um marco para a criação de sistemas especialistas de segunda geração (DAVID; KRIVINE; SIMMONS, 1993).

Nesse novo período da EC, a construção de SBCs de segunda geração é apoiada por metodologias de modelagem de conhecimento como MIKE, VITAL, COMMET, PROTÈGÈ-II, EXPECT e CommonKADS (SCHREIBER *et al.*, 2001; SCHREIBER, 2008; STUDER; BENJAMINS; FENSEL, 1998). Além dessas metodologias para modelagem do conhecimento, a ontologia ganhou papel de destaque na EC, ajudando os SBCs com o modelo de conhecimento de domínio e com o conhecimento para resolução de problemas (inferência) (STUDER; BENJAMINS; FENSEL, 1998).

Com base em Schreiber *et al.* (2001) e Nazário, Dantas e Todesco (2014), o texto a seguir resume essa evolução da Engenharia do Conhecimento.

- **1965 - Resolvedor Geral de Problemas.** As primeiras tentativas foram com um Resolvedor Geral de Problemas, que resultou na concepção de métodos genéricos para resolução de problemas, mas perdeu especificidade e aplicabilidade.
- **1975 - SBCs de primeira geração.** A primeira geração de Sistemas Baseados em Conhecimento era fundamentada em *shells* e em linguagens de representação de conhecimento simbólico e dedutivo, que culminou em problemas de escala, dificuldade em modelagem e aplicação em problemas complexos. Exemplos: MYCIN e XCON.
- **1985 - Métodos estruturados (KADS).** Esses métodos surgem pela necessidade de metodologias e técnicas mais formais para auxiliar o desenvolvimento de SBCs. Com os KADs, retomou-se a ideia da generalidade, separando-se modelagem do domínio da tarefa, o que deu origem a SBCs de segunda geração e à reutilização de componentes.
- **1995 - Metodologias maduras.** Uma nova fase é iniciada com novas metodologias maduras para modelar o conhecimento, com destaque para a metodologia CommonKADS, voltada ao desenvolvimento de sistemas intensivos em conhecimento e que segue uma criteriosa e profunda análise organizacional para identificar a viabilidade do sistema de conhecimento.

Como se observa, o foco da Engenharia do Conhecimento está na construção de SBCs a partir de técnicas e metodologias e, recentemente, com a EC no papel da modelagem do conhecimento. Com esse histórico, é possível notar que a construção de sistemas inteligentes da EC foi inicialmente dedicada à exploração da Inteligência Artificial Simbólica. A IA Simbólica está associada diretamente à representação do conhecimento e ao processamento de conhecimento (*i.e.*, inferência/raciocínio) (KASABOV, 1997). O autor Kasabov (1997) explica que a IA Simbólica foi eficaz no tratamento de problemas

caracterizados pela representação exata e completa do conhecimento, pois seus métodos de raciocínio são sequenciais por natureza.

Apesar de a EC ser voltada à modelagem do conhecimento a partir dos anos 2000 (SCHREIBER *et al.*, 2001), novas técnicas e novos métodos vem sendo propostos e pesquisados até os dias atuais, combinando diferentes paradigmas da Inteligência Artificial (*e.g.*, IA Conexionista, IA Evolucionária e IA Híbrida) e diferentes áreas de conhecimento (*i.e.*, a EC é interdisciplinar). Essa afirmação tem como base a análise dos periódicos pelo termo Engenharia do Conhecimento apresentados no Quadro 30 (Apêndice A) e classificados a partir de indicadores de impacto explicados por Fernandes e Salviano (2016) no Quadro 81 (Anexo A).

Os três periódicos com melhores indicadores SNIP<sup>34</sup> e JCR<sup>35</sup> a partir do termo de busca *Knowledge Engineering* no Portal ISSN<sup>36</sup> atualmente são: IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering<sup>37</sup>, da IEEE; Data & Knowledge Engineering<sup>38</sup>, da Elsevier; e The Knowledge Engineering Review<sup>39</sup>, da Cambridge. O periódico da IEEE cobre trabalhos com diferentes abordagens com Redes Neurais, Aprendizagem de Máquina, *Big Data*, Regressão Linear e outros, sendo mais abrangente e se preocupando com a engenharia de dados. O periódico da Elsevier possui interesse em abordagens voltadas a *Big Data* e a Processamento de Linguagem Natural, e desde 2019 está avançando em trabalhos de *Big Data Analytics* com foco em Ciência de Dados. Desses três periódicos, apenas o da Cambridge ainda se mantém exclusivo na publicação de trabalhos relacionados à IA Simbólica, conforme descrito em seus temas de interesse. Cabe aqui uma menção ao periódico Elsevier Knowledge-Based Systems<sup>40</sup>, que não foi citado no Quadro 30 por não possuir o termo *Knowledge Engineering* em seu título, porém o seu JCR o colocaria em primeiro lugar na

---

<sup>34</sup> SNIP - Source Normalized Impact per Paper é um indicador métrico usado para avaliar o impacto de periódicos científicos.

<sup>35</sup> JCR - Journal Citation Reports é um recurso que permite avaliar e comparar revistas utilizando dados de citações extraídas de revistas acadêmicas e técnicas.

<sup>36</sup> O Portal ISSN dá acesso ao ISSN Register, banco de dados internacional que contém informações de identificação sobre jornais impressos e digitais, revistas, jornais, boletins e blogs acadêmicos e recursos acadêmicos de acesso aberto publicados em mais de 100 países. Disponível em: <https://portal.issn.org>.

<sup>37</sup> IEEE - IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/xpl/RecentIssue.jsp?punumber=69>.

<sup>38</sup> Elsevier ScienceDirect - Data & Knowledge Engineering. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/journal/data-and-knowledge-engineering>.

<sup>39</sup> Cambridge Core - The Knowledge Engineering Review. Disponível em: <https://www.cambridge.org/core/journals/knowledge-engineering-review>.

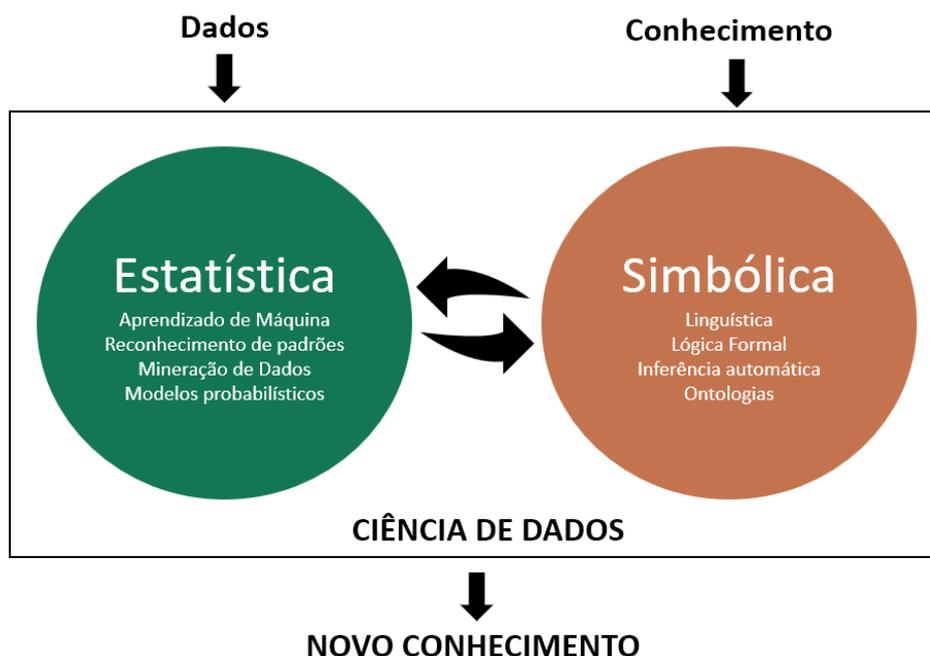
<sup>40</sup> Elsevier Knowledge-Based Systems. Disponível em: <https://www.journals.elsevier.com/knowledge-based-systems>.

listagem e aborda questões de Aprendizagem de Máquina, representação de conhecimento, Ciência de Dados, entre outros.

Essa abordagem abrangente de métodos e técnicas ligados à Inteligência Artificial e à Ciência de Dados apresentados pelos periódicos IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering, Elsevier Data & Knowledge Engineering e Elsevier Knowledge-Based Systems ajuda a responder a relação entre a Engenharia do Conhecimento e a Ciência de Dados – a EC como um campo específico da Inteligência Artificial para construção de SBCs, focada mais recentemente em metodologias para modelar o conhecimento, e a Ciência de Dados na exploração de dados para a geração de *insights* e conhecimento, com um forte uso de Estatística, Aprendizagem de Máquina e Análise de Dados (*i.e.*, *Data Analytics* e *Big Data Analytics*) para a identificação de padrões nos dados.

Dessa forma, a Ciência de Dados e a Engenharia do Conhecimento podem ser vistas como complementares, em que a primeira utiliza a EC (ou vice-versa) para auxiliar na criação de sistemas inteligentes e que possam ajudar nos três tipos de análises apresentados na Figura 6 (Análise Descritiva, Análise Preditiva e Análise Prescritiva). Nesse caso, a EC ajuda na Análise Preditiva e, principalmente, na Análise Prescritiva. Essa complementação de visão também é observada no trabalho de Hoehndorf e Queralt-Rosinach (2017), conforme apresentado na Figura 14.

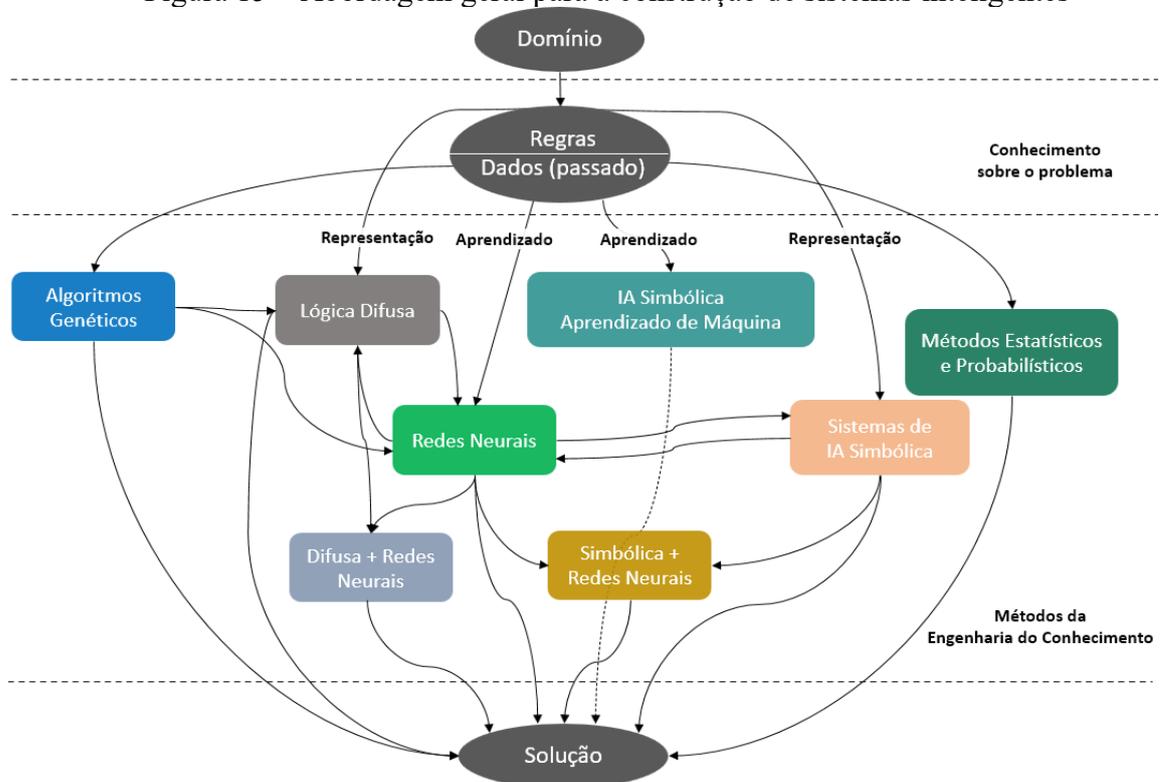
Figura 14 – Combinação de dados e conhecimento na Ciência de Dados



Fonte: adaptado de Hoehndorf e Queralt-Rosinach (2017, p. 5).

Essa conclusão de que a Ciência de Dados pode fazer uso da Engenharia do Conhecimento ou vice-versa para a construção de sistemas inteligentes retoma estudos como o apresentado por Minsky (1991) e por Kasabov (1997), que compreendem uma abordagem geral para a construção desses sistemas inteligentes, independentemente do paradigma. O estudo apresentado por Kasabov (1997) (Figura 15 e Figura 16), por exemplo, combina a Estatística, a IA Simbólica, as Abordagens Fuzzy e as Redes Neurais na construção de sistemas inteligentes. Essa abordagem continua válida na combinação da Ciência de Dados com a Engenharia de Conhecimento e pode ter como resultado trabalhos como o *Neuro-Symbolic Concept Learner* (MAO et al., 2019).

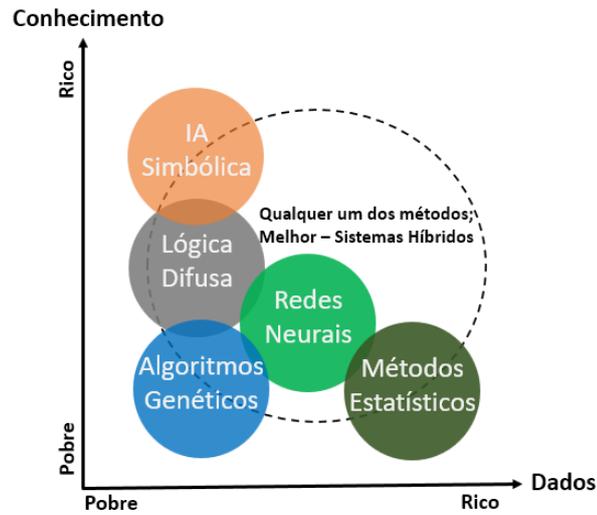
Figura 15 – Abordagem geral para a construção de sistemas inteligentes



Fonte: adaptado de Kasabov (1997, p. 66).

Nessa abordagem de Kasabov (1997), a IA Simbólica contribuiria com a teoria para: manipulação de símbolos; prova de teoremas, mecanismos de raciocínio e modelos computacionais universais (por exemplo, os sistemas de produção); sistemas Fuzzy com mecanismos de raciocínio humano usando termos linguísticos, acomodando conhecimento de senso comum e ambíguo; e, por fim, as Redes Neurais, com aprendizado a partir de dados, modelo de conhecimento empírico de humanos, aproximação e métodos de análise.

Figura 16 – Usabilidade de diferentes métodos para Engenharia do Conhecimento



Fonte: adaptado de Kasabov (1997, p. 67).

#### 2.1.3.4.1 A história da Inteligência Artificial da “era escura” até os SBCs

Negnevitsky (1997) apresenta uma visão geral da Inteligência Artificial até o surgimento dos SBCs discutidos na Engenharia do Conhecimento. O autor destaca que inteligência pode ser vista como a capacidade de entender, aprender, resolver problemas e tomar decisões. Nesse sentido, a Inteligência Artificial é uma ciência que se estabeleceu com o objetivo de tornar as máquinas inteligentes para resolver problemas que são resolvidos por pessoas. Esses marcos da IA são apresentados no Quadro 9 a seguir.

Quadro 9 – Principais eventos na história da IA e da EC

Período	Eventos importantes
O nascimento da Inteligência Artificial (1943 - 1956)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• McCulloch e Pitts, A Logical Calculus of the Ideas Immanent in Nervous Activity, 1943</li> <li>• Alan Turing, Computing Machinery and Intelligence, 1950</li> <li>• The Electronic Numerical Integrator and Calculator project (John von Neumann)</li> <li>• Claude Shannon, Programming a Computer for Playing Chess, 1950</li> <li>• The Dartmouth Workshop de verão da faculdade sobre inteligência de máquina, redes neurais artificiais e teoria dos autômatos, 1956</li> </ul>
A ascensão da Inteligência Artificial (1956 - final dos anos 1960)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• LISP (John McCarthy)</li> <li>• O projeto General Problem Solver (GPR) (Newell e Simon)</li> <li>• Newell e Simon, Human Problem Solving, 1972</li> <li>• Marvin Minsky, A Framework for Representing Knowledge, 1975</li> </ul>
A queda da Inteligência	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cook, The Complexity of Theorem Proving Procedures, 1971</li> </ul>

<b>Período</b>	<b>Eventos importantes</b>
Artificial (final dos anos 1960 e início dos anos 1970)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Karp, Reducibility Among Combinatorial Problems, 1972</li> <li>• The Lighthill report, 1971</li> </ul>
A descoberta dos Sistemas Especialistas (início dos anos 1970 - meados dos anos 1980)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• DENDRAL (Feigenbaum, Buchaman and Leberberg, Stanford University)</li> <li>• MYCIN (Feigenbaum and Shortliffe, Stanford University)</li> <li>• PROSPECTOR (The Stanford Research Institute)</li> <li>• PROLOG - a logic programming language (Colmerauer, Roussel and Kowalski, France)</li> <li>• EMYCIN (Stanford University)</li> <li>• Donald Waterman, A Guide to Expert Systems, 1986</li> </ul>
O renascimento das Redes Neurais Artificiais (1965 - presente)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hopfield, Neural Networks and Physical Systems with Emergent Collective Computational Abilities, 1982</li> <li>• Kohonen, Self-Organized Formation of Topologically Correct Feature Maps, 1982</li> <li>• Rumelhart e McClelland, Parallel Distributed Processing, 1986</li> <li>• A primeira IEEE International Conference on Neural Networks, 1987</li> <li>• Simon Haykin, Neural Networks, 1994</li> <li>• Neural Network, MATLAB Application Toolbox (The MathWork, Inc.)</li> </ul>
Computação com palavras (anos 1980 - 2000)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lotfi Zadeh, Fuzzy Sets, 1965</li> <li>• Lotfi Zadeh, Fuzzy Algorithms, 1969</li> <li>• Mandani, Application of Fuzzy Logic to Approximate Reasoning Using Linguistic Synthesis, 1977</li> <li>• Sugeno, Fuzzy Theory, 1983</li> <li>• O “fuzzy” japonês em produtos de consumo (máquinas de lavar louça, máquinas de lavar, condicionadores de ar, televisão, copiadoras)</li> <li>• Sendal Subway System (Hitachi, Japão), 1986</li> <li>• Constantin Negoita, Expert Systems and Fuzzy Systems, 1985</li> <li>• The First IEEE International Conference on Fuzzy Systems, 1992</li> <li>• Bart Kosko, Neural Networks and Fuzzy Systems, 1992</li> <li>• Bart Kosko, Fuzzy Thinking, 1993</li> <li>• Ronald Yager e Lotfi Zadeh, Fuzzy Sets, Neural Networks and Soft Computing, 1994</li> <li>• Earl Cox, The Fuzzy Systems Handbook, 1994</li> <li>• Bart Kosko, Fuzzy Engineering, 1996</li> <li>• Lotfi Zadeh, Computing with Words - A Paradigm Shift, 1996</li> <li>• Fuzzy Logic, MATLAB Application Caixa de ferramentas (The MathWork, Inc.)</li> </ul>

Fonte: adaptado de Negnevitsky (1997).

## 2.2 CONCEITOS RELACIONADOS À REVISÃO INTEGRATIVA

No âmbito da pesquisa bibliográfica, a revisão dos trabalhos sobre um tema de pesquisa possibilita a visualização do conteúdo publicado e permite identificar as lacunas

existentes e onde se encontram entraves teóricos ou metodológicos. Os conceitos relacionados à busca sobre temas que integram a Ciência de Dados e/ou Engenharia do Conhecimento para trabalhar os elementos de Capital Intelectual em IES ou em PPGs, principalmente no que tange à exploração das informações sobre *alumni*, foram explorados na revisão integrativa da literatura detalhada na seção 3.3.3.1 desta tese.

A visão de como o CI se relaciona com a Gestão do Conhecimento e a forma como é aplicado nas IES configuram temas relevantes no contexto da pesquisa e são detalhados nas próximas seções. Esses temas também têm ganhado destaque em estudos recentes, conforme aponta a revisão sistemática da literatura produzida pelos autores Bellucci *et al.* (2021). Esses autores realizaram uma revisão sistemática da literatura com base nos estudos publicados no periódico *Journal of Intellectual Capital (JIC)* e estabeleceram quatro categorias de estudos recorrentes entre os anos de 2014 e 2018: 1) Relatório e divulgação de CI; 2) Pesquisa de CI em universidades, educação e setor público; 3) Gestão do Conhecimento e CI; e 4) CI, desempenho financeiro e valor de mercado. Nesse sentido, esta seção busca explorar a pesquisa de CI relacionada à Gestão do Conhecimento e a pesquisa de CI em universidades a partir dos achados desses autores e dos resultados da revisão integrativa, incluindo os autores citados nesses trabalhos.

### **2.2.1 O Capital Intelectual e a Gestão do Conhecimento**

Na teoria da Gestão do Conhecimento, o conhecimento é um importante ativo nas organizações, sendo visto como um meio para se obter vantagem competitiva, aumentar a eficiência e inovação (NONAKA; TAKEUCHI, 1995). O conhecimento se tornou um dos fatores mais importantes na atual economia porque é considerado uma arma estratégica com o potencial de aumentar os lucros de uma organização de maneira sustentável (CHOI; LEE, 2002), tornando-a competitiva (ALAVI; LEIDNER, 2001).

Essas vantagens podem ser obtidas quando a organização busca, de forma eficiente e eficaz, criar, localizar, capturar e compartilhar seu conhecimento e suas experiências para aplicá-los na resolução de problemas e na exploração de oportunidades (ZACK, 1999). Logo, essas práticas foram incorporadas pela teoria da Gestão do Conhecimento como um conjunto de ações que visam aumentar a eficiência organizacional ao permitir que as informações e habilidades dos funcionários sejam compartilhadas e empregadas de maneira mais efetiva (NONAKA; TAKEUCHI, 1995). Portanto, a teoria da Gestão do Conhecimento enfatiza a

importância da identificação, aquisição, distribuição e utilização dos conhecimentos existentes na organização para que sejam maximizados os resultados da empresa.

Segundo Bellucci *et al.* (2021), as contribuições sobre CI e Gestão do Conhecimento estão sistematicamente ligadas e são úteis para abordar a questão do conhecimento nas organizações. As interconexões entre CI e GC podem levar a benefícios organizacionais, inovação e melhoria do desempenho de mercado (HUSSINKI *et al.*, 2017). Embora os resultados indiquem que o nível de CI por si só pode prever o potencial de inovação organizacional, as empresas devem usar as práticas de GC para alavancar o CI e capitalizar o potencial de conhecimento (HUSSINKI *et al.*, 2017). Kianto *et al.* (2014), por sua vez, propuseram um modelo teórico sobre como os ativos intelectuais e suas práticas de gestão se relacionam na geração do desempenho organizacional.

Nesse mesmo contexto das relações entre CI e GC, o estudo de Inkinen (2015) apontou que o CI influencia o desempenho da empresa, principalmente por meio de relações, combinações e intermediações, e que existe uma forte relação entre CI e as capacidades de inovação da empresa. As organizações com altos níveis de práticas de CI e GC tendem a superar as empresas menos focadas no conhecimento. Por outro lado, foi demonstrado que organizações com altos níveis de CI e baixa utilização de GC ainda podem alcançar os *scores* de inovação de organizações com altos níveis de CI e GC.

Ainda de acordo com Bellucci *et al.* (2021), alguns trabalhos analisaram o efeito mediador do capital intangível na relação entre GC e CI. Ramadan *et al.* (2017), por exemplo, utilizaram um conjunto de dados de pesquisa coletados de funcionários de empresas de TI que operam na Jordânia para concluir que a documentação, a transferência, a aquisição e a criação de conhecimento têm o efeito mais forte no CI. Os autores Molodchik, Shakina e Barajas (2014) exploraram as implicações de elementos de CI de qualidade de gestão, capacidades de recursos humanos, inovação, capacidades de processos internos, capacidades de *networking* e fidelização de clientes, em termos de processos de tomada de decisão para GC. Os autores concluíram que a implementação da GC é significativa para as capacidades de recursos humanos e do processo interno.

Outros trabalhos se concentram em como os ativos intelectuais vinculados ao capital estrutural e humano são alavancados. O estudo realizado por Campanella, Peruta e Del Giudice (2014) investiga, por meio de uma análise de regressão, os principais fatores que influenciam a progressão das práticas de GC. Os autores contribuíram para a literatura sobre desempenho financeiro, organizacional e cognitivo dos parques científicos europeus.

Trabalhos relacionados a GC e CI em pequenas empresas também foram explorados por Jordão e Novas (2017), que criaram um modelo conceitual de apoio à análise dos efeitos das redes de pequenas e médias empresas (PMEs) na GC e no CI. As conclusões obtidas ajudam a preencher uma lacuna importante na literatura de gestão, contabilidade, GC e CI, mostrando que os processos de criação, aquisição, manutenção, sistematização e compartilhamento de informações e conhecimento e geração de CI em redes de PMEs podem ser influenciados pelo processo de formação da rede. Khalique *et al.* (2015) também estudaram CI e GC em PMEs, avaliando as conexões entre componentes de CI e desempenho organizacional em empresas do setor de fabricação de eletrônicos. Os resultados demonstram que o modelo geral de regressão do CI mostra boa adequação, principalmente no que se refere ao Capital Humano.

Calza *et al.* (2014) focaram na relação entre o CI e as incubadoras. Os autores propuseram um *framework* conceitual para analisar o CI em incubadoras de empresas. Sua contribuição baseia-se na literatura sobre os ativos intangíveis de incubadoras de empresas de nova geração, examinando como essas organizações usam o CI para cumprir a sua missão. O trabalho de Calza *et al.* (2014) fornece um modelo analítico capaz de apoiar profissionais e acadêmicos a entender e avaliar melhor os aspectos críticos e os requisitos de CI das incubadoras.

Por fim, Pedro, Leitão e Alves (2018b) estudaram profundamente o CI para determinar a classificação predominante do Capital Intelectual em termos de componentes, utilizando a literatura de referência sobre a relação entre CI e desempenho e considerando os eixos de análise multidimensional: organizacional, regional e nacional. Os autores estudaram 189 trabalhos que tratavam da relação entre CI e desempenho e da forma como os recursos intangíveis participam da criação de valor na era da economia baseada no conhecimento, bem como da definição e da mensuração dos componentes que podem ser integrados à estratégia de uma empresa. Pedro, Leitão e Alves (2018b) destacaram que o desempenho organizacional é influenciado pelo uso estratégico desses componentes do CI e que a mensuração adequada do CI é essencial para a sua gestão e alavancagem.

### **2.2.2 Capital Intelectual em IES**

No contexto das Instituições de Ensino Superior, o Capital Intelectual engloba todos os ativos que não possuem uma forma tangível ou física, como processos, capacidade de inovação, patentes, conhecimento tácito dos membros, habilidades, talentos, reconhecimento

pela sociedade, rede de colaboradores e contatos, entre outros. Os recursos mais valiosos das IES são seus professores, pesquisadores, administradores e funcionários, governantes e estudantes, juntamente com todas as suas relações, incluindo os seus ex-alunos (*alumni*) e rotinas organizacionais (GRADIM *et al.*, 2022; LIU, 2007; PEDRO, 2018; RAMÍREZ; GORDILLO, 2014).

O papel crítico desempenhado na sociedade baseada no conhecimento torna as IES um ponto relevante de exploração, e pode-se observar um número crescente de pesquisas que exploram a relação entre o CI e IES (PEDRO, 2018). Aumentar a produtividade e a eficiência das IES torna-se fundamental, devendo-se prestar atenção nas necessidades dos seus *stakeholders* e buscar a sua satisfação. O desempenho de uma organização é intimamente ligado ao seu Capital Intelectual e à sua capacidade de gerir e utilizar o conhecimento, por isso vários estudiosos concordam que há uma relação positiva entre o CI e o desempenho das IES (CLARKE; SENG; WHITING, 2011; GRADIM *et al.*, 2022; KAMUKAMA; AHIAUZU; NTAYI, 2010; PEDRO; LEITÃO; ALVES, 2018a; PEDRO, 2018; PHUSAVAT *et al.*, 2011; SHARABATI; JAWAD; BONTIS, 2010).

Bellucci *et al.* (2021), nesse mesmo sentido, identificaram vários estudos realizados nessa área na Itália. Por exemplo, Sangiorgi e Siboni (2017) exploram a extensão e as características da divulgação voluntária de CI em organizações italianas de ensino superior, com resultados baseados em análise de conteúdo de relatórios sociais emitidos pelas universidades. Nesse estudo, encontrou-se um volume notável de divulgação de CI nos relatórios de sustentabilidade. Os administradores dessas instituições demonstram estar conscientes da implicação positiva nas políticas de gerenciamento e de relatórios sobre o CI.

Os autores Secundo *et al.* (2016) adotaram a abordagem de inteligência coletiva e tentaram entregar um novo painel para a gestão de CI nas universidades. Esse estudo compreendeu como o CI contribui para gerar um impacto social e econômico positivo na região onde a universidade está inserida, além de externalidades positivas para a sociedade em geral. Secundo *et al.* (2016) destacam três missões de uma universidade que promove o empreendedorismo: 1) ensino; 2) pesquisa; e 3) engajamento social e desenvolvimento regional. Esses elementos foram incorporados a um *framework* com o objetivo de tornar as universidades mais comparáveis, competitivas, dinâmicas e transparentes. O Quadro 10 a seguir apresenta os indicadores de CI resultantes.

Quadro 10 – Indicadores de CI pra universidades empreendedoras

Objetivo	Processo	Indicador
Desenvolvimento de Competências Empreendedoras	Atração e incubação de talentos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• % de satisfação dos principais <i>stakeholders</i></li> <li>• N.º de doutorados em empreendedorismo</li> <li>• N.º de programas de mestrado em empreendedorismo</li> <li>• N.º de cursos de licenciatura em empreendedorismo</li> <li>• N.º de doutorandos com competências empresariais</li> <li>• N.º de pós-graduandos com competências empresariais</li> </ul>
	Eficiência de recursos humanos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• N.º de pessoal contratado para tarefas (por exemplo, cooperação externa)</li> <li>• N.º de bolsistas de pesquisa (equipe científica financiada por bolsas)</li> <li>• N.º de funcionários financiados por projetos de P&amp;D</li> <li>• % de docentes envolvidos em cursos de empreendedorismo pelo total de alunos</li> <li>• % de funcionários pelo total de alunos envolvidos em projetos de empreendedorismo</li> <li>• Idade média do corpo docente</li> <li>• Idade média do pessoal</li> </ul>
	Educação continuada para competência empreendedora	<ul style="list-style-type: none"> <li>• N.º de funcionários que frequentaram cursos de formação contínua</li> <li>• N.º total de programas de educação continuada ativos naquele ano para implementação</li> <li>• N.º total de créditos do Sistema Europeu de Transferência e Acumulação de Créditos dos programas entregues</li> <li>• N.º de alunos de pós-graduação com competências empreendedoras</li> </ul>
Transferência de tecnologia e inovação	Inovação e difusão do conhecimento	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Despesas com bases de dados de pesquisa online (em €)</li> <li>• Despesas com revistas científicas (em €)</li> <li>• N.º de livros disponíveis na biblioteca</li> <li>• N.º de aplicativos piloto desenvolvidos</li> <li>• N.º de projetos de pesquisa em andamento</li> <li>• N.º de publicações em revistas e livros internacionais</li> </ul>

Objetivo	Processo	Indicador
	Aprimoramento da infraestrutura	<ul style="list-style-type: none"> <li>• N.º de plataformas de <i>software</i> para educação/pesquisa</li> <li>• N.º de <i>software</i> para aprendizagem empreendedora</li> <li>• Despesas com TI por pessoa</li> <li>• % de gastos com TI nos custos totais</li> <li>• N.º de PCs por aluno</li> <li>• N.º de PCs por funcionário</li> <li>• N.º de PCs por docente</li> </ul>
	Propriedade intelectual e spin-off	<ul style="list-style-type: none"> <li>• % de sucesso na aquisição do projeto</li> <li>• N.º de empresas spin-off</li> <li>• N.º de empresas startup</li> <li>• N.º de patentes</li> <li>• N.º de prêmios internacionais recebidos</li> <li>• N.º de projetos <i>creative commons</i> e inovação social</li> </ul>

Fonte: adaptado de Secundo *et al.* (2016, p. 310-311).

Outro estudo analisado pelos autores Bellucci *et al.* (2021) é o artigo que propõe o Modelo de Maturidade de Capital Intelectual, em inglês *Intellectual Capital Maturity Model* (ICMM), elaborado pelos autores Secundo *et al.* (2015). Esse estudo discute uma melhor mensuração e gestão do CI a partir da gestão estratégica das universidades europeias. Seu modelo propõe uma estrutura em etapas para estimular mudanças dentro de uma universidade com base em seu nível atual de maturidade de gestão de CI, passando pela coleta de dados de CI, conscientização de CI, ajuste de indicadores específicos de CI, mensuração de CI, relatório de CI, interpretação e tomada de decisão, até chegar a planejamento e estratégia.

Nessa mesma linha de mensuração e gerenciamento do CI, os autores Ramírez e Gordillo (2014) tiveram como objetivo configurar uma estrutura para identificação e avaliação de CI em Instituições de Ensino Superior espanholas. Eles usaram evidências empíricas para reconhecer quais são os componentes do CI a serem medidos. Esses autores definiram um conjunto de indicadores que poderiam levar as universidades a apresentarem dados mais úteis aos seus *stakeholders*, contribuindo para maior transparência, prestação de contas e comparabilidade no setor de ensino superior. Essa estratégia passava por três etapas: 1) a identificação dos objetivos estratégicos das universidades espanholas através do exame de documentos relativos aos objetivos e planos estratégicos da universidade; 2) a identificação dos principais elementos intangíveis em uma universidade; e 3) a elaboração de uma lista

definitiva de indicadores para mensurar esses principais elementos intangíveis. Os elementos intangíveis e os indicadores propostos pelos autores são detalhados no Quadro 11.

Quadro 11 – Indicadores de CI propostos para universidades espanholas

<b>Componente</b>	<b>Elemento intangível</b>	<b>Indicador</b>
Capital Humano	Qualificação acadêmica e profissional da equipe	<ul style="list-style-type: none"> <li>• % de doutores entre docentes e pesquisadores</li> <li>• N.º de docentes qualificados</li> <li>• % de pós-graduados administrativos, técnicos e auxiliares</li> </ul>
	Capacidades e competências dos docentes	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Total de docentes e pesquisadores por alunos</li> <li>• N.º de participantes em programas de formação</li> <li>• N.º de horas dedicadas à formação de professores</li> </ul>
	Mobilidade de professores e pesquisadores	<ul style="list-style-type: none"> <li>• % de professores com bolsas em outras universidades</li> </ul>
	Produção científica	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Taxa de participação em projetos de pesquisa</li> <li>• Proporção de períodos de pesquisa de seis anos</li> <li>• Produção de teses de doutorado</li> <li>• N.º de publicações científicas por docentes</li> </ul>
Capital Estrutural	Qualidade de gestão	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Certificados de qualidade concedidos</li> </ul>
	Esforço em inovação	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Despesas com P&amp;D</li> <li>• N.º de projetos de P&amp;D em desenvolvimento</li> </ul>
	Propriedade intelectual	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Geração de patentes</li> <li>• Produção científica</li> </ul>
Capital Relacional	Empregabilidade de graduados	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Taxa de emprego</li> <li>• Tempo até o primeiro emprego</li> </ul>
	Satisfação do aluno	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Satisfação dos graduados com os estudos (pesquisas)</li> <li>• % de pré-inscritos na primeira opção em relação ao total de vagas oferecidas</li> </ul>
	Eficiência do ensino de pós-graduação	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Taxa de desistência</li> <li>• Taxa de graduação</li> <li>• Taxa de desempenho</li> </ul>

Componente	Elemento intangível	Indicador
	Relações com o mundo empresarial	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Taxa de estágios na empresa</li> <li>• Avaliação da formação universitária pelos empregadores</li> <li>• N.º de acordos de colaboração em projetos e atividades com empresas</li> </ul>
	Colaboração com outras universidades	<ul style="list-style-type: none"> <li>• % de professores recebidos de outras universidades</li> </ul>
	Imagem da universidade	<ul style="list-style-type: none"> <li>• A opinião da sociedade sobre a universidade</li> <li>• Programas de doutorado com menção oficial de qualidade</li> <li>• Taxa de alunos de universidades estrangeiras em Programas de Pós-Graduação</li> </ul>

Fonte: adaptado de Ramírez e Gordillo (2014, p. 184).

Os autores Veltri e Silvestri (2015) focaram na divulgação de CI das universidades com um estudo de caso para investigar o relatório de CI e verificar se estava de acordo com a recomendação do International IR Council Framework<sup>41</sup> em termos de integração de divulgações de CI e não CI em um único documento. No entanto, sua análise mostrou que as interconexões entre os *stakeholders* não são discutidas, as informações nem sempre são integradas e os dados não apresentam de forma clara os mecanismos organizacionais para criar e compartilhar valor.

Bisogno *et al.* (2018) realizaram uma revisão estruturada da literatura para investigar qual o estado da arte relacionado ao CI na educação. Esse estudo contou com 47 artigos nos quais os autores observaram que a pesquisa de CI na educação está concentrada na Europa (*e.g.*, Itália, Espanha e Áustria) e aborda principalmente a CI nas universidades. Os autores classificam o estudo do CI em quatro estágios diferentes: 1) o primeiro se concentra na definição do potencial do CI para criar e gerenciar o processo de criação de valor; 2) no segundo começam a ser reunidas evidências para justificar a gestão estratégica do CI; 3) o terceiro caracteriza-se por um forte impulso para discutir como as organizações entendem, adaptam e aplicam a CI como uma ferramenta de gestão utilizada nas universidades; 4) e o quarto reflete o ponto central de como criar pontes entre o conhecimento dentro e fora da

<sup>41</sup> O International Integrated Reporting Framework é usado para acelerar a adoção de relatórios integrados em todo o mundo com o objetivo de melhorar a qualidade das informações disponíveis para provedores de capital financeiro, de modo a permitir uma alocação de capital mais eficiente e produtiva.

organização, ou seja, como conectar o Capital Humano com o Capital Relacional (*i.e.*, tema desta tese para exploração do Capital *Alumni*).

Além desses trabalhos, Bellucci *et al.* (2021) revisaram outros estudos que exploram o Capital Intelectual no contexto de IES. Entre esses estudos estão: estudos de caso das universidades do setor público australianas para contribuir com a literatura de CI na educação, discutindo a conexão entre sistemas de mensuração de desempenho e capital humano acadêmico (MARTIN-SARDESAI; GUTHRIE, 2018); o avanço de técnicas para aprimorar a visualização dos elementos estratégicos do CI para profissionais que gerenciam hospitais universitários e utilizam o CI em sua gestão (VAGNONI; OPPI, 2015); revisão de literatura com dados de um projeto australiano sobre complexidade para fornecer novos *insights* relacionados à teoria da complexidade econômica, concorrência não baseada em preço e Gestão do Conhecimento (ROOS, 2017); o debate em torno da criação e gestão do CI na academia (DE SILVA; STRATFORD; CLARK, 2014); a divulgação do CI das universidades nas redes sociais, sites e outras plataformas *web* (LOW; SAMKIN; LI, 2015); e, por último, o trabalho que analisou pontos fortes e fracos das diretrizes e estruturas com a comparação de diversos modelos de CI que podem ser usados para a Gestão do Conhecimento e para a criação de relatórios em IES (ABHAYAWANSA, 2014).

Chatterji e Kiran (2017) também exploram a relação entre o Capital Intelectual e as IES. Os autores estudaram a relação entre o desempenho universitário e as dimensões do CI em universidades indianas. Os autores utilizaram uma abordagem quantitativa, coletando dados de 50 universidades indianas classificadas pelo *National Institutional Ranking Framework* (NIRF) em 2016. O desempenho universitário foi medido usando cinco indicadores: ensino, pesquisa, citações, colaboração internacional e inclusão social.

Estudos recentes como os de Gradim *et al.* (2022) também exploram amplamente o CI em IES. Os autores discutem a importância do gerenciamento do CI em IES e destacam que as IES são fontes importantes de recursos intangíveis. Por isso, esses autores recomendam que as IES identifiquem medidas de CI e que as gerenciem de forma eficaz para criar valor e enfrentar desafios competitivos. Para Gradim *et al.* (2022), o CI é composto por três dimensões, as mesmas adotadas nesta tese: Capital Humano, Capital Estrutural e Capital Relacional. Além disso, os autores evidenciam a importância de serem incorporadas inovações tecnológicas e digitais nas dimensões do CI, especialmente no que se refere ao desenvolvimento de habilidades digitais em seu CH, como observado nesta pesquisa.

### 2.2.2.1 Componentes do Capital Intelectual em IES

Os componentes do Capital Intelectual em IES seguem os elementos mais comuns na literatura, conforme se detalha na seção 2.1.2.2. Esses componentes são o Capital Humano, o Capital Estrutural e o Capital Relacional (DUMAY, 2016; GRADIM *et al.*, 2022; PEDRO; LEITÃO; ALVES, 2019; PEDRO, 2018; RAMÍREZ; GORDILLO, 2014; SECUNDO *et al.*, 2015; VELTRI; MASTROLEO; SCHAFFHAUSER-LINZATTI, 2014). Além desses componentes, o Capital *Alumni* é discutido na sequência, sendo transversal aos componentes do CH e CR (LIU, 2007).

#### 2.2.2.1.1 Capital Humano

O Capital Humano em IES corresponde ao conhecimento tácito acumulado pelos professores e compreende uma combinação de fatores como formação, experiência e atitudes (LIU, 2007). Secundo (2015) explica que o CH se refere ao valor intangível que reside nas competências individuais, abrangendo a experiência, o conhecimento e as vivências de pesquisadores, professores, equipe técnica, alunos e funcionários administrativos. Para Pedro (2018), de maneira geral, o CH das organizações é formado pelo conhecimento, pelas competências, atitudes e agilidade intelectual de todos os membros que fazem parte da organização. Além disso, é composto pela capacidade desses membros de tomar decisões rapidamente, resolver problemas, estabelecer boas relações interpessoais, entre outras habilidades.

#### 2.2.2.1.2 Capital Estrutural

O Capital Estrutural em IES consiste no conhecimento explícito da organização, que é compartilhado e divulgado internamente, podendo fazer parte da gestão do conhecimento científico e técnico (PEDRO, 2018). Esse conhecimento pode ser derivado da interação entre a pesquisa, a gestão e a organização de processos, bem como das rotinas organizacionais, cultura corporativa, valores, desenvolvimento de procedimentos internos, *softwares*, tecnologias e outros recursos técnicos disponíveis, como bibliografia, arquivos, licenças, bases de dados, entre outros. Secundo (2015) argumenta que o CE abrange os recursos que permanecem na organização após a saída dos docentes e alunos, como propriedade intelectual, bancos de dados, processos e rotinas de pesquisa e educação, infraestrutura de pesquisa, cultura universitária e princípios de governança.

### 2.2.2.1.3 Capital Relacional

No contexto das IES, Secundo (2015) explica que o Capital Relacional é composto por recursos e capacidades intangíveis que geram valor a partir das relações internas e externas da universidade. Essas relações incluem a parceria com organizações públicas e privadas, a posição e imagem nas redes, o prestígio acadêmico, a marca, as parcerias com o setor empresarial e os governos regionais, o envolvimento com organizações sem fins lucrativos e a sociedade civil em geral, além de colaborações com organizações nacionais e internacionais, centros de pesquisa, redes e alianças. Para Pedro (2018), o CR de uma organização refere-se às conexões e relações que essa organização possui com o ambiente externo. Isso inclui, entre outras coisas, o valor dos relacionamentos com clientes, parceiros estratégicos, funcionários administrativos e assim por diante. Em outras palavras, trata-se das relações de confiança e comunicação que a organização estabelece com todos os seus *stakeholders*.

### 2.2.2.1.4 Capital *Alumni*

Capital *Alumni* (CA) está relacionado aos ativos intangíveis de *alumni* em uma IES. O componente Capital *Alumni* (em inglês *Alumni Capital*), no contexto do Capital Intelectual, é pouco explorado na literatura. Na busca sobre esse componente na base da Scopus, por exemplo, foi encontrado apenas o estudo de Liu (2007). Nas bases científicas Web of Science e BDTD, não foi encontrado nenhum estudo que utilizasse esse termo do constructo na busca. Na base do Google Acadêmico foram encontrados quatro estudos: Liu (2007), Liu (2010) e Tower *et al.* (2009). Porém, os estudos de Liu (2010) e Tower *et al.* (2009) referenciam o conceito inicial de Liu (2007). Assim, pode-se sugerir que o trabalho de Liu (2007) é o percussor na definição sobre Capital *Alumni*.

Além das referências citadas, o trabalho de Liu (2007) ainda é referenciado por uma série de estudos que exploram o Capital Intelectual em IES ou PPGs: Barbosa (2015); Barbosa *et al.* (2016); Jones, Meadow e Sicilia (2009); Omona (2018); Pedro (2018); Pedro, Alves e Leitão (2022); Pedro, Leitão e Alves (2020); Silva (2017) e Tiffin e Kunc (2009). Portanto, sua contribuição na definição do constructo de Capital *Alumni* e as referências ao seu trabalho indicam a relevância sobre este componente para a disciplina do Capital Intelectual, principalmente quando se fala do impacto de egressos em IES.

Liu (2007, p. 91) define o Capital *Alumni* como: “a relação entre as instituições de ensino e seus ex-alunos. De acordo com essa definição, o capital de ex-alunos inclui a realização dos ex-alunos, sua doação, coesão, emprego e educação recorrente”. Nesse sentido, a palavra *realização* utilizada por Liu (2007) pode ser interpretada como o sucesso, a satisfação, o desempenho dos ex-alunos. Da mesma forma, o termo *coesão* aponta a coerência com a formação oferecida. Por fim, a educação recorrente indica se o ex-aluno volta a realizar outros cursos na instituição de ensino.

O estudo de Liu (2007) buscou definir um conjunto de indicadores para observar a criação de valores em IES privadas de Taiwan. Liu (2007) coletou dados, por meio de questionários, sobre seis componentes do CI: 1) Capital Humano; 2) Capital *Alumni*; 3) Capital Estrutural; 4) Capital Financeiro; 5) Capital Relacional; e 6) Capital de Inovação. Ao final de sua pesquisa, o autor estabeleceu 27 indicadores sobre CI, sendo 5 sobre o Capital *Alumni*: 1) Realização de ex-alunos titulados; 2) Doação de ex-alunos titulados; 3) Coesão de ex-alunos titulados; 4) Emprego de ex-alunos titulados; e 5) Educação recorrente de ex-alunos titulados.

Outros estudos exploram ex-alunos titulados no contexto do Capital Intelectual. Pedro (2018), por exemplo, propõe um conjunto de indicadores relacionados a estudantes e *alumni* como integrantes dos componentes Capital Humano e Capital Relacional. Como proposta, esse autor propõe a criação dos indicadores de estudantes e *alumni* com os indicadores apresentados no Quadro 12 a seguir. Além desses indicadores, Pedro (2018) cita outro possível indicador: *alumni* da IES com Prêmio Nobel e medalhas *Fields*.

Quadro 12 – Indicadores CI relacionados a *alumni*

Componente do CI	Área de atuação	Indicador
Capital Humano	Tipologia	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Idade média dos estudantes</li> <li>• N.º de <i>alumni</i></li> <li>• N.º de estudantes de doutorado, mestrado e licenciatura <i>versus</i> o n.º total de estudantes</li> </ul>
	Capacidades e competências	<ul style="list-style-type: none"> <li>• % de <i>alumni</i> com cargos na IES/professores na IES</li> <li>• % de estudantes com mais de dois anos de experiência no mundo do trabalho</li> <li>• % de colocação de estudantes no trabalho após seis meses de obtenção do grau</li> </ul>
	Eficiência	<ul style="list-style-type: none"> <li>• % de estudantes satisfeitos com a organização</li> <li>• % de reclamações dos estudantes</li> </ul>

Componente do CI	Área de atuação	Indicador
Capital Relacional	Acadêmicas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Relações com estudantes (capacidade de resposta às necessidades dos estudantes, relações permanentes com <i>alumni</i>, etc.)</li> <li>• % de empregabilidade dos estudantes após a graduação</li> </ul>

Fonte: adaptado de Pedro (2018, p. 65).

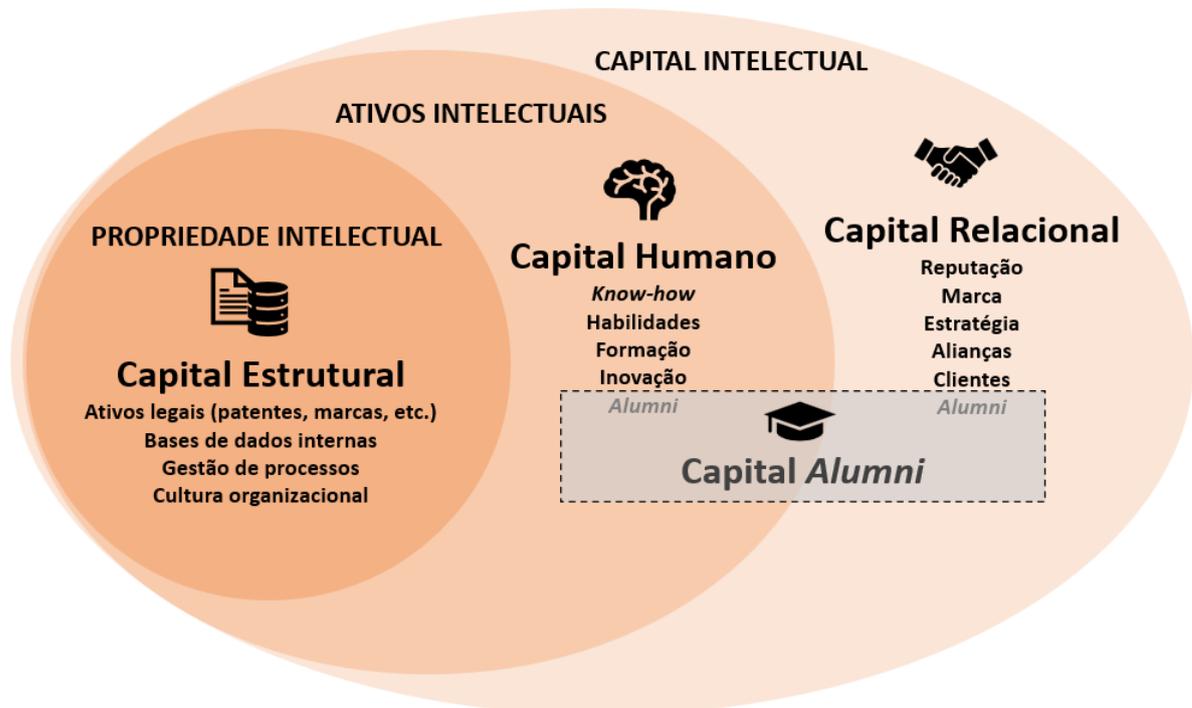
Secundo *et al.* (2018) também exploram os *alumni* no Capital Intelectual. Os autores explicam que os *alumni* aumentam o Capital Humano externo da IES e permitem o compartilhamento de conhecimento da instituição com a sociedade. Os *alumni* podem influenciar a sociedade e são os melhores embaixadores da IES para ajudar a moldar relacionamentos futuros com a nova realidade de negócios. Eles também constituem parte do Capital Humano da IES preparada para a sociedade, e a rede de ex-alunos é uma oportunidade para aumentar a colaboração com entidades locais e internacionais.

Chatterji e Kiran (2017) argumentam que os *alumni* são fonte de apoio monetário e não monetário na forma de política e voluntariado. Por isso, os autores explicam que é indispensável que as universidades explorem o que os *alumni* pensam a respeito da IES quando não fazem mais parte da instituição. A utilização das redes de *alumni* são importantes para indicar o papel do desempenho dos ex-alunos na valorização do Capital Relacional universitário. As descobertas de Chatterji e Kiran (2017) são relevantes para a administração das universidades que podem se concentrar nessas áreas não convencionais, fortalecendo o CR, construindo fortes relacionamentos com *alumni* e membros do setor, a fim de melhorar o desempenho da universidade.

Aversano *et al.* (2020) seguem a mesma linha de raciocínio de Secundo *et al.* (2018) e entendem os *alumni* como pertencentes ao componente de Capital Humano, considerando a sua relevância estratégica como *stakeholders* internos que criam o ambiente em que as universidades operam e que representam o CH que se torna externo quando os alunos se formam. A análise dos *alumni* permite examinar em que medida as universidades fornecem informações que evidenciam o papel deles na promoção das conexões com o meio externo, potencializando as colaborações com outras entidades públicas e privadas, bem como reduzindo as barreiras culturais entre as universidades. Aversano *et al.* (2020) sugerem que o item sobre *alumni* deve ser explorado em trabalhos futuros porque eles melhoram o Capital Humano externo das universidades e permitem que o conhecimento seja compartilhado em todo o ecossistema.

Em resumo, os trabalhos de Aversano *et al.* (2020), Chatterji e Kiran (2017), Pedro (2018) e Secundo *et al.* (2018) exploram os ativos intangíveis relacionados aos *alumni* nos componentes de Capital Humano e de Capital Relacional do Capital Intelectual. Já o trabalho de Liu (2007) estabelece o componente *Capital Alumni* de forma separada do CH e do CR. Julga-se relevante neste trabalho a utilização do componente *Capital Alumni* em IES, explicitando-se a importância de exploração dos ativos ligados aos *alumni*, mesmo que se trabalhe com informações sobre itens mapeados no CH e CR, e que seguem os elementos básicos e mais reconhecidos sobre CI (*i.e.*, CH, CR e CE), preferidos por autores como Cabrita e Bontis (2008), Pedro (2018), Roos e Roos (1997), Salonijs e Käpylä (2013), Seleim e Bontis (2013), Subramaniam e Youndt (2005) e outros. Por fim, utilizando-se da figura de Todericiu e Şerban (2015) sobre CI, a Figura 17 apresenta em que posição o componente do *Capital Alumni* se encontra no Capital Intelectual e qual a sua relação com os componentes de Capital Humano e Capital Relacional.

Figura 17 – Posicionamento do *Capital Alumni* no Capital Intelectual



Fonte: adaptado de Todericiu e Şerban (2015, p. 715).

### 2.3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este capítulo teve por objetivo apresentar a fundamentação teórica desta tese, contendo os principais conceitos relacionados ao tema de pesquisa. Esses conceitos fornecem o arcabouço teórico para o desenvolvimento da pesquisa e a solução proposta. Estruturadas

como seções deste capítulo, foram evidenciadas a conceitualização e os conceitos relacionados à revisão integrativa da literatura. A seguir, são apresentadas as considerações sobre essas seções. Optou-se por apenas uma seção de considerações finais para permitir uma visão integrada sobre o capítulo de fundamentação teórica.

### 2.3.1 Considerações sobre a conceitualização

Na conceitualização, explora-se a definição dos conceitos *egressos* e *alumni*. Nesta tese, optou-se por utilizar o termo *alumni* em referência aos ex-alunos titulados. Essa decisão vai ao encontro do uso do termo em artigos científicos de língua inglesa e também no uso da língua portuguesa de Portugal, conforme se observa na tese de Pedro (2018). Destaca-se que a palavra *alumni* não é reconhecida por dicionários de língua portuguesa como Michaelis<sup>42</sup> e Priberam<sup>43</sup> ou pela Academia Brasileira de Letras<sup>44</sup>. Assim, recomenda-se a sua pronúncia a partir do inglês: *uh-luhm-nai*.

Na sequência, apresenta-se uma visão geral da pesquisa relacionada ao Capital Intelectual ao longo do tempo. Essa visão permite entender a evolução das pesquisas, com os seus direcionamentos, componentes mais explorados, tendências e convergências de definições. Para essa explicação, foram citados trabalhos que exploram amplamente as pesquisas com abordagens de Revisão Sistemática da Literatura (RSL). Enquanto Dabić *et al.* (2020) demonstram que há uma grande relação entre o Capital Intelectual e a Gestão do Conhecimento, Pedro, Leitão e Alves (2018a) exploram 777 trabalhos por meio da RSL e estabelecem uma visão em alto nível sobre as pesquisas do CI, incluindo pesquisas sobre o CI em IES. Sobre as pesquisas de CI em IES, os estudos apresentados por Pedro, Leitão e Alves (2018a) fornecem uma valiosa base de conhecimento para o avanço desta pesquisa, pois os autores organizaram o conhecimento produzido e possibilitaram o acesso à tese de doutorado de Pedro (2018).

A pesquisa de Pedro (2018) realizada em seu doutorado pode ser considerada o trabalho de referência para o estudo do CI em IES até o momento. Sua pesquisa estabelece a base e a diferenciação dos conceitos utilizados no contexto de Instituições de Ensino Superior, e que evoluíram a partir de estudos que consideravam os ativos intangíveis em empresas.

---

<sup>42</sup> Michaelis sobre *alumni*. Disponível em: <https://michaelis.uol.com.br/busca?r=0&f=0&t=0&palavra=alumni>.

<sup>43</sup> Priberam sobre *alumni*. Disponível em: <https://dicionario.priberam.org/alumni>.

<sup>44</sup> Academia Brasileira de Letras sobre *alumni*. Disponível em: <https://www.academia.org.br/pesquisar?termo=alumni&type=All>.

Além disso, a tese do autor propõe uma taxonomia e uma estrutura de mensuração para o CI com base em uma revisão extensiva da literatura. Pedro (2018) elabora uma proposta de operacionalização inovadora de mensuração do CI nas IES e também identifica quais e que tipo de influência tem o CI das IES portuguesas. Para o público que utilizar o *framework* de CD e EC para a gestão do seu Capital *Alumni* proposto nesta pesquisa, recomenda-se a leitura da tese de Pedro (2018) para um maior aprofundamento no tema sobre CI em IES e também nos modelos de mensuração, que extrapolam os elementos do Capital *Alumni* expostos. O impacto da tese de doutorado de Pedro (2018) pode ser observado em diversos artigos em periódicos: Pedro, Leitão e Alves (2018a, 2018b, 2019, 2022,).

Além dos estudos sobre o CI ao longo dos anos, Ferenhof *et al.* (2015) também realizam uma extensa pesquisa sobre o tema do Capital Intelectual por meio de uma RSL e apresentam uma lista dos principais componentes do CI. A partir dessa revisão, Ferenhof *et al.* (2015) estabelecem os elementos do Capital Humano, Capital Estrutural, Capital Relacional e Capital Social. No entanto, foi adotada nesta tese a tríade mais comum citada pelos autores: CH, CE e CR. Esses componentes são explicados a partir dos autores clássicos do estudo de CI nesta tese. Por exemplo, Bontis (1999), Edvinsson e Malone (1998), Edvinsson e Sullivan (1996), Stewart (1998) e Sveiby (1998). Destaca-se que os livros originais de Sveiby, Stewart, e Edvinsson e Malone, em língua inglesa, são de 1997. Esse ano é utilizado nas referências encontradas comumente na literatura de língua inglesa. No entanto, os livros referenciados nesta tese são datados de 1998 e que foram traduzidos para a língua portuguesa. Essa base de conhecimentos é revisitada na seção de conceitos relacionados à revisão integrativa da literatura. Por isso, nessa seção não se explorou a conciliação dos conceitos dos autores clássicos. Além do CH, CE e CR em IES, a tese se aprofunda no componente do Capital *Alumni*. Este é o componente-alvo da tese, que permite contribuições teóricas e empíricas para a expansão do conhecimento.

Na sequência das teorias exploradas na seção de conceitualização, encontra-se a Ciência de Dados, que evoluiu de uma série de áreas e teorias. A definição adotada nesta tese tem base na definição de Yu e Kumbier (2020), para quem a Ciência de Dados é um campo de busca de evidências que combina dados com informações de domínio para gerar novos conhecimentos. No entanto, a definição de Kampakis (2020) apresenta uma questão histórica relevante: Ciência de Dados é um conceito para unificar estatísticas, análise de dados, aprendizado de máquina e seus métodos relacionados para entender e analisar fenômenos reais com dados. Assim, uma proposta de conciliação das definições sobre Ciência de Dados

adequada ao contexto do PPGE GC seria: a Ciência de Dados é uma disciplina que une estatística, análise de dados, aprendizado de máquina e outras metodologias relacionadas, a fim de entender e analisar fenômenos reais com dados e informações de domínio para gerar novos conhecimentos.

Outro ponto que merece uma conciliação é a visão sobre multi, inter e transdisciplinaridade da Ciência de Dados. Conforme apresentam Alves (2021) e Pacheco, Tosta e Freire (2010), a multidisciplinaridade, a interdisciplinaridade e a transdisciplinaridade são formas de abordagem que envolvem a integração de diferentes disciplinas e áreas de conhecimento para resolver problemas ou temas. A multidisciplinaridade é a utilização de várias disciplinas sem integração, enquanto a interdisciplinaridade busca a colaboração e integração das disciplinas. Já a transdisciplinaridade envolve a criação de um novo campo de conhecimento que transcende as disciplinas originais, integrando diferentes perspectivas, abordagens, metodologias, saberes e experiências. Com base nessas definições, observa-se que a Ciência de Dados ainda se encontra em um estágio de interdisciplinaridade. Para uma visão de futuro, entende-se que a Ciência de Dados se tornará transdisciplinar, conforme advogam os autores Cao (2017b) e Yu e Kumbier (2020).

No contexto da Ciência de Dados, o papel do cientista de dados é fundamental para o desenvolvimento das análises necessárias. Trata-se de um profissional de alto nível de formação e curiosidade para fazer descobertas a partir dos dados. Davenport e Patil (2012) já descreviam esse profissional como escasso no mercado de trabalho em 2021 devido à combinação das formações necessárias, além das habilidades analíticas. A seção 2.1.3.2 traz uma visão geral das habilidades, das disciplinas e dos requisitos comumente descritos no mercado de trabalho para uma vaga de cientista de dados. O artigo de Davenport e Patil (2012) recebeu grande atenção quando foi publicado, tendo sido feita uma nova revisão do papel do cientista de dados após 10 anos da publicação original. Nesse novo artigo, Davenport e Patil (2022) discutem as mudanças ocorridas no papel do cientista de dados na última década, que vão desde a sua definição como “o trabalho mais *sexy* do século XXI” até o seu papel atual. Inicialmente, os cientistas de dados eram altamente especializados em habilidades de programação, análise e experimentação, geralmente com formação em áreas científicas, como física experimental, astronomia, psicologia e meteorologia. Atualmente, segundo Davenport e Patil (2022), os cientistas de dados foram mais integrados, e suas habilidades são complementadas por outras funções, como engenheiro de aprendizado de máquina, engenheiro de dados e especialista em inteligência artificial. Os autores destacam que as

tecnologias utilizadas pelos cientistas de dados estão mudando e se tornando cada vez mais automatizadas, mas o papel desses profissionais continuará a crescer. Essa visão é importante para quem se interessar em fazer o uso do *framework* proposto nesta tese. Apesar de ser um *framework* que guia a exploração do Capital *Alumni* com a CD e a EC, as etapas de criação de análises descritivas, preditivas e prescritivas propostas requerem um conhecimento especializado.

Quanto à automação, segundo os autores Sharda, Delen e Turban (2020), este é o momento em que estamos vivendo. O uso do *Business Intelligence*, do *Analytics* e da Ciência de Dados ajudou as empresas a transformarem os seus dados em informações e conhecimentos úteis aos negócios. Agora chegou a era da automação baseada em Inteligência Artificial. Em seu livro, os autores destacavam, em 2020, o uso do IBM Watson como exemplo de IA especialista em responder a perguntas com treinamento em um determinado domínio. Essa visão ocorreu muito antes do impacto impressionante gerado pelo ChatGPT, uma tecnologia de Processamento de Linguagem Natural (PLN) baseada em Inteligência Artificial (IA) que foi liberada ao grande público em 2022. Essa tecnologia produzida pela empresa OpenAI demonstrou o avanço da IA nesse tipo de geração de respostas inteligentes e o impacto que isso pode gerar nas profissões atuais e futuras (CORRÊA, 2023). Inclusive, a automação de funções específicas para análise de dados e a geração de código-fonte para o papel do cientista de dados podem ser geradas pelo ChatGPT. Essa ferramenta foi utilizada nesta tese para auxiliar na elaboração de ideias e nas correções ortográficas do texto, por exemplo. Outras grandes empresas, como a Google e a Meta (Facebook), também estão desenvolvendo as suas ferramentas com IA generativa (BARBOSA, 2023). A Microsoft, por sua vez, realizou uma parceria com a OpenAI para utilizar o ChatGPT e para a integração de APIs em seus serviços. Portanto, a sociedade passará por uma nova corrida tecnológica focada em automação com o uso da Inteligência Artificial de atividades feitas apenas por humanos.

Os processos e as metodologias relacionados à Ciência de Dados são apresentados neste capítulo, complementando o embasamento teórico sobre a CD e o cientista de dados. Nessa seção, discutem-se diferentes abordagens para a realização da Ciência de Dados, com suas vantagens e desvantagens. Em um estudo realizado pelos autores Azevedo e Santos (2008), destacam-se os processos KDD e SEMAA, e a metodologia CRISP-DM, por serem amplamente utilizados. O KDD e a sua variação para mineração de textos KDT são frequentemente utilizados para a descoberta de conhecimento em teses e dissertações do PPGEGC (TAXWEILER, 2016). A CRISP-DM é a mais popular entre os cientistas de dados,

conforme pesquisa realizada em 2020. No entanto, em termos de abordagens contemporâneas e completas (que definem o processo para projeto, equipe e dados), a metodologia Microsoft TDSP se destaca. Por esse motivo, decidiu-se utilizar essa metodologia como base para a criação do *framework* proposto nas etapas de análises descritivas, preditivas e prescritivas.

Por fim, como última seção da conceitualização, apresenta-se uma visão de conciliação entre a Ciência de Dados e a Engenharia do Conhecimento. Essas duas áreas são complementares entre si. A EC surgiu a partir da IA simbólica, e a CD tem forte ligação com a IA conexionista. No entanto, a Engenharia do Conhecimento, conforme o levantamento de artigos apresentados na Figura 13, teve o seu maior número de pesquisas realizadas entre os anos de 2000 e 2012, com o número de artigos diminuindo nos anos seguintes. Em contrapartida, a Ciência de Dados teve um grande aumento no número de artigos publicados a partir de 2016, com seu ápice, até este momento, em 2021. Observa-se uma grande e rápida expansão do número de artigos que investigam a Ciência de Dados. A CD também tem uma forte ligação com o tema *Big Data*, que estuda tecnologias para se trabalhar a grande quantidade e diversidade de dados, muito em função da evolução da arquitetura de serviços e de tecnologias para suportá-la. Portanto, com base no levantamento dos artigos publicados nos últimos anos sobre CD e EC, pode-se entender que a EC passa por um momento de menos evidência. Esta tese propõe uma solução conjunta da CD e da EC para apoiar a extração de conhecimento a partir do Capital *Alumni* de Programas de Pós-Graduação. Estudos que propõem uma solução conjunta da CD e EC são encontrados na literatura, antes mesmo desse grande interesse na CD, como apresenta Kasabov (1997) na Figura 16. No entanto, este trabalho pode permitir que outros pesquisadores tenham esse interesse, ao passo que o avanço da CD possa trazer inovações no campo consolidado e maduro da EC. A proposta deste trabalho é que a união das duas áreas traga benefícios para ambas, permitindo a exploração de novas possibilidades e soluções para problemas complexos. Dessa forma, é importante ressaltar a relevância de se estudar e compreender a intersecção entre essas duas áreas e de buscar novas abordagens e metodologias para aprimorar o processo de extração e análise de conhecimento.

### **2.3.2 Considerações sobre os conceitos relacionados à revisão integrativa**

Na seção sobre conceitos relacionados à revisão integrativa, destaca-se a importância da relação entre o Capital Intelectual e a Gestão do Conhecimento. Dabić *et al.* (2020) realizaram uma análise bibliométrica de 700 artigos e de notas editoriais, identificando os

principais autores e as respectivas linhas de pesquisa. É importante mencionar que a Gestão do Conhecimento, juntamente com a Engenharia do Conhecimento e a Mídia do Conhecimento, é um dos temas de pesquisa explorados no PPGEGC e refere-se ao processo de identificação, criação, compartilhamento, uso e gestão de informações e conhecimentos relevantes para uma organização. Dessa forma, considerando o papel importante da GC e CI em IES, foram resumidos os principais tópicos dos artigos encontrados no estudo de Dabić *et al.* (2020). Nos estudos analisados, verificou-se o efeito mediador do capital intangível na relação entre GC e CI, bem como a relação entre o CI e as capacidades de inovação de uma empresa. Adicionalmente, o texto aborda pesquisas que investigam a maneira como os ativos intelectuais relacionados ao CE e CH são otimizados. Essa discussão realça a importância de uma mensuração precisa do CI para efetiva gestão e impulso de crescimento nas organizações.

Posteriormente, apresenta-se a revisão da literatura a partir dos conceitos do Capital Intelectual em Instituições de Ensino Superior, foco desta pesquisa. A seção 2.1.2 trouxe a visão dos conceitos sobre o CI a partir dos autores clássicos dessa literatura. No contexto das IES, contudo, esses conceitos foram ampliados. Portanto, para uma visão conciliadora de autores que trabalham com o CI em IES, esta tese adota a seguinte definição a partir dos autores Gradim *et al.* (2022), Liu (2007), Pedro (2018) e Ramírez e Gordillo (2014): o Capital Intelectual em Instituições de Ensino Superior engloba todos os ativos que não possuem uma forma tangível ou física, como processos, capacidade de inovação, patentes, professores, pesquisadores, administradores, estudantes, *alumni*, conhecimento tácito dos membros, habilidades, talentos, reconhecimento pela sociedade, rede de colaboradores, rotinas organizacionais e todas as suas relações. Nota-se, ainda, que a pesquisa por CI em IES tem crescido ao longo dos anos e é alvo de interesse da comunidade científica (PEDRO, 2018), o que corrobora com o estudo deste tema nesta tese.

Além disso, pesquisas sobre CI em IES são apresentadas na seção 2.2.2, trazendo uma visão do estado da arte sobre esse tema. De forma geral, apresentam-se diversos estudos que exploram a importância da relação entre o CI em IES. Os estudos apresentados incluem análises bibliométricas, propostas de *frameworks* e modelos para gestão do CI, revisões da literatura e estudos de caso. É consenso entre os autores de que há uma relação positiva entre o CI e o desempenho das IES (GRADIM *et al.*, 2022). Alguns estudos destacam a importância da divulgação de informações sobre o CI, enquanto outros exploram a relação entre o CI e a inovação ou o impacto social e econômico. Há também discussões sobre como

mensurar e gerenciar o CI, e sobre a importância de incorporar inovações tecnológicas e digitais. Estudos como o de Ramírez e Gordillo (2014) e de Secundo *et al.* (2016) aprofundam-se em buscar indicadores comuns para a comparação do CI em diferentes IES, porém se observa a ausência do tema *alumni* nessas propostas. O trabalho de Ramírez e Gordillo (2014), contudo, apresenta um guia das principais atividades no processo de gestão do CI em IES, que é utilizado como um dos pilares nesta tese.

Os componentes do CI em IES são apresentados na sequência. Assim como visto na seção 2.1.2, os três componentes mais explorados na literatura do CI em IES são: Capital Humano, Capital Estrutural e Capital Relacional. O componente do Capital *Alumni*, principal componente do CI estudado nesta tese, é explorado em detalhes e se observa a sua transversalidade em relação aos demais componentes. O CH é definido pelo valor intangível que reside nas competências individuais, abrangendo a experiência, o conhecimento e as vivências de pesquisadores, professores, equipe técnica, alunos e funcionários administrativos. O CE representa o valor intangível que reside nos recursos como propriedade intelectual, bancos de dados, processos e rotinas de pesquisa e educação, infraestrutura de pesquisa, cultura universitária e princípios de governança. O CR representa o valor intangível que reside nas conexões e relações que a organização possui com o ambiente externo. E, por último, o CA pode ser definido como a relação entre as instituições de ensino e seus ex-alunos.

Seguindo os passos das conciliações sobre as definições dos conceitos desta tese, como o Capital Intelectual e a Ciência de Dados, torna-se importante também a conciliação sobre o conceito do Capital *Alumni*. Assim, expandindo a definição de Liu (2007) e restringindo o seu contexto às IES, temos a seguinte definição: o Capital *Alumni* em Instituições de Ensino Superior representa o valor intangível que reside nas relações com seus *alumni*, como a satisfação com a formação obtida e com sua realização financeira, prêmios e destaques recebidos após a formação, a produção intelectual e técnica produzida em conjunto, a representatividade de posições ocupadas na academia, setor privado ou público, a formação recorrente na instituição de ensino, a participação em comissões, conselhos ou grupos de pesquisa, a doação ou o patrocínio de ações e demais relações que construam laços com seus ex-alunos.

O último tópico de considerações sobre os conceitos relacionados à revisão da literatura diz respeito aos modelos de mensuração. Conforme observado, uma série de modelos é apresentada na seção 2.2.2. De forma geral, há diversos modelos e processos que

podem ser utilizados para gerenciar e mensurar o CI de organizações. O estudo de Matos (2013), por exemplo, mapeou 54 modelos elaborados para esse objetivo e propôs um novo modelo teórico apoiado por um instrumento para auditar a gestão do CI. Segundo Matos (2013), pode-se concluir que não existem métodos perfeitos para mensurar o Capital Intelectual. Os autores Osinski *et al.* (2017) também apresentam 44 métodos para avaliação dos intangíveis. Em modelos especializados para IES, mais aderentes ao contexto explorado nesta tese, Pedro (2018), por exemplo, propõe um conjunto de indicadores a partir da reflexão e integração de diversos modelos propostos entre os anos de 2001 e 2015 para mensuração do CI. O Quadro 13 explora os métodos mapeados por Pedro (2018) que representam os trabalhos correlatos da presente pesquisa. O *framework* proposto nesta tese se diferencia desses métodos e modelos por se especializar no domínio do Capital *Alumni* e por guiar o uso da Ciência de Dados e da Engenharia do Conhecimento para criar análises descritivas, preditivas e prescritivas.

Quadro 13 – Trabalhos correlatos de mensuração do CI em IES

<b>Método</b>	<b>Autor</b>	<b>Descrição</b>
IC reporting for Austrian universities	Leitner <i>et al.</i> (2001); Leitner (2004)	Método para as IES que divide o CI em processos de desempenho e de impacto, incluindo tanto os indicadores de desempenho financeiro como os não financeiros.
N/A	Fazlagic (2005)	Método para as IES desenvolvido pela Agência Dinamarquesa para o Desenvolvimento da Indústria e Comércio (2000), que apresenta o CI na forma de recursos, atividades e resultados. As medidas do CI devem levar em conta as diferentes qualidades dos <i>outputs</i> da organização (por exemplo, publicações e cursos de formação) em relação aos <i>outputs</i> dos clientes/utilizadores (por exemplo, problemas resolvidos). Assim, a mensuração do CI aparece como um instigador importante para aumentar a produtividade do trabalho baseada no conhecimento.
Observatory of European Universities (OEU)	Sánchez e Elena (2006)	O OEU visa entender melhor a importância da gestão de intangíveis nas IES, a fim de melhorar o seu nível de qualidade e competitividade com a ajuda de uma ferramenta denominada matriz estratégica. O projeto cria um quadro analítico organizado em cinco áreas temáticas – financiamento, recursos humanos, produção acadêmica, terceira missão e governança – que faz corresponder aos componentes capital humano, capital estrutural e capital relacional cinco questões transversais (autonomia, capacidades estratégicas, atratividade, perfil de diferenciação e incorporação territorial).
ICU Report	Sánchez <i>et al.</i> (2009)	O ICU é o resultado de um projeto financiado pela UE. Projeta um relatório de CI específico para as IES. Contém três partes: a visão da instituição; o resumo dos recursos e atividades intangíveis; e o sistema de indicadores.

Método	Autor	Descrição
Analytic hierarchy process	Lee (2010)	Método integrado com abordagem fuzzy, que desenvolve uma estrutura hierárquica para priorizar os indicadores de mensuração do CI em IES. Isso ocorre por meio de uma melhor compreensão dos ativos intangíveis críticos com a manifestação em atividades, de acordo com a sua importância relativa da contribuição para o desempenho global em última instância. Com base nesse modelo, será possível prever as consequências das decisões tomadas segundo a informação fornecida pela avaliação da IES, tal como a realocação de recursos.
N/I	Ramírez-Córcoles <i>et al.</i> (2012)	Modelo para avaliar as IES, composto de duas partes: a primeira é essencialmente descritiva e depende da extensão da participação da organização, no sentido de tornar públicos os conteúdos de planejamento estratégico da instituição. Essa parte possui uma descrição completa da missão e visão organizacionais, bem como uma apresentação sintética dos objetivos estratégicos definidos com base na missão e na visão. A segunda parte corresponde ao nível operacional, o qual consiste em um conjunto de indicadores relativos aos recursos de CI da IES (CH, CE e CR). Nesse caso, diferentes elementos são considerados para cada componente (que pode corresponder a um número de variáveis) que são representados por indicadores agregados. Os valores dos indicadores podem ser calculados e apresentados por diferentes períodos sucessivos, o que permite uma análise comparativa com base no tempo.
N/I	Ramírez-Córcoles <i>et al.</i> (2013)	Proposta de indicadores para avaliar e reportar o CI de IES com base na importância dada pelos seus <i>stakeholders</i> à apresentação de informações sobre o CI.
N/I	Ramírez-Córcoles e Gordillo (2014)	Modelo destinado às IES espanholas. Os autores desenvolvem um questionário que foi enviado aos membros dos conselhos sociais das IES espanholas, com o fim de identificar quais são os componentes intangíveis mais solicitados pelos <i>stakeholders</i> das IES. O processo de implementação do modelo de CI proposto compreende três fases: definição de objetivos estratégicos para os componentes intangíveis; identificação dos componentes intangíveis considerados chave nas IES; e seleção de indicadores e coleta de dados.
Fuzzy expert system (FES)	Veltri <i>et al.</i> (2014)	Modelo que leva em conta a natureza qualitativa da maioria dos indicadores de CI em IES e as diferentes subcategorias que o compõem, fornecendo um índice de CI confiável. O modelo apresentado é um modelo piloto, suficientemente flexível para adaptações e ajustamentos individuais.

Método	Autor	Descrição
IC model for universities	Leitner <i>et al.</i> (2014)	O modelo providencia a conceitualização do processo de transformação dos recursos intangíveis específicos da investigação e da educação, e dos <i>outputs</i> específicos das IES. No entanto, saídas adicionais, tais como a formação ou a comercialização da investigação, também podem fazer parte dos objetivos das IES. Está orientado para os processos que não se restringem apenas às diferentes formas de CI, mas também ao fato de como esses investimentos são utilizados pelas IES e como influenciam os resultados e os impactos. O pressuposto básico do modelo é que o valor é criado quando os recursos tecnológicos, humanos e organizacionais (CI) estão alinhados para melhorar a criação de conhecimento no âmbito das atividades de ensino e investigação de uma IES. São propostos os componentes (CH, CE e CR) e três tipos de indicadores: (i) específicos da IES; (ii) específicos da disciplina; e (iii) indicadores genéricos. É ainda considerado o capital de processo através dos seguintes intangíveis: educação; investigação; e terceira missão.
Intellectual capital maturity model (ICMM)	Secundo <i>et al.</i> (2015)	Modelo composto por diferentes etapas de maturidade da IES, que podem ser uma resposta para lidar com a enorme diversidade de universidades europeias, algumas das quais têm forte orientação para a gestão, e outras seguem formas de governo mais acadêmico. Inclui sete níveis de melhoria, três pontos de entrada (processo de coleta de dados, relatórios de CI e planejamento estratégico) e dois de saída (relatório de CI e mudanças no meio ambiente). Os pontos de entrada implicam que a IES possa começar com o modelo em diferentes níveis, não necessariamente no nível zero, devido aos diferentes graus da maturidade encontrada na sua gestão.

Fonte: adaptado de Pedro (2018, p. 58).

### 3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A necessidade humana de desvendar e compreender o funcionamento da natureza moldou a ciência como a conhecemos hoje. As realizações científicas e tecnológicas das diversas civilizações, como a chinesa, a indiana, a grega e as demais europeias, contribuíram para o nascimento da “ciência moderna” (KNELLER, 1980). A partir daí, um dos pilares dessa ciência moderna foi o conhecimento racional, obtido por meio da aplicação de procedimentos metódicos e metodológicos que permitem a verificação e experimentação do conhecimento, dando origem ao chamado “conhecimento científico” (APPOLINÁRIO, 2012). Esse conhecimento científico pode ser definido como “um conhecimento concreto, real (baseado em fatos), organizado e sistematizado, obtido por meio de um processo bem definido (método científico) e que pode ser replicado [por outros pesquisadores]” (APPOLINÁRIO, 2012, p. 12). É importante destacar que a replicação do conhecimento por outros pesquisadores é fundamental para sua validação e para a construção de uma base de conhecimento sólida. De acordo com Creswell (2010), o conhecimento científico é influenciado pela objetividade e subjetividade dos pesquisadores, sendo construído a partir de suas visões de mundo. A visão do pesquisador pode gerar verdades que reflitam sua própria realidade e concepção filosófica.

Essas ideias apresentadas por Kneller (1980), Creswell (2010) e Appolinário (2012) ajudam a contextualizar os procedimentos metodológicos adotados nesta pesquisa, permitindo que outros pesquisadores possam investigar o tema de forma clara e coerente. Dessa forma, as próximas seções explicam a caracterização da pesquisa e o método utilizado para alcançar seus objetivos, contribuindo para o avanço da ciência por meio de um ciclo colaborativo da sociedade científica. Esse ciclo colaborativo é fundamental para a validação do conhecimento científico, pois permite a revisão, aprimoramento e ampliação das descobertas científicas por meio da colaboração e do compartilhamento de resultados, ideias e metodologias entre pesquisadores e instituições de pesquisa. Além disso, a ciência é uma atividade que visa a objetividade e a verificabilidade, e para isso é necessário que os resultados sejam baseados em evidências concretas e obtidos por meio de métodos científicos rigorosos e bem definidos.

### 3.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA

Segundo Vaishnavi e Kuechler (2021)<sup>45</sup>, a realização de uma pesquisa pode ser definida como “uma atividade que contribui para a compreensão de um fenômeno”. Os autores explicam ainda que fenômeno é tipicamente um conjunto de comportamentos de alguma entidade que é considerada interessante pelo pesquisador ou por um grupo. Para Gil (2017), a pesquisa é “um procedimento racional e sistemático que tem como objetivo oferecer respostas aos problemas que são propostos”. Portanto, o objetivo principal da pesquisa é descobrir respostas para problemas por meio do emprego de procedimentos científicos.

Em todas as áreas, o conhecimento está incompleto e há problemas esperando serem pesquisados e resolvidos. Na pesquisa, aborda-se o vazio do conhecimento e os problemas não resolvidos com perguntas relevantes e buscando respostas para essas perguntas. O papel da pesquisa é fornecer um método para obter essas respostas, estudando de forma questionadora as evidências dentro dos parâmetros do método científico (VAISHNAVI; KUECHLER, 2021). Gil (2017) fornece um complemento a essa visão e afirma que a “pesquisa desenvolve-se por um processo constituído de várias fases, desde a formulação do problema até a apresentação e discussão dos resultados”.

Com base nesses pressupostos, no que tange à natureza, de acordo com os objetivos desta tese, esta é uma pesquisa aplicada e exploratória por fornecer uma aplicação prática e dirigida à solução de problemas específicos (SILVA; MENEZES, 2005). Também tem por objetivo projetar artefatos tecnológicos embasada no conhecimento científico. Assim, é classificada como pesquisa tecnológica apoiando-se na afirmação de Bunge (1985, p.231 apud CUPANI, 2004, p. 496): “[a tecnologia pode ser vista como] o campo do conhecimento relativo ao projeto de artefatos e a planificação de sua realização, operação, ajuste, manutenção e monitoração, à luz do conhecimento científico”. Portanto, busca-se a solução de um problema de forma pragmática e que gere impacto científico.

Para elaborar uma pesquisa tecnológica, Simon (1996)<sup>46</sup>, em seu livro *As Ciências do Artificial*, e visitado por Culpani (2006)<sup>47</sup>, apresenta um embasamento teórico

---

<sup>45</sup> Os autores Vaishnavi e Kuechler (2021) produziram um compêndio sobre o *Design Science Research* para as áreas de Sistema de Informação e abordam o surgimento da DSR, suas bases filosóficas e trabalhos relacionados. O conteúdo inicial foi gerado em 2004 e passou por atualizações em 2017, 2019 e 2021.

<sup>46</sup> Herbert Alexander Simon, Prêmio de Ciências Econômicas em Memória de Alfred Nobel em 1978 pela pesquisa precursora no processo de tomada de decisões dentro de organizações econômicas e Prêmio Turing da ACM em 1975 por contribuições básicas à Inteligência Artificial, à Psicologia de Cognição Humana, e ao processamento de listas.

metodológico. Nessa explicação, apresenta-se a diferença entre conhecimento científico e conhecimento tecnológico e a abordagem de pesquisa *Design Science*, ou Ciência do Projeto em português. O objetivo da *Design Science* é desenvolver conhecimento para a concepção e desenvolvimento de artefatos e seus produtos são avaliados de acordo com critérios de valor ou de utilidade. A tecnologia é uma atividade dirigida à produção de algo novo e não ao descobrimento de algo existente (CUPANI, 2006).

Para caracterizar e explicitar o enquadramento metodológico desta pesquisa (*i.e.*, regras gerais da ciência que guiam e condicionam a elaboração dos métodos, modelos e técnicas para concepção, condução e avaliação da pesquisa), apresenta-se a seguir o embasamento teórico sobre a abordagem de *Design Science Research* (DSR) adotada. Após o embasamento teórico da DSR, apresenta-se a condução da metodologia da DSR para a construção desta tese.

### 3.2 EMBASAMENTO TEÓRICO SOBRE A *DESIGN SCIENCE RESEARCH*

O termo amplo da *Design Science* (DS) é observado na literatura acadêmica a partir da década de 1960, sendo inicialmente relatado por Buckminster Fuller (1965) e por Simon (1996). Os conceitos desses pesquisadores influenciaram Hevner, March e Park (2004) e Peffers *et al.* (2007) em suas pesquisas para estabelecer o conceito da *Design Science Research* (DSR). A DSR é uma metodologia reconhecida pela comunidade científica e possui milhares de artigos publicados em revistas de alto impacto e com considerável alcance<sup>48</sup>.

Para explicar a DSR, Simon (1996, p. 1), explica primeiro a “Ciência do Natural”:

Cerca de três séculos depois de Newton, estamos completamente familiarizados com o conceito de ciências naturais de forma mais inequívoca com as ciências físicas e biológicas. Uma ciência natural é um corpo de conhecimento sobre alguma classe de coisas, objetos ou fenômenos no mundo: sobre as características e propriedades que eles possuem; sobre como eles se comportam e interagem uns com os outros. A tarefa central de uma ciência natural é tornar o maravilhoso lugar-comum: mostrar que a complexidade, vista corretamente, é apenas uma máscara para a simplicidade; para encontrar padrões escondidos no caos aparente.

Em sua argumentação de contraponto, explica como ocorre a “Ciência do Artificial”:

O mundo em que vivemos hoje é muito mais um mundo feito pelo homem, ou artificial, do que um mundo natural. Quase todos os elementos em nosso ambiente

---

<sup>47</sup> Alberto Oscar Cupani, professor titular no departamento de Filosofia da Universidade Federal de Santa Catarina. Licenciatura em Filosofia – Universidad Nacional de Córdoba, Argentina (1967) e doutorado em Filosofia – Universidad Nacional de Córdoba (1974). Pós-doutorado na Universidade de Paris 7 (1994-1995). Pesquisador do CNPq de 1987 a 2008.

<sup>48</sup> Possui 2.517 trabalhos como resultado de busca para os termos na base da Scopus em dezembro de 2021.

mostram evidências de artifícios humanos[...]. Objetos sintéticos ou artificiais e, mais especificamente, objetos artificiais com propriedades desejadas são o objetivo central da atividade e habilidade de engenharia. O engenheiro, e mais geralmente o designer [projetista], está preocupado em como as coisas devem ser e como deveriam ser para atingir os objetivos.

Segundo Simon (1996), pode-se concluir que uma Ciência Natural é um corpo de conhecimento sobre alguma classe de coisas (*i.e.*, objetos ou fenômenos, no mundo, natureza ou sociedade) que descreve e explica como elas se comportam e interagem umas com as outras. Uma Ciência do Artificial, por outro lado, é um corpo de conhecimento sobre o *design* (*i.e.*, projeto) de objetos e fenômenos artificiais, feitos pelo homem, artefatos projetados para atender a certos objetivos desejados.

A pesquisa em ciência do projeto é um campo em rápida evolução. Na última década, até mesmo o nome mais comumente aceito para o campo mudou de *Design Science* para *Design Science Research* (VAISHNAVI; KUECHLER, 2021). À medida que a literatura da DSR ganhou amplitude e profundidade, os pesquisadores compreenderam que o termo *Design Science* tinha uma longa história anterior. A DS é uma área ampla que abrange todos os campos de projeto, mas, o mais importante, não tem a característica definidora da DSR, que é aprender por meio da construção de artefatos.

Analisando a teoria de Simon (1996), os autores Vaishnavi e Kuechler (2021) concluem que a *Design Science* aborda o conhecimento na forma de construções, técnicas, métodos, modelos, ou uma teoria para realizar o mapeamento (*i.e.*, *know-how*) para criar artefatos que satisfaçam determinados conjuntos de requisitos funcionais. A *Design Science Research* é a pesquisa que cria esse conhecimento não explorado usando *design* (*i.e.*, projeto de construção), análise, reflexão e abstração.

Nesse contexto, Lacerda *et al.* (2013, p. 744) explicam a diferença entre a DS e a DSR: “a *Design Science* é a base epistemológica, a *Design Science Research* é o método que operacionaliza a construção do conhecimento” e concluem que *Design Science Research* é “um novo olhar ou um conjunto de técnicas analíticas que permitem o desenvolvimento de pesquisas nas diversas áreas, em particular na engenharia”. Os autores complementam: “a *Design Science Research* se constitui em um processo rigoroso de projetar artefatos para resolver problemas, avaliar o que foi projetado ou o que está funcionando, e comunicar os resultados obtidos” (LACERDA *et al.*, 2013, p. 744).

Com base nessas afirmações, as próximas seções explicam a fundamentação filosófica da *Design Science Research* e a metodologia para desenvolvimento da pesquisa quando se usa a DSR.

### 3.2.1 Fundamentação Filosófica

No início da seção 3, explica-se, com base em Creswell (2010), que o conhecimento científico é influenciado pela objetividade e pela subjetividade dos pesquisadores e suas visões de mundo influenciam a pesquisa. A *Design Science Research* também possui um embasamento filosófico que posicionam os pesquisadores que a utilizam. Para Vaishnavi e Kuechler (2021), as suposições sobre a realidade, conhecimento e valor estão implícitas a qualquer produção intelectual. Tipicamente, apenas em comunidades multiparadigmáticas que os pesquisadores são forçados a considerar as bases mais fundamentais das realidades socialmente construídas em que operam e necessitam explicitar essas suposições.

Para Vaishnavi e Kuechler (2021), no ponto de vista histórico, observou-se que algumas comunidades de pesquisa possuem métodos de pesquisa pré-determinados para investigar um fenômeno e são consideradas comunidades paradigmáticas. Outras comunidades de pesquisa estão ligadas a uma comunidade nominal por sobreposição em conjuntos de fenômenos de interesse e ou sobreposição em métodos de investigação. Essas comunidades de pesquisa são chamadas de multiparadigmáticas.

Disciplinas baseadas em Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC), como, por exemplo, Sistemas de Informação (SI), são exemplos de comunidades multiparadigmáticas. Conforme capítulo 1, o PPGEGC, onde esta pesquisa foi desenvolvida, é um caso de uma comunidade multiparadigmática, na qual diferentes pesquisadores utilizam diferentes paradigmas em seus trabalhos. Nessa comunidade, comumente os pesquisadores se posicionam quanto aos paradigmas de Morgan (1981): funcionalista, interpretativa, humanista radical e estruturalista radical.

Para Hevner *et al.* (2004), os debates filosóficos entre os paradigmas (*e.g.*, positivismo e interpretativismo) sobre como conduzir pesquisas tecnológicas são alvo de discussão. Para o autor, a ênfase nas diferentes visões está nas epistemologias da pesquisa, sendo o pressuposto implícito o das Ciências Naturais. Logo, nesse pressuposto, em algum lugar existe uma verdade e essa verdade pode ser extraída, explicada e codificada. No paradigma da Ciência Comportamental, busca-se encontrar “o que é verdade”. Em contraste a esses paradigmas, o paradigma da Ciência do Projeto busca criar “o que é eficaz”.

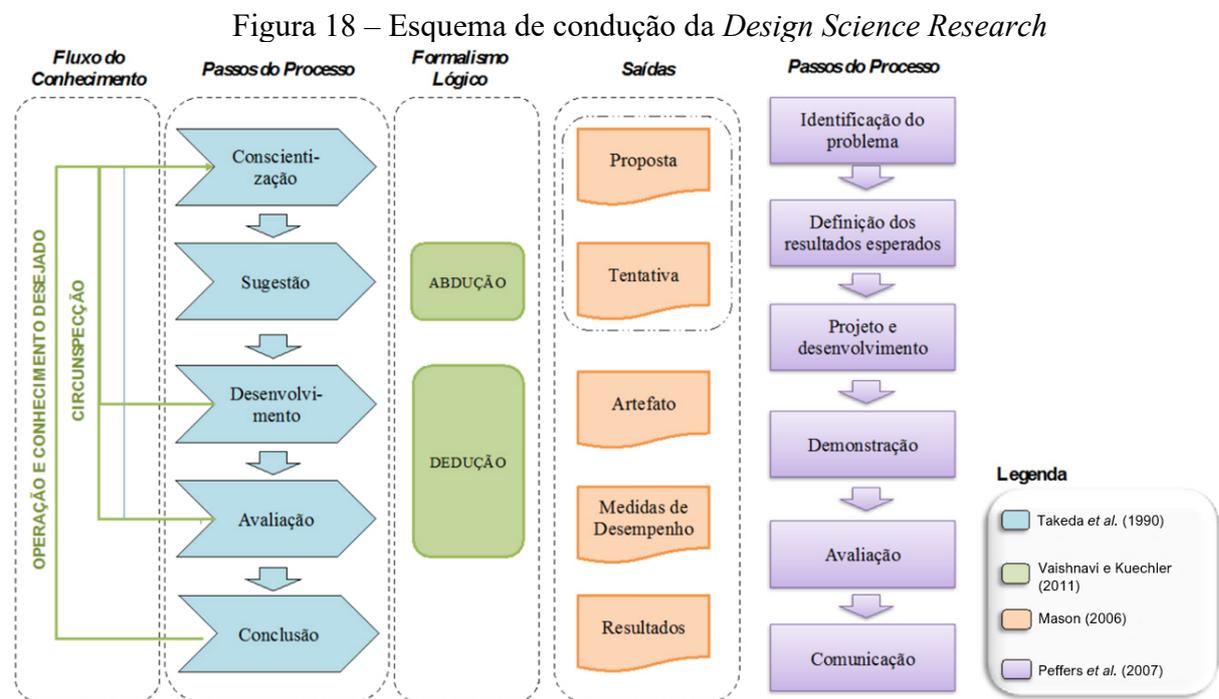
Os autores Vaishnavi e Kuechler (2021) concluem que a DSR, por definição, muda o estado da arte por meio da introdução de novos artefatos. Epistemologicamente, o pesquisador da DS sabe que uma informação é baseada em fatos e o que esta informação significa no

processo de desenvolvimento. Axiologicamente, o pesquisador da DS valoriza a manipulação criativa e o controle do ambiente, além dos valores de pesquisa mais tradicionais, como a busca pela verdade ou compreensão. Por fim, a visão filosófica do pesquisador da DS muda conforme o progresso é feito iterativamente nas fases da pesquisa.

### 3.2.2 O processo da DSR

Vários modelos de processo da *Design Science Research* são encontrados na literatura e fornecem etapas, descrições e diagramas de como conduzir o processo de pesquisa em ciência do projeto (HEVNER *et al.*, 2004; LACERDA *et al.*, 2013; PEFFERS *et al.*, 2007; VAISHNAVI; KUECHLER, 2021). Esses modelos também abordam a metodologia da DSR chamada de *Design Science Research Methodology* ou Metodologia de Pesquisa em Ciência do Projeto (VAISHNAVI; KUECHLER, 2021).

Os modelos de processo de Vaishnavi e Kuechler (2021)<sup>49</sup>, Peffers *et al.* (2007), Manson (2006) e Takeda (1990) foram compilados por Lacerda *et al.* (2013)<sup>50</sup> na Figura 18 abaixo que demonstra a convergência e diferenças abordadas entre os modelos citados.



Fonte: Lacerda *et al.* (2013, p. 750).

<sup>49</sup> O trabalho de Vaishnavi e Kuechler (2021) foi atualizado em 2021, porém seu conteúdo foi elaborado desde 2004 e foi utilizado pelos autores Lacerda *et al.* (2013).

<sup>50</sup> O trabalho de Lacerda *et al.* (2013, p. 750) referenciou Peffers *et al.* (2008), entretanto, a referência correta é Peffers *et al.* (2007) conforme é definido em <http://dx.doi.org/10.2753/MIS0742-1222240302>.

Segundo Vaishnavi e Kuechler (2021), o modelo de processo da DSR desenvolvido por Peffers *et al.* (2007) tenta sintetizar a literatura pregressa sobre o assunto. O modelo Peffers *et al.* (2007), em comparação com o modelo de Takeda (1990), divide a fase de conscientização do problema em duas fases, identificar o problema e definir os objetivos de uma solução. Esse modelo também mescla as fases de sugestão e desenvolvimento em uma única fase, *design* e desenvolvimento; divide a fase de avaliação em duas fases, demonstração e avaliação; e, por fim, renomeia a fase de conclusão como comunicação.

Uma característica que diferencia o modelo de Peffers *et al.* (2007) é a identificação do fato de que o processo da DSR pode ser iniciado a partir de uma variedade de contextos: iniciação centrada no problema; solução centrada no objetivo; iniciação centrada no projeto e desenvolvimento; e iniciação no cliente ou contexto (VAISHNAVI; KUECHLER, 2021). A seção a seguir detalha os passos (*i.e.*, etapas) do processo de DSR. Nesta pesquisa, optou-se por usar o modelo de Peffers *et al.* (2007), que é considerado uma das autoridades sobre o assunto por Gregor e Hevner (2013) no artigo chamado “posicionando e apresentando pesquisa em ciência do projeto para máximo impacto” que apresenta o *framework* de contribuição do conhecimento em pesquisas de DS também utilizado nesta tese.

### 3.2.2.1 Etapas da DSR

Segundo Peffers *et al.* (2007), a literatura explicitou a necessidade de uma metodologia comum para aplicação da DSR. Aplicando uma metodologia comum, os pesquisadores de DSR podem, sistematicamente, resolver problemas de nível funcional, observando seus objetivos, seus requisitos e progredindo em direção a soluções mais específicas. Os autores (2007, p. 48) entendem que “uma metodologia é um sistema de princípios, práticas e procedimentos aplicados a um ramo específico do conhecimento”.

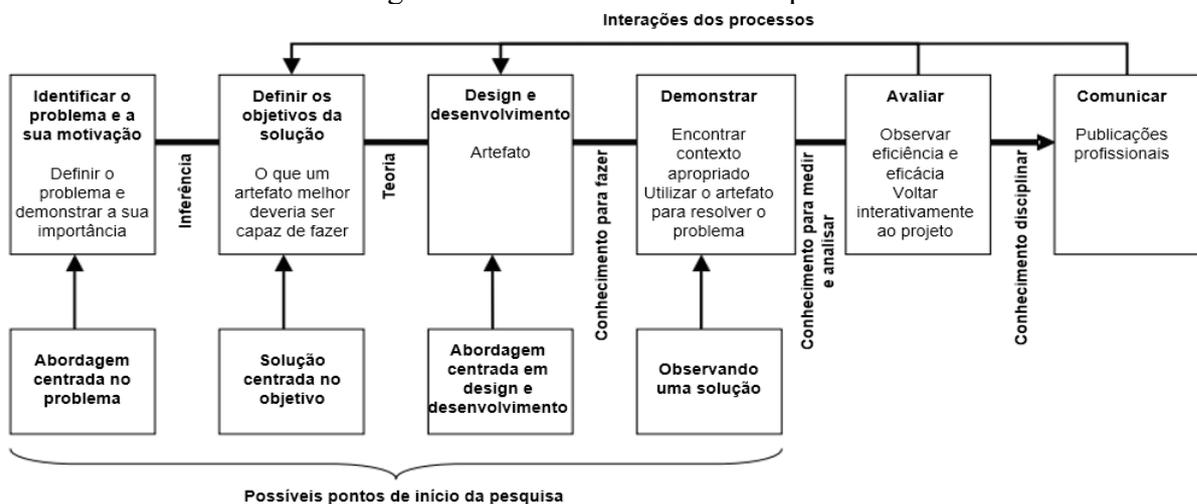
O uso da metodologia para DS, chamada de *Design Science Research Methodology* – DSRM, pode ajudar os pesquisadores a produzir e a apresentar pesquisas de DS de alta qualidade e que sejam aceitas como pesquisas de valor, que aplicaram uma metodologia rigorosa e publicáveis em periódicos de alto impacto em áreas de tecnologia (PEFFERS *et al.*, 2007). Para a pesquisa em DS, a metodologia inclui três elementos: princípios conceituais para definir o que se entende por pesquisa em DS, regras das práticas da pesquisa e um processo para realizar e apresentar o seu resultado.

Assim, conforme mencionado na seção anterior, nesta pesquisa, adotou-se a DSRM com base em Peffers *et al.* (2007), que tem como passos de seu processo a identificação do

problema, a definição dos resultados esperados, o projeto e o desenvolvimento, a demonstração, a avaliação e a comunicação. A Figura 21 apresenta uma visão geral do modelo de processo da DSRM e suas etapas. O detalhamento do que é esperado nessas etapas é explicado nas subseções a seguir.

É importante destacar que os autores Peffers *et al.* (2007) afirmam que o processo da DSRM é estruturado de forma sequencial, entretanto, não é obrigatório que os pesquisadores sigam essa ordem. Para os autores, os pesquisadores podem iniciar em qualquer etapa e isso muda a forma de observar a pesquisa. Uma abordagem centrada no problema começa pela etapa 1, assim os pesquisadores podem prosseguir nesta sequência se a ideia para a pesquisa resultar da observação do problema ou de pesquisas futuras sugeridas em um artigo de um projeto anterior. Uma abordagem que possui seu foco no objetivo pode começar pela etapa 2, como necessidade da indústria ou pesquisa para o desenvolvimento de algum artefato. Uma solução que tem como foco o *design* (*i.e.*, projeto) e o desenvolvimento, começaria pela etapa 3. Nessa visão, primeiramente seria gerado um artefato que não foi pensado formalmente para um problema de domínio no qual será inserido. Os autores afirmam que esse artefato pode vir de outro domínio de pesquisa ou já pode ter sido usado para resolver outro problema, com o surgimento de uma ideia análoga. Por fim, uma solução que é iniciada pelo contexto ou pelo cliente, por ser uma solução já elaborada com base na observação de soluções práticas funcionais, começa pela etapa 4. Nesse caso, os pesquisadores que aplicam a DSR precisam trabalhar de forma retroativa ou cíclica nas etapas para aplicar o rigor científico ao processo. Peffers *et al.* (2007) afirmam que a solução iniciada a partir da etapa 4 pode ser um subproduto de uma experiência de consultoria, por exemplo.

Figura 19 – DSRM – Modelo do processo



Fonte: adaptado de Peffers *et al.* (2007, p. 54).

### 3.2.2.2 Etapa 1: identificação dos problemas e motivação

Espera-se que o problema de pesquisa seja definido e que uma justificativa do valor da solução seja elaborada. Assim, segundo Peffers *et al.* (2007), é importante detalhar conceitualmente o problema para explicitar sua complexidade e relevância na pesquisa. Os autores afirmam que a justificativa do valor da solução motiva o pesquisador e o público da pesquisa a buscar a solução e aceitar os resultados e ajuda a compreender o raciocínio associado ao entendimento do problema pelo pesquisador. Para os autores Peffers *et al.* (2007), os recursos necessários para esta atividade incluem o conhecimento da situação do problema e a importância da sua solução.

### 3.2.2.3 Etapa 2: definição dos objetivos e solução

Nesta etapa, espera-se a definição dos objetivos da solução. Para Peffers *et al.* (2007), os objetivos podem ser inferidos a partir da definição do problema e do conhecimento do que é possível e do que é viável. Esses objetivos podem ser qualitativos ou quantitativos. Por exemplo, é qualitativo quando a definição de um novo artefato atender a problemas até então não resolvidos e presentes na literatura. No caso de objetivos quantitativos, a definição deve julgar quais funções uma nova solução deve possuir para ser considerada melhor que as soluções disponíveis e conhecidas. Os objetivos elicitados nesta etapa devem ser inferidos racionalmente a partir da especificação do problema e com base nos conhecimentos dos problemas e das soluções existentes. Além disso, deve-se considerar também a eficácia das soluções para os objetivos quantitativos.

### 3.2.2.4 Etapa 3: projeto e desenvolvimento

Espera-se a criação propriamente dita do artefato da solução proposta. Peffers *et al.* (2007) destacam que os artefatos podem ser construtos, modelos, métodos ou instanciações ou novas propriedades de recursos técnicos, sociais ou informacionais. Aqui, um artefato de pesquisa com base em DS pode resultar em qualquer objeto que contribua ao seu contexto. Por exemplo, pode incluir uma determinada funcionalidade desejada a um artefato ou a sua arquitetura e, em seguida, criar o artefato real com essa nova funcionalidade. Os recursos necessários para passar dos objetivos ao design e desenvolvimento incluem o conhecimento da teoria que pode ser utilizado em uma solução.

#### 3.2.2.5 Etapa 4: demonstração

Peppers *et al.* (2007) informam que, nesta etapa, ocorre a demonstração do uso do artefato para resolver o problema. A resolução do problema pode envolver o uso do artefato gerado em uma experimentação, uma simulação, em estudo de caso, em uma prova ou qualquer outra atividade que demonstre sua utilidade. Para a demonstração apropriada, deve-se explorar o conhecimento utilizado e gerado na construção do artefato bem como o uso do artefato para resolver o problema proposto.

#### 3.2.2.6 Etapa 5: avaliação

Para Peppers *et al.* (2007), na etapa de avaliação, deve-se verificar se o artefato entrega uma solução para o problema. Para isso, deve-se provar essa contribuição a partir de observações e medições objetivas. Essa avaliação deve considerar a comparação dos objetivos da solução com os resultados obtidos e com o uso do artefato em sua demonstração. A avaliação pode ser feita de diversas formas e depende da natureza do problema e do artefato. Também pode incluir itens como uma comparação da funcionalidade do artefato com os objetivos da solução da etapa 2, medidas de desempenho quantitativas e objetivas, como itens produzidos, resultados de pesquisas de satisfação, *feedback* de cliente ou simulações para avaliação de resultado. A avaliação pode incluir medidas quantificáveis de desempenho do sistema como tempo de resposta ou disponibilidade da solução. Essa avaliação também pode incluir qualquer evidência empírica ou prova lógica de forma conceitual. No final desta etapa, os pesquisadores podem decidir se iteram de volta para a etapa 3 para tentar melhorar a eficácia do artefato ou continuam a comunicação para deixar melhorias adicionais para projetos futuros.

#### 3.2.2.7 Etapa 6: comunicação

Para a etapa de comunicação, Peppers *et al.* (2007) orientam para que se apresente aos pesquisadores e ao público interessado o problema abordado na DSR, a sua relevância, o artefato gerado, a utilidade e a inovação desse artefato, o rigor de seu processo de construção e, por fim, eficácia do artefato. Os autores afirmam que, em publicações de pesquisa acadêmica, os pesquisadores podem usar a estrutura desse processo como base metodológica para elaborar um artigo, assim como se observa na estrutura nominal de um processo de pesquisa empírica (*e.g.*, definição do problema, revisão da literatura, desenvolvimento de hipóteses, coleta de dados, análise, resultados, discussão e conclusão).

### 3.2.3 Resultados e artefatos esperados na DSR

Ao se conduzir uma pesquisa em ciência do projeto utilizando a DSRM, o resultado esperado para Peffers *et al.* (2007, p. 52) “é um modelo mental com as características dos resultados da pesquisa”. Para os autores, esse modelo mental é um modelo, em pequena escala, da realidade que pode ser construída a partir da percepção ou compreensão do raciocínio utilizado no processo. Os modelos mentais são semelhantes aos modelos que os arquitetos utilizam para explicar a estrutura de lógica usadas em linguagens formais.

Peffers *et al.* (2007) recomendam a pesquisa de March e Smith (1995) para observar o que os revisores, os editores e os pesquisadores devem esperar, em termos de artefatos, de pesquisas que utilizam a DSRM para o seu desenvolvimento. Em resumo, os artefatos apresentados por March e Smith (1995) são: constructos, modelos, métodos e instanciações. Outros autores como Vaishnavi e Kuechler (2021) complementam essa visão com quatro outros artefatos: *frameworks*, arquiteturas, princípios de *design* e teorias de *design*. O Quadro 14 apresenta esses artefatos e traz uma descrição do que é esperado para cada um deles.

Quadro 14 – Artefatos gerados como resultado da DSR

<b>Constructos</b>	O vocabulário conceitual de um domínio. Constituem uma conceituação utilizada para descrever os problemas dentro do domínio e para especificar as respectivas soluções. Definem os termos usados para descrever e pensar sobre as tarefas.
<b>Modelos</b>	Conjuntos de proposições ou declarações que expressam relações entre constructos. Representam o problema e a solução, como uma representação de como as coisas são. Embora possa ser impreciso sobre detalhes, um modelo deve capturar a estrutura da realidade para ser uma representação útil.
<b>Frameworks</b>	Guias reais ou conceituais para servir de suporte ou guiar atividades. Pode ser aplicado em diferentes categorias de trabalho onde uma visão geral é necessária. É usado para fazer distinções conceituais e organizar ideias. São estruturas conceituais que capturam algo real e fazem isso de uma maneira que seja fácil de lembrar e aplicar.
<b>Arquiteturas</b>	Estruturas de sistemas de alto nível. Cada estrutura compreende elementos, relações e propriedades.
<b>Princípios de design</b>	Princípios e conceitos fundamentais para orientar o <i>design</i> ( <i>i.e.</i> , projeto de construção).
<b>Métodos</b>	Conjunto de passos, algoritmo ou orientação usados para realizar tarefas com o conhecimento de como fazer. Métodos baseiam-se em um conjunto de constructos implícitos (linguagem) e uma representação (modelo) em um espaço da solução. Os métodos podem ser ligados aos

	modelos, nos quais as etapas do método podem utilizar partes do modelo como uma entrada que o compõe.
<b>Instanciações</b>	Implementações situadas em certos ambientes que operacionalizam constructos, modelos, métodos e outros artefatos abstratos. No caso de artefatos abstratos, esse conhecimento permanece tácito. Uma instanciação é a concretização de um artefato em seu ambiente. Instanciações demonstram a viabilidade e a eficácia dos modelos e métodos.
<b>Teorias de <i>design</i></b>	Um conjunto prescritivo de afirmações sobre como fazer algo para atingir um determinado objetivo. Uma teoria geralmente inclui outros artefatos abstratos, como construções, modelos, estruturas, arquiteturas, princípios de <i>design</i> e métodos.

Fonte: adaptado de Vaishnavi e Kuechler (2021); Gregor e Hevner (2013); e March e Smith (1995).

### 3.2.4 Avaliação, validade e contribuição em DSR

Nesta pesquisa, foi utilizada a metodologia de *Design Science Research* de Peffers *et al.* (2007). Para que a condução da metodologia seja bem executada, os autores recomendam o trabalho de Hevner *et al.* (2004) que explora os elementos essenciais na execução de uma DSR com um modelo mental que ajuda na condução da apresentação da pesquisa de forma eficaz. Esses conceitos resultaram em um guia que estabelece diretrizes com 7 itens a serem observados para avaliação e validade da DSR. Esse guia é apresentado no Quadro 15 abaixo.

Quadro 15 – Diretrizes para condução de uma DSR

<b>Diretriz 1: Projeto como um artefato</b>	A pesquisa em ciência do projeto deve produzir um artefato viável na forma de um constructo, um modelo, um método ou uma instanciação.
<b>Diretriz 2: Relevância do problema</b>	O objetivo da pesquisa em ciência do projeto é desenvolver soluções baseadas em tecnologia para problemas de negócios importantes e relevantes.
<b>Diretriz 3: Avaliação de projeto</b>	A utilidade, a qualidade e a eficácia de um artefato de projeto devem ser rigorosamente demonstradas por meio de métodos de avaliação bem executados.
<b>Diretriz 4: Contribuições de pesquisa</b>	A pesquisa eficaz em ciência do projeto deve fornecer contribuições claras e verificáveis nas áreas do artefato de projeto, fundamentos de projeto e/ou metodologias de projeto.
<b>Diretriz 5: Rigor de pesquisa</b>	A pesquisa em ciência do projeto depende da aplicação de métodos rigorosos tanto na construção quanto na avaliação do artefato de projeto.
<b>Diretriz 6: <i>Design</i> como um processo de pesquisa</b>	A busca por um artefato eficaz requer a utilização dos meios disponíveis para atingir os fins desejados, ao mesmo tempo que satisfaz as regras do ambiente do problema.

<b>Diretriz 7: Comunicação de Pesquisa</b>	A pesquisa em ciência do projeto deve ser apresentada de forma eficaz para públicos de tecnologia e para pessoas com o perfil estratégico.
--	--

Fonte: adaptado de Hevner (2004, p. 83).

Para Hevner *et al.* (2004), a DS é, inerentemente, um processo de resolução de problemas. O princípio fundamental da DSR, do qual as diretrizes são derivadas, é que o conhecimento e a compreensão de um problema de *design* são adquiridos na construção e aplicação de um artefato. Logo, a DSR requer a criação de um artefato inovador e que atenda um determinado propósito (diretriz 1), para um problema específico (diretriz 2). Uma avaliação desse artefato deve ser realizada para observar se o artefato gerado atende o seu propósito (diretriz 3). O artefato deve propor algo inovador, resolvendo um problema até então não resolvido ou resolvendo um problema conhecido de uma maneira mais eficaz ou eficiente (diretriz 4). Dessa forma, a DSR se diferencia da prática do *design*. O artefato proposto deve ser rigorosamente definido, formalmente representado, ser coerente e consistente (diretriz 5). O processo pelo qual o artefato é criado, incorpora ou permite um processo de busca para encontrar uma solução eficaz (diretriz 6). Por fim, os resultados da DSR devem ser comunicados de forma eficaz (diretriz 7).

Quanto aos meios de avaliação das saídas de uma DSR, os autores Hevner *et al.* (2004) propõem alguns métodos que podem ser utilizados para a avaliação dos artefatos gerados na pesquisa. Esses métodos são apresentados no Quadro 16.

Quadro 16 – Métodos para avaliação dos artefatos

<b>Forma de avaliação</b>	<b>Métodos propostos</b>
<b>Observacional</b>	Estudo de caso: estudar o artefato em profundidade no ambiente de negócios. Estudo de campo: Monitorar o uso de artefato em vários projetos.
<b>Analítico</b>	Análise estática: examinar a estrutura do artefato para qualidades estáticas (por exemplo, complexidade) Análise de arquitetura: Estudar a adequação do artefato quanto à arquitetura técnica de sistemas de informação. Otimização: demonstrar as propriedades ideais inerentes ao artefato ou apresentar os limites de otimização no comportamento do artefato. Análise dinâmica: artefato de estudo em uso para qualidades dinâmicas (por exemplo, desempenho).

<b>Experimental</b>	<p>Experimento controlado: estudar o artefato em um ambiente controlado para verificar suas qualidades (por exemplo, usabilidade).</p> <p>Simulação - Executar artefato com dados artificiais, gerados especificamente para simulação.</p>
<b>Teste</b>	<p>Teste funcional (caixa preta): executar as funcionalidades do artefato diretamente em sua interface para descobrir falhas e identificar defeitos.</p> <p>Teste estrutural (caixa branca): executar o teste de cobertura de algumas métricas (por exemplo, caminhos de execução) na implementação do artefato.</p>
<b>Descritivo</b>	<p>Argumentação: usar informações da base de conhecimento (por exemplo, pesquisa relevante) para construir uma linha de argumentação convincente para explicitar a utilidade do artefato.</p> <p>Cenários: construir cenários detalhados em torno do artefato para demonstrar sua utilidade por meio da sua utilização.</p>

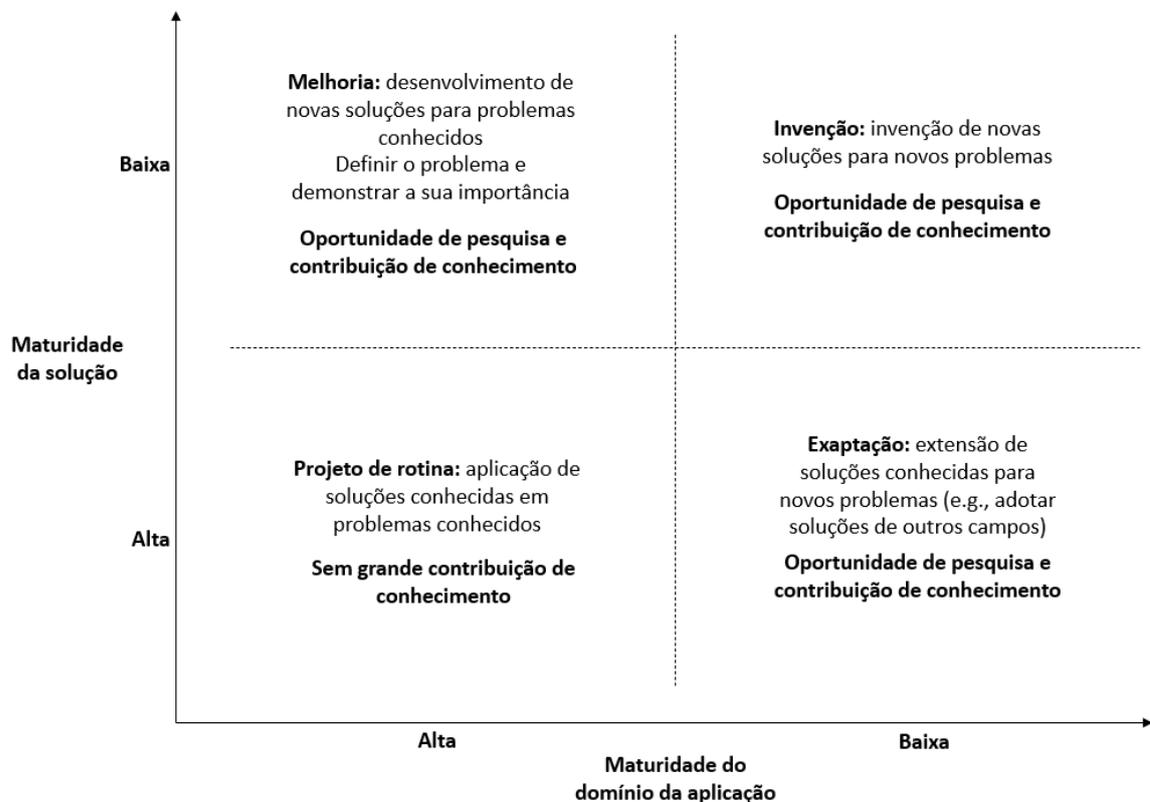
Fonte: adaptado de Hevner (2004, p. 86).

Um dos pontos relevantes para a avaliação e validade em uma pesquisa de DS é a contribuição do conhecimento gerado durante a realização da pesquisa e no desenvolvimento dos seus artefatos. Conforme mencionado na seção 3.2.2, os autores Gregor e Hevner (2013) propuseram um *framework* para guiar a verificação da contribuição do conhecimento em pesquisas de DS. Segundo os autores, a estrutura de contribuição de conhecimento de DSR incorpora os conhecimentos sobre como melhor compreender e posicionar as contribuições de um projeto de DSR.

Gregor e Hevner (2013) afirmam que, frequentemente, identificar uma contribuição de conhecimento em DSR é uma tarefa difícil porque depende da natureza do artefato projetado, do estado da arte do campo do conhecimento da pesquisa, do público em que a pesquisa será divulgada e do meio de publicação. Além disso, o grau de contribuição do conhecimento pode variar em função dos resultados obtidos na construção incremental de artefatos ou na elaboração de teorias parciais. Mesmo na elaboração de teorias parciais, ainda pode existir uma contribuição significativa e publicável quando é inovadora.

No *framework* de Gregor e Hevner (2013), apresentado na Figura 20, os autores destacam que uma DSR pode trazer diferentes tipos de contribuição, dependendo de seus pontos de partida, em termos de maturidade do problema e maturidade da solução. Para os autores, o conhecimento faz parte de um processo incremental e cada projeto de DSR ou artefato tem como base alguma ideia anterior.

Figura 20 – Framework de contribuição de conhecimento em DSR



Fonte: adaptado de Gregor e Hevner (2013, p. 345).

A seguir, cada um dos quadrantes apresentados na Figura 20 é detalhado com base no trabalho de Gregor e Hevner (2013, p. 345–347).

- **Invenção:** a verdadeira invenção é um *breakthrough*, um avanço radical, um claro afastamento das formas aceitas de pensar e agir. As invenções são raras e os inventores ainda mais raros. Os projetos de DSR neste quadrante envolverão a pesquisa em novas e interessantes aplicações, na qual existe pouca compreensão do contexto do problema e nenhum artefato eficaz está disponível como solução. As contribuições de pesquisa neste quadrante resultam em artefatos ou invenções reconhecidamente novos. A maioria dos artigos de pesquisa que se enquadram na categoria de invenção está no nível de artefato ou instanciação. Um novo artefato é inventado e então outros pesquisadores começam a formular conhecimento descritivo sobre seu uso no contexto.
- **Melhoria:** novas soluções para problemas conhecidos. O objetivo da DSR no quadrante de melhoria é criar melhores soluções na forma de produtos, processos, serviços, tecnologias ou ideias mais eficientes e eficazes. Os pesquisadores devem explorar um contexto de aplicação conhecido para o qual não existem artefatos úteis de solução ou existem artefatos que podem

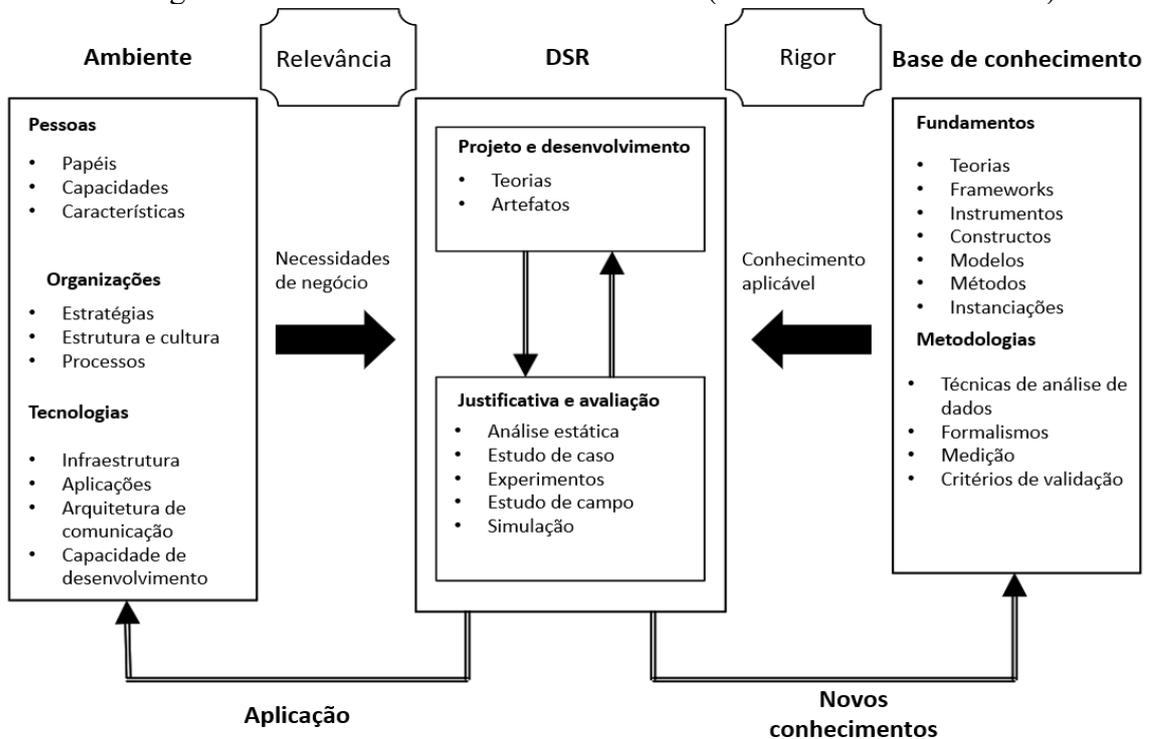
passar por melhorias. Os pesquisadores se basearão em um entendimento profundo do ambiente do problema para construir artefatos inovadores, como soluções para problemas importantes. Muitos trabalhos de DSR anteriores e atuais na área de tecnologia da informação pertencem a este quadrante. A melhoria pode ser na forma de mudanças positivas na eficiência, produtividade, qualidade, competitividade, participação de mercado ou outras medidas de qualidade, dependendo dos objetivos da pesquisa. Os projetos de DSR fazem contribuições para a base de conhecimento na forma de artefatos como constructos, modelos, métodos e instanciações como conhecimento prescritivo. Novos conhecimentos podem ser formulados como teoria de *design*. Além disso, as avaliações do artefato aprimorado podem levar a contribuições de conhecimento para a base de conhecimento descritivo na forma de compreensão expandida de teorias de base ou do desenvolvimento de novas teorias comportamentais.

- **Exaptação:** na evolução biológica, a exaptação é a adaptação de uma característica para um propósito diferente de seu propósito original. Soluções conhecidas e estendidas para novos problemas, frequentemente ocorrem a pesquisadores que possuem experiência em múltiplas disciplinas do conhecimento. Essa habilidade permite criar interconexões e percepções entre os campos do conhecimento para resultar na apropriação de artefatos de uma determinada área de conhecimento para resolver problemas em outras áreas. Na pesquisa de exaptação, o pesquisador precisa demonstrar que a extensão do conhecimento de *design* não é trivial.
- **Projeto de rotina:** soluções conhecidas para problemas conhecidos. O projeto de rotina ocorre quando o conhecimento existente para a área do problema é bem compreendido e quando artefatos existentes são usados para explorar um problema. As oportunidades de pesquisa são menos óbvias e essas situações raramente requerem métodos de pesquisa para resolver o problema em questão. Nesse quadrante, está o trabalho que normalmente não é considerado uma contribuição para a pesquisa, porque o conhecimento existente é aplicado em áreas problemáticas familiares de maneira rotineira. É importante que um projeto profissional de alta qualidade ou a construção de sistema comercial sejam claramente diferenciados da DSR. Um projeto profissional é a aplicação do conhecimento existente a problemas organizacionais, como a construção de um sistema de informações usando artefatos de “melhores práticas” (construções, modelos, métodos e instanciações) que existem na base de conhecimento.

### 3.2.5 Ambiente e conhecimento em DSR

Embora a metodologia de pesquisa em ciência do projeto (DSRM), elaborada por Peffers *et al.* (2007), e adotada nesta tese, determine as etapas para a execução de um projeto em DSR, a relação entre o ambiente e a base de conhecimento ao realizar uma pesquisa é mais bem explorada pelos autores Hevner *et al.* (2004). Em seu *framework* conceitual para entendimento, execução e avaliação de pesquisas em DS, os autores relacionam essas necessidades e descrevem as relações entre os conceitos comuns da DSR, conforme apresentado na Figura 21.

Figura 21 – *Framework* conceitual de DSR (ambiente e conhecimento)



Fonte: adaptado de Hevner *et al.* (2004, p. 80).

Do ponto de vista do conhecimento, Gregor e Hevner (2013) classificam o conhecimento útil consumido e produzido em uma DSR em: conhecimento descritivo e conhecimento prescritivo. Na base de conhecimento descritivo, os autores incluem os fenômenos (naturais, artificiais e humanos) como observações, classificações, mensuração e catalogação. Nesta base de conhecimento descritivo, os autores incluem também o conhecimento de base como leis da natureza, regulamentação, princípios, padrões e teorias. Na base de conhecimento prescritivo, os autores incluem os constructos (conceitos e símbolos), modelos (representações semânticas e sintáticas), métodos (algoritmos e técnicas), instanciações (sistemas produtos e processos) e teorias de *design*.

### 3.3 CONDUÇÃO DA DSRM NESTA PESQUISA

A metodologia selecionada e que embasa os procedimentos metodológicos de construção desta tese foi elaborada pelos autores Peffers *et al.* (2007). As sete etapas, que permitem ciclos de iteração, são descritas na seção 3.2.2. Essas etapas incluem a identificação dos problemas e a motivação, definição dos objetivos e a solução, o projeto e o desenvolvimento, a demonstração, a avaliação e, por fim, a comunicação.

Conforme Peffers *et al.* (2007) explicam, os pontos de início de uma pesquisa em *Design Science* pode variar, sendo possível começar a partir da etapa 1 (*i.e.*, a identificação dos problemas e a motivação) até a etapa 4 (*i.e.*, a demonstração). Nesta pesquisa, partiu-se da observação de soluções práticas e funcionais em avaliações de PPGs, em função da experiência nesta área.

Na seção 1.1, apresenta-se a experiência dos autores no contexto explorado e suas jornadas que culminaram nesta tese. Com base em Peffers *et al.* (2007), uma pesquisa iniciada na etapa 4 de demonstração pode ser fruto de uma experiência em consultoria e essa afirmação se encaixa no contexto desta pesquisa. A sequência da aplicação da DSRM é apresentada nas seções a seguir.

#### 3.3.1 Observando uma solução existente

Conforme exposto na seção 1.1, iniciou-se uma pesquisa exploratória na literatura para identificar a importância do tema de egressos em PPGs. Essa primeira busca por trabalhos que abordam o tema de egressos e suas trajetórias, resultou em 20 documentos, datados entre 1991 e 2021. Foi utilizada a ferramenta do Google Acadêmico. Os documentos explorados são artigos científicos, relatórios de projetos de pesquisa, documento da orientação da CAPES (área interdisciplinar), dissertação, entre outros. Mais documentos foram analisados, entretanto, os documentos que tiveram uma análise completa de seu conteúdo estão destacados no Quadro 17. Trabalhos relacionados à exploração de perfis a partir de fontes de dados públicas e exploração dos dados do LinkedIn também foram observados.

Quadro 17 – Resultados da busca exploratória por egressos e trajetórias

<b>Título</b>	<b>Autor</b>	<b>Tipo de documento</b>
Desempenho acadêmico de doutores egressos do programa de pós-graduação em medicina: ciências médicas da faculdade de medicina da UFRGS	RIBEIRO <i>et al.</i> , 2021	Artigo

<b>Título</b>	<b>Autor</b>	<b>Tipo de documento</b>
Ficha de Avaliação da Área Interdisciplinar - 2020	CAPES, 2020	Relatório técnico
<i>Teaching methodologies in Human and Social Sciences in graduate studies programs in Public Health (2002-2016)</i>	DESLANDES; MAKSUD, 2020	Artigo
<i>Relevancia de la ubicación en la relación Universidad-Empresa: análisis de la procedencia de los egresados de universidades españolas en empresas del IBEX35</i>	MORENO-DELGADO; ORDUÑA MALEA; REPISO, 2020	Artigo
<i>LinkedIn as a data source to rank universities according to graduate's employability in top companies</i>	MORENO-DELGADO; ORDUÑA-MALEA; REPISO, 2020	Artigo
Análise do perfil profissional e acadêmico dos egressos dos Cursos Técnicos do Instituto Oswaldo Cruz	GELSON MENDES DA SILVA, 2019	Dissertação
Egressos da pós-graduação: áreas estratégicas	BARBOSA; OLIVEIRA, 2018	Relatório técnico
<i>The workforce analyzer: group discovery among LinkedIn public profiles</i>	DAI; VILAS; REDONDO, 2018	Artigo
<i>Professional trajectory of medical course alumni from from Campinas University, São Paulo, Brazil: Graduates' point of view in evaluating the course</i>	SENGER <i>et al.</i> , 2018	Artigo
<i>Formal concept analysis applied to professional social networks analysis</i>	SILVA <i>et al.</i> , 2017	Artigo
Contribuição de cursos stricto sensu em administração na trajetória profissional e social dos egressos: análise em uma universidade brasileira	SANTOS <i>et al.</i> , 2017	Artigo
<i>Career trajectory analysis of Information Technology Alumni: A linked in perspective</i>	LI <i>et al.</i> , 2016	Artigo
<i>The premier provider of market intelligence 2015 Alumni Perspectives Survey Report 2 2015 Alumni Perspectives Survey Report</i>	GMAC, 2015	Relatório técnico
<i>Professional paths of alumni from doctorate programs in health and biological sciences</i>	HORTALE <i>et al.</i> , 2014	Artigo

<b>Título</b>	<b>Autor</b>	<b>Tipo de documento</b>
Trajectoria de egressos da pós-graduação do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais: uma ferramenta para avaliação	MOREIRA; VELHO, 2012	Artigo
Acompanhamento de egressos e avaliação de cursos de pós-graduação stricto sensu: uma proposta para mestrados profissionais	TIMOTEO, 2011	Dissertação
<i>Egress of graduate programs in information science: Where the doctors go?</i>	NORONHA <i>et al.</i> , 2009	Artigo
Análise do perfil dos egressos do Programa de Pós-Graduação em Medicina (Radiologia) da Faculdade de Medicina da Universidade Federal do Rio de Janeiro	BARBOSA <i>et al.</i> , 2009	Artigo
<i>The chronology and intellectual trajectory of American entrepreneurship education 1876-1999</i>	KATZ, 2003	Artigo
A trajetória acadêmica e profissional dos alunos da USP	SCHWARTZMAN; CASTRO, 1991	Relatório técnico

Fonte: elaborado pelo autor.

A análise dos trabalhos apresentados no Quadro 17 corrobora com a visão prática dos autores de que há espaço de contribuição na construção de soluções para gestão e monitoramento de egressos em PPGs. Esses trabalhos ilustram o que atualmente tem se utilizado em termos de soluções e o que é necessário monitorar, em termos de requisitos e informações, quanto aos egressos. Desse modo, apresenta-se, a seguir, um breve resumo do que se observou da leitura e análise desses documentos. Foram criadas três classificações para apresentar a) os benefícios de manter as informações dos egressos, b) como monitorar e buscar as informações e c) quais informações precisam ser observadas nesse processo.

Quadro 18 – Compilação dos trabalhos sobre egressos e trajetórias

<b>Classificação</b>	<b>Afirmações e contribuições</b>
<b>Benefícios de manter as informações dos egressos</b>	<p>“Avaliação do curso pelos egressos pode informar pontos fortes e oferecer sugestões de melhoria, sendo entendida como uma estratégia para busca da excelência do programa formativo, desde que os achados sejam analisados e orientem ações de aperfeiçoamento” (SENGER <i>et al.</i>, 2018, p. 1444).</p> <p>“Canal de comunicação contínuo com os egressos pode trazer importantes contribuições, como oferecimento de educação continuada, sua participação como membro de conselhos consultivos e em grupos científicos, mentoring voluntário para estudantes, estímulo a doações, entre outras” (SENGER <i>et al.</i>, 2018, p. 1444).</p>

	<p>“Os resultados possibilitam ampliar o conhecimento das instâncias de gestão acadêmica sobre os processos de formação, estabelecendo uma ‘linha de base’ para o acompanhamento da trajetória dos egressos e contribuir com subsídios para o aprimoramento dos processos de acompanhamento de egressos dos Programas de Pós-Graduação” (HORTALE <i>et al.</i>, 2014, p. 9).</p> <p>“Não se conhece o perfil dos egressos de forma sistemática e organizada, os egressos podem se tornar informantes estratégicos sobre o mercado de trabalho, contribuindo para melhorias na formação oferecida. Também importante é o fato de que egressos em posições chave, seja na academia seja em outros setores de atividade, são contatos fundamentais para novos egressos do programa” (MOREIRA; VELHO, 2012, p. 256).</p>
<p><b>Como monitorar e buscar as informações dos egressos</b></p>	<p>“[...] aplicar questionário com 31 perguntas enviado por correio a ex-alunos localizados por uma base de dados da universidade atualizada regularmente” (SENGER <i>et al.</i>, 2018, p. 1444).</p> <p>“A coleta de dados utilizou um questionário semiestruturado com 55 questões, oito delas abertas, contendo dados pessoais, informações profissionais e acadêmicas, complementação da formação, implicações da formação acadêmica na vida profissional e opiniões sobre integração entre as disciplinas das áreas básicas (ciclo básico, dois primeiros anos) e clínicas (ciclo clínico, dois anos seguintes). uma pesquisa do tipo <i>survey</i>, para descrever o perfil socioeconômico demográfico e a trajetória profissional e acadêmica dos egressos” (SENGER <i>et al.</i>, 2018, p. 1445).</p> <p>“[...] utilizou-se questionário em formato eletrônico para preenchimento on-line para coleta de dados” (HORTALE <i>et al.</i>, 2014, p. 1).</p> <p>“[...] buscou analisar, a partir de dados disponíveis na Plataforma Lattes do CNPq, o perfil e o destino profissional dos egressos dos cursos de mestrado e doutorado do Instituto” (HORTALE <i>et al.</i>, 2014, p. 256).</p>
<p><b>Informações requisitadas</b></p>	<p>“O perfil sobre egressos de Programas de Pós-Graduação inclui: sexo, idade, estado civil, naturalidade e procedência – Região/Estado do egresso [...]; instituição onde se titulou, a formação na graduação, qualificação no mestrado, doutorado ou ambos [...]; época em que concluiu o curso, período de realização e tempo de conclusão do curso [...]; motivo da escolha do curso [...]; tempo entre a graduação e a pós-graduação [...]; tempo entre a titulação do mestrado e do doutorado [...]” (SANTOS <i>et al.</i>, 2017, p. 6).</p> <p>“Trajetória profissional e acadêmica dos egressos, incluem-se: atividade profissional antes do início do curso [...]; continuidade na formação seja do mestrado para o doutorado ou deste para o pós-doutorado [...]; exercício da docência antes e depois da titulação [...]; publicação/divulgação da tese ou dissertação e dos artigos durante o curso [...]; produto gerado com os trabalhos [...]; Estado onde exerce atividades, a área da ocupação profissional ou cargo/função e o tipo de vínculo e tipo e natureza da instituição de trabalho, após a titulação [...]; evolução na carreira e continuidade no meio científico [...]; contribuição do egresso</p>

	<p>para a própria instituição onde se titulou por meio de pesquisas e publicações conjuntas com os docentes [...]” (SANTOS <i>et al.</i>, 2017, p. 6).</p> <p>“Dados de emprego de egressos, incluindo <i>status</i> de trabalho atual, setor, função de trabalho, nível de trabalho, local de trabalho e escopo e tamanho organizacional; e o valor de uma educação de pós-graduação em gestão e medidas de engajamento de egressos” (GMAC, 2015, p. 6).</p> <p>“Perfil: Dados pessoais: Registro de cada egresso (endereço, telefone para contato, endereço eletrônico, sexo, data de nascimento, estado civil, formação acadêmica, programa cursado, ano de ingresso e ano de titulação). Definiu-se uma estratégia de localização mediante busca no currículo Lattes ou contato telefônico para os casos em que o e-mail não constasse do Sistema de Gerenciamento Acadêmico Eletrônico (SIGA), da Fiocruz” (HORTALE <i>et al.</i>, 2014, p. 10).</p> <p>“Atividade profissional: Perguntas fechadas sobre: atividade profissional antes do doutorado (pesquisa, ensino, desenvolvimento tecnológico, assistência, gestão, consultoria, outros); natureza e tipo da instituição onde realiza sua principal atividade profissional; tipo de atividade desenvolvida; cargo e função; ano de ingresso na instituição; tipo de vínculo trabalhista; relação da atividade profissional com o curso realizado; mudança de cargo e função após o curso; e renda média mensal” (HORTALE <i>et al.</i>, 2014, p. 10).</p> <p>“Satisfação profissional: Percepção sobre satisfação profissional após obtenção do título de doutor, além de perguntas fechadas sobre: remuneração, prestígio, relações de trabalho, relevância social do trabalho, oportunidade de novas aprendizagens e exercício da criatividade, oportunidade de desenvolvimento profissional, carga de trabalho e autonomia. As respostas eram mutuamente excludentes e medidas em uma escala que vai de “extremamente insatisfeito” a “extremamente satisfeito”. Foi criado um índice denominado “grau de satisfação”: “satisfeito” e “extremamente satisfeito” agrupados no grau “satisfeito”; “extremamente insatisfeito” e “insatisfeito” agrupados no grau “insatisfeito”; “medianamente satisfeito” formaram outro grupo. Foi estimada a proporção de satisfação dada pela expressão: número de indivíduos associados ao grau “satisfeito”/número total de indivíduos que assinalaram uma das opções” (HORTALE <i>et al.</i>, 2014, p. 4).</p> <p>“Avaliação do curso: Perguntas fechadas sobre: motivação para realizar o curso de doutorado na Fiocruz; produto(s) da tese; grau de impacto do curso na vida profissional; grau de impacto do curso em aspectos específicos (“baixo” a “alto”); satisfação com o curso em aspectos específicos (“excelente” a “muito fraco”). Dois quesitos admitiam várias respostas quanto aos motivos pelos quais o egresso procurou a Fiocruz para realizar seu doutorado e produtos gerados pela tese” (HORTALE <i>et al.</i>, 2014, p. 4).</p> <p>“Perguntas como: Onde estão os egressos? Em que estão trabalhando? Que carreiras seguiram? Qual a contribuição do programa para as carreiras seguidas? que nível de envolvimento eles estão dispostos a ter com o programa de pós-graduação?” (MOREIRA; VELHO, 2012, p. 256).</p>
--	--

Fonte: elaborado pelo autor.

Além desses trabalhos, também foi observado um número expressivo de portais ou comunidades de *alumni* em IES no Brasil, indicando a relevância desse tema para as universidades. Foram pesquisados sistemas ou comunidades *alumni* no Google das IES apresentadas no Quadro 19. Este quadro apresenta as quinze IES com o maior número de PPGs, com base nos dados fornecidos pela Plataforma Sucupira<sup>51</sup>. Sete IES possuem um portal de comunidade *alumni*, com cadastro de egressos, depoimentos, ferramentas de contato e indicadores. Outras cinco IES possuem de forma parcial, por meio de censo ou apenas com apresentação de indicadores. Outras três IES não possuem plataformas centralizadas, apenas seus PPGs possuem alguma ferramenta ou comunidade.

Quadro 19 – Comunidades *alumni* em IES do Brasil

Sigla IES	Número de PPGs	Comunidade <i>alumni</i>	Endereço
USP	180	Sim	<a href="https://www.alumni.usp.br/">https://www.alumni.usp.br/</a>
UFRJ	132	Não	
UnB	102	Sim	<a href="https://www.alumniunb.com/">https://www.alumniunb.com/</a>
UFPA	100	Sim	<a href="http://egressos.ufpa.br/">http://egressos.ufpa.br/</a>
UFRGS	97	Sim	<a href="http://www.ufrgs.br/alumni/">http://www.ufrgs.br/alumni/</a>
UFPE	96	Não	
UFMG	94	Parcial	<a href="https://alumniufmg.blogspot.com/p/quem-somos.html">https://alumniufmg.blogspot.com/p/quem-somos.html</a>
UFRN	92	Parcial	<a href="http://www.portaldoegresso.ufrn.br/">http://www.portaldoegresso.ufrn.br/</a>
UFBA	90	Parcial	<a href="https://listas.ufba.br/wws/admin/alumni-l">https://listas.ufba.br/wws/admin/alumni-l</a>
UFPR	90	Parcial	<a href="https://siga.ufpr.br/indicadores/">https://siga.ufpr.br/indicadores/</a>
UFC	87	Sim	<a href="https://egressos.ufc.br/">https://egressos.ufc.br/</a>
UFF	87	Parcial	<a href="https://app.uff.br/sai/avaliacoes_egressos">https://app.uff.br/sai/avaliacoes_egressos</a>
UFSC	85	Sim	<a href="https://egressos.sistemas.ufsc.br/">https://egressos.sistemas.ufsc.br/</a>
UFPB	75	Não	
Unicamp	73	Sim	<a href="https://alumni.unicamp.br/">https://alumni.unicamp.br/</a>

Fonte: elaborado pelo autor.

<sup>51</sup> Plataforma Sucupira – PPGs. Disponível em: <https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/programa/listaPrograma.jsf>.

Segundo a USP, “manter contato com os seus ex-alunos e entender o seu desempenho no mercado de trabalho é fundamental para a evolução dos cursos na Universidade” (ALUMNI USP, 2022). Os egressos também recebem incentivos como ferramentas e vantagens exclusivas como, por exemplo, e-mail, busca por ex-colegas de turma, download de diploma virtual, acesso ao acervo online, utilização de rede Wifi, G-Suite grátis (*i.e.*, Google Worksapce) e buscas por oportunidades profissionais (ALUMNI USP, 2022).

Com a iniciativa de criar uma comunidade *alumni*, a USP, que teve seu sistema criado em 2016 e aberto para egressos titulados de graduação e pós-graduação, conta com 100 mil cadastros em sua plataforma (YAMAMOTO, 2022). A partir dessa ferramenta, a USP pode observar informações como “unidade de ensino, tempo de titulação, somadas aos dados atualizados fornecidos pelos usuários cadastrados no Alumni, como ocupação, localização, satisfação, entre outros”. Com isso, a USP diz estar junto dos egressos e pode escutá-los para ajustar as necessidades dos cursos com os desafios profissionais do mercado.

Contudo, o Alumni USP é uma ferramenta de adoção voluntária e não possui todas as informações de seus egressos. Para tornar a ferramenta atrativa e angariar novos usuários, a USP oferece uma série de benefícios. O mesmo ocorre com as demais IES observadas, que disponibilizam ferramentas para as comunidades *alumni* em troca de benefícios. O sistema Alumni da USP pode ser considerado uma das iniciativas mais bem estruturadas no Brasil quanto à gestão de egressos. Porém, as demais IES observadas não possuem a mesma estrutura e oferta de benefícios para atrair os seus *alumni*, necessitando de outras soluções.

### **3.3.2 Identificação do problema e a motivação**

Ao analisar os achados do Quadro 18 e os sistemas de acompanhamento de comunidades *alumni* apresentados no Quadro 19, compreende-se a importância de existir uma solução para monitorar os egressos de Programas de Pós-Graduação. Os egressos possuem vivência em um PPG e podem contribuir com a visão de um “cliente”, sugerindo melhorias e apontando os pontos fortes de um PPG. Além disso, podem contribuir com uma visão das necessidades de conteúdo que precisam ser aplicadas em disciplinas para que o PPG se adeque à realidade do mercado de trabalho, principalmente quando os programas são do tipo profissionalizante. Os egressos também podem possuir um papel relevante na academia e em empresas da área de conhecimento do seu PPG, possibilitando a participação em grupos de

mentoria, conselhos, financiamento de pesquisas, alocação de discentes e egressos em projetos estratégicos, entre outros.

Contudo, observa-se que acompanhar os egressos não é uma tarefa trivial e necessita de soluções práticas para extrair informações relevantes de diferentes plataformas e redes sociais. Para se ter uma ideia, diversas ferramentas podem possuir conteúdo relevante sobre um determinado perfil de egresso. Por exemplo, a Plataforma Lattes é uma excelente ferramenta para compartilhar as informações sobre produção acadêmica, projetos de pesquisa e experiência profissional. Porém, sua utilidade é principalmente voltada para o ambiente acadêmico. Pessoas que atuam fora da academia podem se utilizar de outras ferramentas, como o caso do LinkedIn, cujo destaque é na apresentação de informações profissionais, reconhecimento de habilidades e experiências, e o compartilhamento de informações em áreas de atuação com a funcionalidade de *timeline*. Além disso, outras ferramentas também são oferecidas para compartilhar experiências acadêmicas, como o ResearchGate, o Academia.edu, o Google Acadêmico, o Microsoft Academic, o Publons, o Scopus ID, entre outras.

Essa diversidade de ferramentas, pouco intercambiáveis entre si<sup>52</sup>, ao mesmo tempo que permite focar em diferentes partes de informações de um perfil de um egresso, produz uma dificuldade de extrair as informações de forma sistemática e organizada. Essa dificuldade, muitas vezes, torna necessário o envio de questionários aos egressos a fim de extrair as informações necessárias e estratégicas para um PPG.

No cenário da avaliação do Sistema Nacional de Pós-Graduação (SNPG), a CAPES (2020a) solicitou, em seu sistema de avaliação (Plataforma Sucupira), e descreveu em seus anexos de avaliação, as informações dos egressos. Essas informações buscam trazer uma avaliação quanto ao acompanhamento de egressos pelos PPGs, o alcance do trabalho, a inserção, a permanência e a mobilidade dos alunos titulados em espaços profissionais públicos e privados. Em 2021, a CAPES solicitou informações dos destinos, atuações e impactos acadêmicos e/ou sociais de 5 egressos para as faixas de períodos de formação entre 2016/2020, 2011/2015 e 2006/2010. Se, por um lado, a solicitação dessas informações pela CAPES demonstra que há uma maior preocupação em acompanhar os egressos de PPGs no SNPG, por outro lado, demonstra que os PPGs precisam encontrar soluções para tornar o

---

<sup>52</sup> Afirmação com base na experiência dos autores na construção de ferramenta para explorar os dados de diferentes fontes.

monitoramento dos egressos mais eficaz e eficiente com o auxílio de soluções caseiras e/ou profissionais. Nesse contexto, abre-se espaço para a busca por metodologias e soluções para acompanhar os egressos em PPGs, em especial a Ciência de Dados e a Engenharia do Conhecimento para exploração de dados e modelagem de conhecimento utilizadas no processo.

Conforme mencionado anteriormente, há uma diversidade de informações de perfis de egressos disponíveis em ferramentas e redes sociais. Essas informações poderiam servir à CAPES para explorar internamente as informações dos egressos dos PPGs, sem a necessidade de solicitar aos PPGs o fornecimento desses dados. Entretanto, acredita-se que há uma carência dessas soluções na CAPES e, portanto, uma necessidade de construção de sistemas para exploração dessas informações, de diversas fontes, para o cenário de avaliação dos PPGs. Esses sistemas poderiam fornecer as informações necessárias aos avaliadores de área sem que existisse a necessidade de preenchimento dos dados pelos PPGs.

Entende-se, contudo, que a construção de sistemas para explorar esses dados de egressos não é uma atividade trivial. Torna-se necessário, dessa maneira, solicitar informações dos egressos aos coordenadores dos PPGs, que são os responsáveis pelo fornecimento dos dados à CAPES. Acredita-se que, por essa razão, é solicitada apenas uma amostra de 5 egressos por período, pensando em tornar o processo menos custoso para os coordenadores de curso. No entanto, julga-se que essa pequena amostra de informações pode não necessariamente demonstrar como é realizado o monitoramento dos egressos pelos PPGs. Além disso, essa amostra de egressos pode distorcer alguma avaliação feita acerca do tipo de formação aplicada em um PPG, uma vez que o grupo selecionado pelo coordenador pode representar egressos excepcionais que não são representativos dos demais egressos de um PPG. Esse processo se torna subjetivo ao critério de seleção da amostra por parte dos coordenadores de PPGs.

Uma solução, ferramenta ou sistema que explore os dados dos perfis de egressos poderia responder a uma série de questões ou indicadores. Por exemplo, um programa de modalidade profissional tem como objetivo formar profissionais para o mercado. Um bom retorno para um PPG profissionalizante seria ter seus egressos em organizações de destaque e com posições de destaque. Em ambos os casos, seria necessário qualificar o que seria uma organização ou posição de destaque. Novamente, a Ciência de Dados e a Engenharia do Conhecimento poderiam tornar essa qualificação de “destaque” possível pelas soluções aderentes aos contextos. No caso de um programa acadêmico, um bom retorno ao PPG seria

que seus egressos fossem docentes ou pesquisadores em universidades conceituadas e em programas conceituados (*e.g.*, boa nota na avaliação da CAPES). No caso de informações de pesquisa, torna-se mais trivial a análise do perfil de um egresso em função da possibilidade de aplicação de avaliações clássicas como indicadores de citação e fatores de impacto de periódicos. Essas soluções, uma vez concebidas e implementadas, poderiam influenciar a avaliação da CAPES.

Ao explorar as informações dos perfis, surgem possibilidades que podem contribuir com a avaliação da CAPES em relação aos egressos de PPGs, assim como resolver outros problemas clássicos de localização de especialistas. No trabalho de mestrado do autor desta tese, Taxweiler (2016), a construção desses sistemas foi explorada e há uma metodologia própria para criar soluções simples, como páginas amarelas, até soluções complexas com motores de inferência e classificação. Partes das informações de um perfil de egresso podem ser classificadas de forma diferente e, assim, ajudar em diferentes tarefas. Em uma visão mais ampla, ao se olhar uma base de informações de pessoas, pode-se aplicar uma determinada classificação para resolver um determinado tipo de problema. Seria necessário, portanto, explicitar uma determinada demanda e criar um classificador que utilize os dados do contexto para responder a essa demanda. Certamente, uma combinação dessas soluções com a percepção real dos egressos se adequaria mais aos pontos levantados na seção de “necessidades de informações” do Quadro 18, com a inferência sobre as informações dos perfis combinada com as informações de *feedback* dos egressos.

A partir da análise das soluções existentes no contexto da avaliação da CAPES quanto ao tema de egressos, da análise dos trabalhos relacionados à busca exploratória resumida nos resultados do Quadro 18 e das situações exploradas anteriormente, chegou-se a uma possível solução: a construção de um método de definição de indicadores voltado ao coordenador de PPG, adaptado ao contexto de informações que se quer observar sobre o Capital Humano e o Capital Relacional. Nesse sentido, essa solução seria configurável de acordo com cada realidade de organização, teria indicadores, esses indicadores seriam enriquecidos com semântica e permitiriam a retroalimentação e confirmação das informações a partir de *feedbacks* das pessoas que são público-alvo da IES. Esse método estaria no nível da gestão e seria motivado a partir de um conjunto de requisitos (*e.g.*, foco nos egressos da pós-graduação). Como base das informações para responder aos indicadores, existiria um processo de Engenharia do Conhecimento para recomendar ações como um sistema de conhecimento. Essas informações que fomentariam os indicadores seriam devidamente tratadas com as

técnicas de recuperação da informação, tratamento e enriquecimento semântico da informação. Portanto, essa solução seria um sistema de apoio à gestão como artefato resultante da pesquisa em DS nesta tese. Em uma visão de alto nível, essa solução para o problema estaria diretamente ligada ao Capital Humano e ao Capital Relacional para resolver tarefas específicas de gestão para uma determinada demanda estratégica da IES ou do PPG.

Assim, essa primeira observação da solução existente, que é o controle de egressos feito pela CAPES em sua Plataforma Sucupira, observado no contexto da experiência dos autores nas soluções para IES e de experiência em atuações de comissões especiais de trabalhos da Sucupira entre os anos de 2018 e 2021, resultou em uma possibilidade mais ampla de criar um método de Gestão e Engenharia do Conhecimento para trabalhar questões de demandas estratégicas de PPGs ligadas aos egressos. Em resumo, um método de suporte para a gestão de demandas analíticas ligadas ao Capital Intelectual. Portanto, a partir dessas observações e conclusões, decidiu-se iniciar uma nova etapa da DSRM para buscar e embasar, a partir da literatura científica, a motivação do problema para esse método de gestão de demandas estratégicas. Também, com base na literatura, buscou-se estudar mais profundamente as soluções existentes e, dessa forma, criar um artefato que possa ter contribuições relevantes de acordo com a classificação apresentada no *framework* de contribuição de conhecimento em DSR apresentado por Gregor e Hevner (2013) na Figura 20.

Com base no conhecimento adquirido sobre o cenário de avaliação da CAPES em relação à exploração das informações dos egressos nos PPGs e na elicitação de possíveis soluções para esse cenário, conforme apresentado na seção 3.3.2, buscou-se, por meio da literatura, uma maior exploração do tema. Essa exploração teve como objetivo entender a literatura sobre o Capital Intelectual e encontrar um espaço de contribuição com a geração de artefatos inovadores que possam contribuir com o conhecimento resultante da execução da DSRM nesta tese. Dessa forma, realizou-se uma análise exploratória da literatura sobre Capital Intelectual no contexto de Programas de Pós-Graduação e/ou Instituições de Ensino Superior, apresentada na seção a seguir.

### 3.3.2.1 Pesquisa exploratória sobre Capital Intelectual em PPGs ou IES

A busca inicial sobre mapeamento ou gerenciado de CI em PPGs ou IES na base da Scopus<sup>53</sup> resultou em 943 documentos. A base da Scopus foi selecionada devido à sua grande relevância acadêmica, por conter um expressivo número de *journals* e ter uma cobertura abrangente do campo interdisciplinar (IOWA STATE UNIVERSITY, 2019). Desses documentos, foram analisados integralmente 18 trabalhos relacionados ao tema para observar se o caminho trilhado estava coerente com as suposições dos autores.

Foram analisados trabalhos relacionados à criação de métricas internacionais quanto ao CI para avaliação de IES, exploração de bases como o CV Lattes para mapeamento do CH em PPGs, busca de informações no LinkedIn e ResearchGate para complemento de questionários na identificação de CH em IES, exploração de dados não estruturados para mapeamento do CI, avaliação de respostas de questionários de 30 mil participantes em IES espanholas para análise do CI, acompanhamento do CI em tempos de pandemia e suas implicações práticas, e, por fim, três estudos com revisão sistemática da literatura existente sobre CI. Os trabalhos selecionados nessa etapa de revisão são apresentados, em ordem alfabética, no Quadro 20.

Quadro 20 – Trabalhos sobre CI em PPGs ou IES

<b>Título</b>	<b>Autor</b>
<i>An Intellectual Capital Approach to Explaining the Determinants of Scientific Productivity in the Field of Management</i>	DE FRUTOS-BELIZÓN; MARTÍN-ALCÁZAR; SÁNCHEZ-GARDEY, 2020
<i>Analysis Measurement of Implementation Enterprise Resource Planning on Human Resource Management in University XYZ</i>	EKA WIDJAJA <i>et al.</i> , 2020
<i>Companies' human capital for university partnerships: A micro-foundational perspective</i>	ALBATS; BOGERS; PODMETINA, 2020
<i>Generation of intangible assets in higher education institutions</i>	NUNES-SILVA <i>et al.</i> , 2019
<i>Gestión del conocimiento en la universidad: cuestionario para la evaluación institucional</i>	CUADRADO-BARRETO, 2020

<sup>53</sup> Scopus: um banco de dados de resumos e citações de artigos para jornais/revistas acadêmicos. Disponível em: <http://www.scopus.com>.

<b>Título</b>	<b>Autor</b>
<i>Intellectual Capital of Institutions of Higher Education in the Knowledge Economy</i>	KICHUK <i>et al.</i> , 2021
<i>Knowledge management in higher education: a literature review and further research avenues</i>	QUARCHIONI; PATERNOSTRO; TROVARELLI, 2020
<i>Knowledge resources in the university context: an overview of the literature</i>	PAOLONI; MODAFFARI; MATTEI, 2020
<i>Knowledge-based extraction of intellectual capital-related information from unstructured data</i>	TSUI <i>et al.</i> , 2014
<i>Mapping the (mis)match of university degrees in the graduate labor market</i>	SALAS-VELASCO, 2021
<i>On intellectual capital management as an evaluation criterion for university managers: a case study</i>	VELTRI; PUNTILLO, 2020
<i>Planning and Strategic Management of Higher Education Considering the Vision of Latin America</i>	INGA <i>et al.</i> , 2021
<i>Quality as a latent heterogeneity factor in the efficiency of universities</i>	DARAI; SIMAR; WILSON, 2021
<i>Quality assurance for postgraduate programs: Design of a model applied on a university in Chile</i>	BUTTER <i>et al.</i> , 2017
<i>The careers of university professional staff: a systematic literature review</i>	GANDER; GIRARDI; PAULL, 2019
<i>The traditional Italian Universities' reaction to the pandemic emergency: The role of the intellectual capital</i>	PAOLONI; MODAFFARI; MATTEI, 2021
<i>Two decades of the Journal of Intellectual Capital: a bibliometric overview and an agenda for future research</i>	DABIĆ <i>et al.</i> , 2020
<i>University stakeholders' perceptions of the impact and benefits of, and barriers to, human resource information systems in Spanish universities</i>	RAMÍREZ; TEJADA, 2020

Fonte: elaborado pelo autor.

A análise desses trabalhos trouxe uma visão geral sobre o tema do Capital Intelectual em Instituições de Ensino Superior e/ou Programas de Pós-Graduação. Destaca-se aqui os

trabalhos de Quarchioni, Paternostro e Trovarelli (2020), Paoloni, Modaffari e Mattei (2020), Veltri e Puntillo (2020), Gander, Girardi e Paull (2019) e, por último, Dabić (2020). Esses trabalhos realizaram uma revisão sistemática, uma avaliação bibliométrica ou uma exploração completa de trabalhos relacionados ao Capital Intelectual. Os achados destes trabalhos foram incorporados à seção 2.1.2 sobre a revisão da origem, componentes e dimensões do CI.

### **3.3.3 Objetivos da solução**

Esta etapa teve por objetivo o levantamento de requisitos para a solução proposta e a compreensão da contribuição desta tese nas questões de ineditismo, originalidade e não trivialidade. Após as duas análises exploratórias da literatura, decidiu-se realizar uma análise estruturada da literatura, de acordo com o método de revisão integrativa da literatura proposto Botelho, Cunha e Macedo (2011) e executado pelo autor desta pesquisa em seu trabalho de dissertação (TAXWEILER, 2016). O método de revisão integrativa foi escolhido por utilizar procedimentos sistemáticos e permitir a inclusão de estudos com diferentes métodos (experimentais e não experimentais, teóricos e empíricos), proporcionando, assim, maior amplitude na revisão da literatura. Além disso, a revisão integrativa utiliza-se de métodos sistemáticos e ordenados, permitindo a sua replicação por outros pesquisadores. Nas seções a seguir, apresenta-se essa revisão, incluindo o embasamento teórico do método de revisão integrativa da literatura.

#### *3.3.3.1 Execução do método da revisão integrativa da literatura*

A execução das etapas do método de revisão integrativa da literatura de Botelho, Cunha e Macedo (2011) são descritas a seguir. Nessa revisão, buscou-se respostas de como a literatura explora a Ciência de Dados e o Capital Intelectual em IES ou PPGs. Esta seção apresenta todos os passos da revisão integrativa, com a síntese do conhecimento e apresentação da revisão (*i.e.*, Etapa 6 do método - “Síntese do conhecimento ou apresentação da revisão”).

##### **3.3.3.1.1 Embasamento teórico sobre o método de revisão integrativa da literatura**

A revisão integrativa da literatura possibilita a síntese e a análise do conhecimento científico já produzido sobre um tema investigado, facilitando a obtenção de informações que permitem aos leitores avaliarem a pertinência dos procedimentos empregados em uma etapa de revisão da literatura (BOTELHO; CUNHA; MACEDO, 2011).

Botelho, Cunha e Macedo (2011, p. 133) afirmam que a revisão integrativa da literatura “permite ao pesquisador aproximar-se da problemática que deseja apreciar, traçando um panorama sobre a sua produção científica, de forma que possa conhecer a evolução do tema ao longo do tempo e, com isso, visualizar possíveis oportunidades de pesquisa”. O detalhamento do que é esperado em cada uma das etapas desse método é apresentado no Quadro 21.

Quadro 21 – Detalhamento das etapas da revisão integrativa

Etapa	Descrição
<b>1 – Identificação do tema e seleção da questão de pesquisa</b>	<p>Inicia-se com a definição de um problema e a formulação de uma pergunta de pesquisa. A pergunta de pesquisa deve ser clara e específica.</p> <p>Com a pergunta de pesquisa definida, o próximo passo é a definição dos descritores de palavras-chave, da estratégia de busca, bem como dos bancos de dados a serem utilizados. Com a pergunta de pesquisa, definem-se os descritores e constrói-se a estratégia de busca.</p>
<b>2 – Definição dos critérios de inclusão e exclusão de estudos</b>	<p>Executa-se a busca nas bases de dados para identificação dos estudos que serão incluídos na revisão.</p> <p>Esta etapa depende muito dos resultados encontrados ou delineados na etapa anterior. Frequentemente, a seleção de estudos inicia-se de forma mais ampla e afunila-se à medida que o pesquisador retorna à sua questão inicial.</p> <p>Os critérios de inclusão e exclusão devem ser identificados no estudo, sendo claros e objetivos, mas podem sofrer reorganização durante o processo de busca dos estudos e também durante a elaboração da revisão integrativa.</p>
<b>3 – Identificação dos estudos pré-selecionados e selecionados</b>	<p>Realiza-se a leitura criteriosa dos títulos, dos resumos e das palavras-chave de todas as publicações completas localizadas pela estratégia de busca para posteriormente se verificar a sua adequação aos critérios de inclusão do estudo.</p> <p>Nos casos em que o título, o resumo e as palavras-chave não sejam suficientes para definir a sua seleção, busca-se a publicação do artigo na íntegra.</p> <p>Com a conclusão desse procedimento, elabora-se uma tabela com os estudos pré-selecionados para a revisão integrativa.</p>
<b>4 – Categorização dos estudos selecionados</b>	<p>Sumarizam-se e documentam-se as informações extraídas dos estudos científicos encontrados nas fases anteriores.</p> <p>Um dos instrumentos utilizados para se extraírem as informações dos estudos selecionados é a matriz de síntese usada como ferramenta de extração e organização de dados de revisão da literatura em várias disciplinas. Esse uso se deve à sua capacidade para resumir aspectos complexos do conhecimento.</p> <p>A matriz serve de ferramenta para interpretar e construir a redação da revisão integrativa para os pesquisadores.</p> <p>O processo de construção da matriz depende da criatividade pessoal do pesquisador. Não há matriz de síntese correta, apenas matrizes funcionais ou não. Dessa forma, a construção da matriz depende da interpretação do pesquisador e da maneira como ele organiza os seus dados.</p>

Etapa	Descrição
<b>5 – Análise e interpretação dos resultados</b>	Discute-se sobre os textos analisados na revisão integrativa. O pesquisador, guiado pelos achados, realiza a interpretação dos dados e, com isso, é capaz de levantar as lacunas de conhecimento existentes e sugerir pautas para futuras pesquisas. O pesquisador, fundamentado nos resultados da avaliação crítica dos estudos incluídos, realiza a comparação com o conhecimento teórico, a identificação de conclusões e implicações resultantes da revisão integrativa.
<b>6 – Síntese do conhecimento ou apresentação da revisão</b>	Elabora-se um documento que contemple a descrição de todas as fases percorridas pelo pesquisador, de forma criteriosa, e que apresente os principais resultados obtidos. A revisão deve possibilitar a replicação do estudo e contemplar informações que possibilitem que os leitores avaliem a pertinência dos procedimentos empregados na elaboração da revisão.

Fonte: adaptado de Botelho, Cunha e Macedo (2011, p. 129–133).

### 3.3.3.1.2 Etapa 1 - Identificação do tema e seleção da questão de pesquisa

Para definir quais são os objetivos do *framework*, chegou-se à pergunta para a execução do método de revisão integrativa da literatura: como a Ciência de Dados está contribuindo para o tema de Capital Intelectual em PPGs ou IES? Com base nesta pergunta, decidiu-se usar a combinação dos termos de pesquisa conforme o Quadro 22.

Os termos na coluna “assunto” foram combinados com “E” (*i.e.*, em inglês *AND*) e os “termos para busca” de cada assunto foram combinados com “OU” (*i.e.*, em inglês *OR*) nas bases científicas Scopus, Web of Science (WoS) e Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD). Além disso, foi utilizado o caractere “\*” para incluir na busca o plural dos termos (*e.g.*, universidade\* para busca de estudos com universidade e universidades). As buscas foram realizadas nos campos de título, resumo e palavras-chave.

Cabe destacar que o conceito relacionado à pós-graduação foi ampliado para incluir estudos relacionados a universidades que abrangem a pós-graduação. Entende-se, que trabalhos relacionados a esse tema também podem contribuir para a revisão da literatura. Também foi adicionado ao conceito o tema de egressos, que pode estar relacionado a universidades e/ou Programas de Pós-Graduação. Com relação ao tema Capital Intelectual, adicionou-se dois de seus componentes conforme seção 2.1.2.2, Capital Humano e Capital Relacional, para a ampliação da busca. Principalmente, por entender que soluções que exploram e analisam informações sobre egressos tratam componentes e indicadores relacionados ao CH e ao CR. No campo da solução, optou-se pela inclusão de temas correlacionados à Ciência de Dados (*i.e.*, Mineração de Dados, *Data Analytics*, Inteligência

Artificial) ou que podem contribuir para o tema, como Engenharia do Conhecimento que se originou da IA Simbólica, conforme detalhado na seção 2.1.3.4.

Foram encontrados 71 estudos a partir da combinação desses termos de buscas nas bases Scopus, WoS e BDTD. Sendo 39 estudos na base da Scopus, 21 na WoS e 11 na BDTD. Após a remoção de 10 estudos duplicados entre as bases científicas Scopus e WoS, restaram 60 estudos para análise e definição dos critérios de inclusão e exclusão, definidos após a leitura dos títulos, resumos e palavras chaves. O Quadro 31 no Apêndice B apresenta os estudos resultantes desta busca de forma detalhada.

Para se ter uma visão geral da quantidade de trabalhos relacionados a cada um dos temas (*i.e.*, Pós-graduação, Capital Intelectual e Ciência de Dados), foram realizadas buscas por esses termos em cada uma das bases de buscas. Esses temas também foram combinados para se observar a interseção: a) Pós-graduação e Capital Intelectual; b) Pós-graduação e Ciência de Dados; c) Capital Intelectual e Ciência de Dados. Esses valores são apresentados na Figura 22.

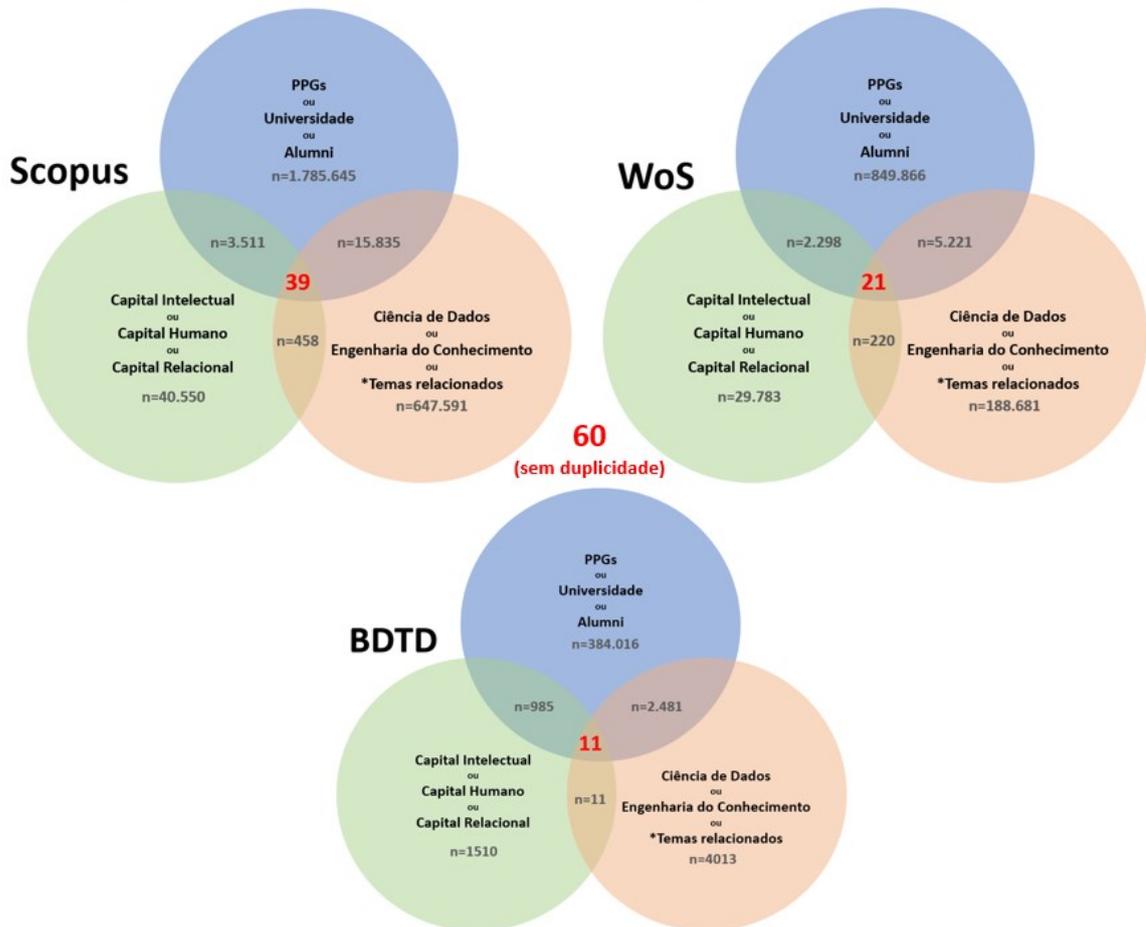
De uma forma geral, pode se observar que os temas menos explorados em conjunto são Capital Intelectual e Ciência de Dados, o que indica uma possibilidade de mais pesquisas sobre esse tema. O tema Capital Intelectual e Pós-graduação ou IES está em mais evidência no momento, como se pode observar com a revisão integrativa da literatura apresentada por Dabić *et al.* (2020). Já os temas que possuem mais trabalhos relacionados em conjunto são Pós-graduação e Ciência de Dados, o que pode indicar uma preocupação em aplicações de tecnologias, metodologias e *frameworks* para criação de soluções nesse contexto.

Quadro 22 – Termos de busca para revisão integrativa

Assunto	Termos para busca	Termo para busca em inglês
Pós-graduação	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pós-graduação</li> <li>• Universidade*</li> <li>• IES</li> <li>• Ex-aluno* ou egresso*</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Postgraduat*</i></li> <li>• <i>Universit*</i></li> <li>• <i>HEI*</i></li> <li>• <i>Alumn*</i></li> </ul>
Capital Intelectual	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Capital Intelectual</li> <li>• Capital Humano</li> <li>• Capital Relacional</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Intellectual Capital</i></li> <li>• <i>Human Capital</i></li> <li>• <i>Relational Capital</i></li> </ul>
Ciência de Dados	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ciência de Dados</li> <li>• Engenharia do Conhecimento</li> <li>• <i>Business Intelligence</i></li> <li>• <i>Data Analytics</i></li> <li>• Inteligência Artificial</li> <li>• Mineração de Dados</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Data Science</i></li> <li>• <i>Knowledge Engineering</i></li> <li>• <i>Business Intelligence</i></li> <li>• <i>Data Analytics</i></li> <li>• <i>Artificial Intelligence</i></li> <li>• <i>Data Mining</i></li> </ul>

Fonte: elaborado pelo autor.

Figura 22 – Resultado da busca da revisão integrativa na Scopus, WoS e BDTD



Fonte: elaborado pelo autor.

### 3.3.3.1.3 Etapa 2 - Definição dos critérios de inclusão e exclusão de estudos

De posse do resultado de 60 estudos da busca nas bases científicas Scopus, Web of Science e BDTD, fez-se a leitura dos títulos, resumos e palavras-chave para a definição dos critérios de inclusão e exclusão. A seguir são detalhados esses critérios.

- **Inclusão:** a) estudos que exploram explicitamente tecnologias, metodologias ou soluções de Ciência de Dados ou temas relacionados em conjunto com o Capital Intelectual em PPGs ou IES; b) estudos da Gestão do Conhecimento aplicada em PPGs ou IES que classificam ativos intangíveis e mencionam tecnologias, metodologias ou soluções de Ciência de Dados ou temas relacionados; c) estudos que exploram o tema de Capital Intelectual e relacionam com PPGs ou IES e Ciência de Dados ou temas relacionados.
- **Exclusão:** a) estudos do tipo “revisão de conferência” e “errata”; b) exclusão de estudos que não utilizam o conceito de Capital Intelectual; c) estudos que não foram encontrados na íntegra.

### 3.3.3.1.4 Etapa 3 - Identificação dos estudos pré-selecionados e selecionados

Ao se decidir os critérios de inclusão e exclusão de forma iterativa, após a leitura dos estudos encontrados nas buscas da Scopus, Web of Science e BDTD, realizou-se a identificação dos estudos pré-selecionados. Esses estudos pré-selecionados, num total de 20 documentos, passaram por uma análise completa com a sua leitura na íntegra à luz do método de revisão integrativa. Ao final do processo, foram selecionados 9 estudos que ajudam a responder a pergunta dessa revisão integrativa conforme seção 3.3.3.1.2 e atendem os critérios de inclusão e exclusão estabelecidos na seção 3.3.3.1.3. A Figura 23 a seguir, ilustra o passo-a-passo até a seleção dos documentos que são categorizados na próxima seção.



Fonte: elaborado pelo autor.

### 3.3.3.1.5 Etapa 4 - Categorização dos estudos selecionados

Com a realização da leitura completa dos trabalhos selecionados na etapa anterior da revisão da literatura, realizou-se a etapa de categorização desses estudos que possibilitou a criação da matriz de síntese. A matriz é recomendada para a extração e organização dos achados referentes aos estudos selecionados de acordo com o método da revisão integrativa adotado nesta pesquisa.

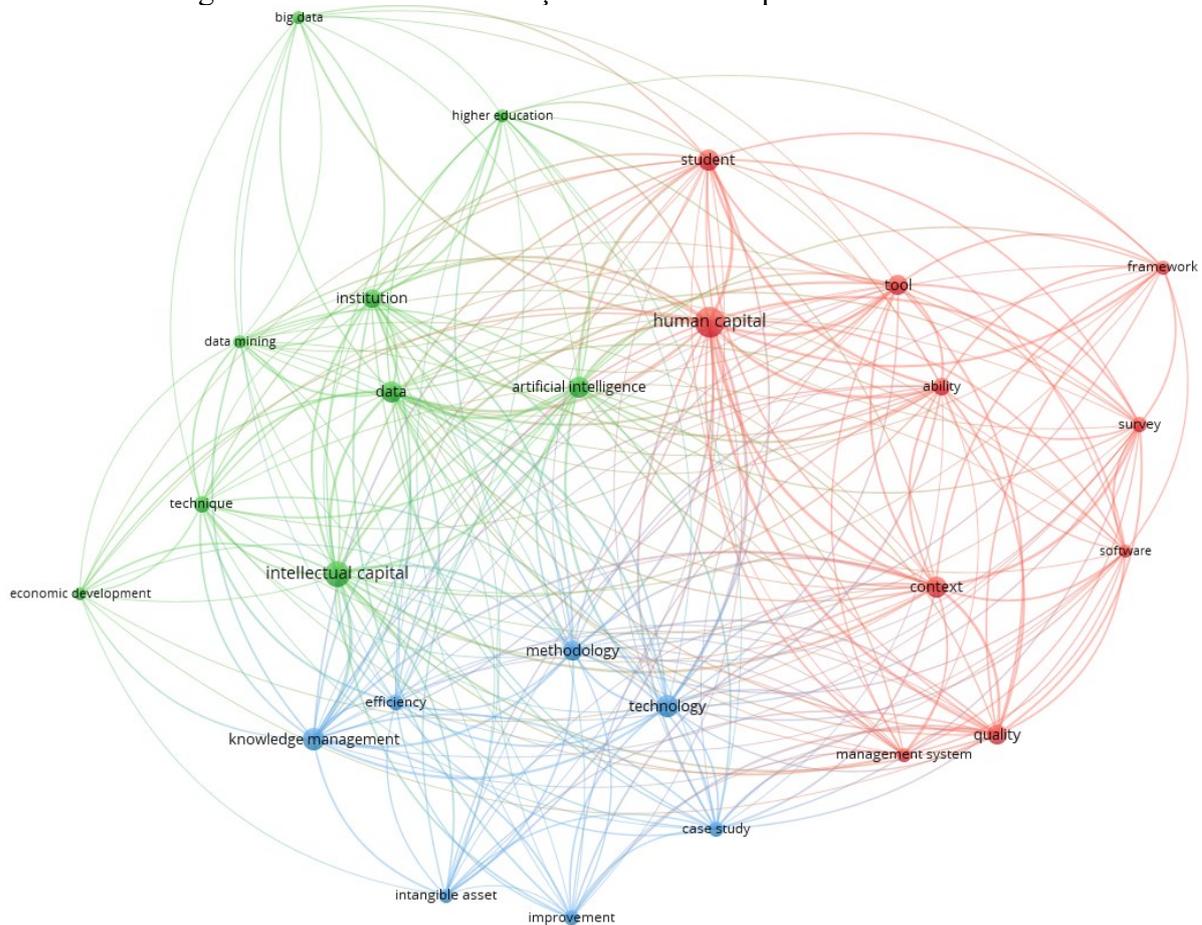
Esta etapa de categorização dos estudos selecionados gera uma síntese dos estudos selecionados em uma matriz, conforme explicam os autores Botelho, Cunha e Macedo (2011). É importante destacar que essa matriz é elaborada a partir dos conhecimentos dos pesquisadores e autores da revisão e dependem do seu senso crítico para criá-la. Essa matriz é uma importante ferramenta para a interpretação e construção do texto da análise dos trabalhos e tem por objetivo permitir aos pesquisadores evitar erro de análise durante o processo.

De forma complementar, analisou-se os termos mais relevantes desses estudos com base na ferramenta VOSviewer, que apresenta a correlação entre os termos a partir dos campos de títulos e resumos em inglês, apresentado na Figura 24. Observa-se a criação de três agrupamentos de palavras (*i.e.*, *clusters*): em verde os termos ligados ao Capital Intelectual e a IES, com elementos técnicos de Inteligência Artificial, Mineração de Dados (*i.e.*, *Data Mining*) e *Big Data*; em vermelho os termos ligados ao Capital Humano e termos que indicam

suas competências e habilidades com *frameworks*, ferramentas e *software*, pesquisa por meio de questionários (*i.e.*, *surveys*); e, por último, o agrupamento em azul com termos ligados à Gestão do Conhecimento, metodologias, ativos intangíveis e casos de estudos.

A análise da correlação dos termos possibilita notar que os elementos indicados na pergunta que guia esta revisão integrativa foram encontrados nos estudos resultantes das buscas em bases científicas como Scopus, Web of Science e BDTD. Ademais, que há uma coesão entre os elementos analisados como Capital Intelectual e tecnologias ligadas à Ciência de Dados aplicados em IES.

Figura 24 – Análise da correção dos termos a partir de títulos e resumos



Fonte: elaborado pelo autor.

A análise da Figura 24 ajudou a explorar categorias para os estudos selecionados. As categorias definidas nesta seção para ajudar a analisar os estudos selecionados são apresentadas no Quadro 23. Foram criadas 5 categorias que ajudam a compreender a visão integrada dos estudos selecionados.

Quadro 23 – Categorias para classificação dos estudos da revisão integrativa

<b>Categoria</b>	<b>Objetivo da categoria</b>
Conceitos sobre Capital Intelectual e/ou Gestão do Conhecimento	Identificar estudos que abordem explicitamente o tema Capital Intelectual e citem seus conceitos e identificar estudos que abordem conceitos sobre Capital Intelectual e relacionam com Gestão do Conhecimento
Gerenciamento ou mapeamento do CI em IES ou em PPGs	Identificar estudos que abordem explicitamente o tema de mapeamento ou gerenciamento de Capital Intelectual em Instituições de Ensino Superior e/ou pós-graduação e citem seus conceitos
Revisão sistemática ou integrativa, biométrica ou exploração extensiva da literatura existente	Identificar estudos que realizaram uma revisão sistemática ou integrativa, uma avaliação bibliométrica ou uma exploração completa de trabalhos ligados ao Capital Intelectual
Instrumento de coleta de dados, indicadores ou métricas sobre Capital Intelectual	Identificar estudos que apresentaram instrumentos, ferramentas ou formulários para a coleta de dados relacionados ao Capital Intelectual e/ou que apresente indicadores ou métricas
Tecnologias relacionadas à Ciência de Dados e/ou à Engenharia do Conhecimento	Identificar estudos que apresentem tecnologias, <i>frameworks</i> e métodos relacionadas à Ciência de Dados e/ou à Engenharia do Conhecimento

Fonte: elaborado pelo autor.

De posse das categorias para a classificação dos estudos da revisão integrativa apresentada no Quadro 23, realizou-se uma análise completa desses estudos selecionados com uma nova leitura para realizar a sumarização. Elaborou-se, portanto, a matriz de síntese apresentada no Quadro 24. Essa matriz auxilia a organização dos achados em cada um dos estudos e colabora com a interpretação dos resultados para a última etapa do método para a interpretação dos resultados.

Quadro 24 – Matriz de síntese da revisão com as categorias dos estudos

<b>Estudo</b>	<b>Conceitos sobre Capital Intelectual e/ou Gestão do Conhecimento</b>	<b>Gerenciamento ou mapeamento do CI em IES ou em PPGs</b>	<b>Revisão sistemática, biométrica ou exploração extensiva da literatura existente</b>	<b>Instrumento de coleta de dados, indicadores ou métricas sobre Capital Intelectual</b>	<b>Tecnologias relacionadas à Ciência de Dados e/ou à Engenharia do Conhecimento</b>
Bellucci <i>et al.</i> (2021)	Define CI e seus elementos; apresenta estudos que relacionam CI e Gestão do Conhecimento	Apresenta como tendências estudos que exploram o CI em IES e aponta quais lacunas podem ser preenchidas por trabalhos futuros	Apresenta uma abordagem robusta de revisão sistemática do principal periódico sobre CI (JIC) e explora as tendências e lacunas sobre o tema	Não apresenta, mas aponta estudos.	Apresenta conteúdo de mineração de dados para a análise da literatura com a ferramenta VOSviewer, entretanto não apresenta ferramentas para mapear CI.
Amarante (2015)	Define GC e CI	Mapeia elementos de CI ligados à GC em IES	Menciona uma revisão sistemática, mas não apresenta o protocolo.	Apresenta o <i>framework</i> Organizational Knowledge Assessment (OKA), com mensuração de elementos sobre CI, mas focado na GC	Realiza análise de dados referente ao <i>framework</i> Organizational Knowledge Assessment apenas.
Zhomartkyzy e Balova (2015)	Define GC e o CI	Apresenta um sistema de informação para gerenciamento do CI em IES	Não apresenta	Apresenta um modelo conceitual e tecnológico para explorar informações sobre capital humano e apresentar em sistemas de buscas	Apresenta um modelo para criação de ontologia ligado ao capital humano para relação com documentos gerados por pesquisadores de uma IES. Realiza Processamento de Linguagem Natural, Mineração de Dados para determinar as competências de um especialista.
Feitosa (2013)	Define GC	Apresenta ferramenta que pode contribuir no mapeamento do capital humano em IES	Não apresenta	Apresenta uma aplicação que realiza coleta de dados da web para recomendação de elementos ligados ao CI	Visita diversas técnicas e tecnologias usadas na CD: Mineração de Dados e Mineração de Dados na Web ( <i>scraper</i> ), Redes Neurais, Clusterização; entre outros.

Estudo	Conceitos sobre Capital Intelectual e/ou Gestão do Conhecimento	Gerenciamento ou mapeamento do CI em IES ou em PPGs	Revisão sistemática, biométrica ou exploração extensiva da literatura existente	Instrumento de coleta de dados, indicadores ou métricas sobre Capital Intelectual	Tecnologias relacionadas à Ciência de Dados e/ou à Engenharia do Conhecimento
Gama e Gaitán (2013)	Não define explicitamente CI e GC. Aborda ativos intelectuais e o papel da Engenharia do Conhecimento	Explora ativos intelectuais em IES	Não apresenta	Apresenta uma matriz de ativos intelectuais que podem ser mapeados nas teorias de CI	Apresenta conceitos ligados à Engenharia do Conhecimento para criação de ontologias. Apresenta conceitualmente métodos para aquisição de conhecimento como Inteligência Artificial, Aprendizagem de Máquina. Apresenta conceitualmente processos para construção de Sistemas Especialistas.
Cavalcanti (2009)	Não define explicitamente CI e GC. Aborda GC no contexto de TICs com autores renomados da GC.	Explora os conhecimentos relacionados ao capital humano em IES	Não apresenta	Não apresenta	Apresenta conceitos sobre sistemas de suporte à decisão ( <i>Business Intelligence</i> ) e tecnologias para suporte à decisão como Data Warehousing, Mineração de Dados e KDD no contexto de ferramentas para TICs. Menciona o uso de Inteligência Artificial, Lógica Difusa, Redes Neurais, Sistemas Especialistas.
Farsi e Talebi (2009)	Define GC. Cita ativos intangíveis e recursos humanos sem atribuir ao CI.	Explora ativos intelectuais em IES na busca de um modelo para comercialização desses ativos.	Não apresenta	Não apresenta	Cita tecnologias como forma de mapeamento do capital intelectual de uma IES. Não apresenta uso ou teoria.

<b>Estudo</b>	<b>Conceitos sobre Capital Intelectual e/ou Gestão do Conhecimento</b>	<b>Gerenciamento ou mapeamento do CI em IES ou em PPGs</b>	<b>Revisão sistemática, biométrica ou exploração extensiva da literatura existente</b>	<b>Instrumento de coleta de dados, indicadores ou métricas sobre Capital Intelectual</b>	<b>Tecnologias relacionadas à Ciência de Dados e/ou à Engenharia do Conhecimento</b>
Vorakulpipat e Rezgui (2008)	Define GC e CI	Não apresenta	Faz uma revisão narrativa extensa sobre GC e CI.	Não explicita, mas cita autores que fazem mensuração e gerenciamento de CI como no trabalho de <i>The knowledge toolbox: A review of the tools available to measure and manage intangible resources</i> .	Apresenta tecnologias que historicamente ajudam a GC e o gerenciamento de CI. Traz conceitos de IA, SBCs, sistemas holísticos de apoio à decisão, KDD, Mineração de Dados.
Muiña, Martín De Castro e Sáez (2004)	Define CI e cita a GC em conjunto	Não apresenta. Menciona que acadêmicos de universidades espanholas participaram do estudo	Não apresenta	Cita estudos sobre mensuração de CI. Apresenta uma proposta de mensuração de Capital Tecnológico bastante robusta.	Não apresenta. Apresenta tecnologias no contexto do Capital Tecnológico para mapeamento em organizações.

Fonte: elaborado pelo autor.

### 3.3.3.1.6 Etapa 5 - Análise e interpretação dos resultados

A pesquisa integrativa realizada tem por objetivo explorar a literatura e observar o papel da Ciência de Dados na contribuição para o tema de Capital Intelectual em PPGs ou em IES. Os termos de pesquisa relacionados à Ciência de Dados também abrangeram a Engenharia do Conhecimento, pois possuem uma forte relação que é apresentada na seção 2.1.3.4.1. Temas como Mineração de Dados, Descoberta de Conhecimento em Base de Dados, Inteligência Artificial são elementos compartilhados nesses dois campos interdisciplinares. Da mesma forma, o tema de Capital Intelectual foi ampliado nas buscas para Capital Humano e Capital Relacional, pois a origem desta tese tem como foco a exploração de informações sobre egressos (*i.e.*, *alumni*) em Programas de Pós-Graduação. O CH possui elementos que exploram os conhecimentos das pessoas (*e.g.*, formação, produções, projetos, entre outros) e o CR explora as relações externas de uma organização (a seção 2.1.2.2 explora essas relações). Por último, conforme mencionado, a origem desta tese tem como foco a pós-graduação, mas buscou-se aplicar os termos para obter estudos relacionados ao contexto de IES por se julgar que compartilham do mesmo ambiente.

Os resultados da busca em bases científicas, a partir desses textos, resultou em 71 documentos. Ao final de um processo de seleção por meio de critérios de inclusão e exclusão de estudos, foram selecionados 9 estudos sobre o tema. Esses estudos, categorizados no Quadro 24, ajudam a estabelecer uma relação entre os temas e identificar lacunas de conhecimento que contribuem para a definição dos objetivos desta tese, pensando em sua originalidade, relevância e ineditismo. Além disso, a execução desse processo da revisão integrativa da literatura apresenta todas as fases percorridas e permite aos leitores a replicação desse estudo e avaliação de sua pertinência.

Com relação à análise e interpretação do resultado, pode se destacar o estudo elaborado por Bellucci *et al.* (2021) em sua revisão sistemática a partir do *Journal of Intellectual Capital*, iniciado em 2000, um dos mais bem conceituados periódicos que possui como foco o Capital Intelectual. O estudo de Bellucci *et al.* (2021), apesar de recente, já possui 70 citações no Google Acadêmico<sup>54</sup> e é o terceiro estudo mais citado no Google Acadêmico entre os selecionados na revisão integrativa, conforme pode se observar no Quadro 31, no Apêndice B. Os outros dois trabalhos mais citados possuem 65 e 44 citações no Google

---

<sup>54</sup> Total de citações para o trabalho de Bellucci *et al.* (2021) em março de 2023.

Acadêmico, sendo publicados respectivamente em 2008 e 2009. O estudo de Bellucci *et al.* (2021) possui destaque por apresentar uma rica revisão da literatura e explorar as lacunas sobre o tema de Capital Intelectual. Além disso, o estudo identifica os quatro temas mais explorados sobre CI na atualidade: 1) Relatório e divulgação de Capital Intelectual; 2) Pesquisa de Capital Intelectual em universidades, educação e setor público; 3) Gestão do Conhecimento e Capital Intelectual; e 4) Capital Intelectual, desempenho financeiro e valor de mercado. Essa identificação do tema CI em universidades vai ao encontro desta tese e, dessa forma, corrobora com a relevância de se estudar esse tema. A seção 2.2 explora os achados neste trabalho de Bellucci *et al.* (2021).

De forma geral, Bellucci *et al.* (2021) recomendam pesquisas futuras aprofundadas nos temas: 1) o debate em torno da criação e gestão do CI na academia; 2) a divulgação do CI das universidades nas redes sociais, sites e outras plataformas web; 3) o comportamento diversificado de universidades pequenas ou grandes, privadas ou públicas, centralizadas ou descentralizadas em termos de extensão de relatórios e comunicação de CI; 4) a adaptação empírica do Modelo de Maturidade de CI para uma vasta gama de diferentes instituições de ensino; 5) a identificação, desenvolvimento e priorização de indicadores padronizados de CI que possam ser implementados em várias universidades nos mesmos países ou entre países; 6) as potenciais conexões da gestão do CI com os objetivos estratégicos das universidades; 7) como as universidades gerenciam o Capital Humano acadêmico para contrabalançar as consequências não intencionais dos sistemas de mensuração de desempenho; 8) os pontos fortes e fracos das diretrizes e estruturas que podem ser usadas para a Gestão do Conhecimento e relatórios; 9) como considerar questões relacionadas ao gênero na mensuração, relatório e gestão nas universidades; 10) a relevância da resiliência a choques sociais e ambientais para a gestão de CI no sistema educacional da sociedade contemporânea.

Em termos de conceitualização para a seção 2.2, os trabalhos de Amarante (2015), Zhomartkyzy e Balova (2015), Vorakulpipat e Rezgui (2008) e Muiña, Martín De Castro e Sáez (2004) exploram as definições sobre Capital Intelectual e seus elementos, e a relação com a Gestão do Conhecimento. O estudo de Vorakulpipat e Rezgui (2008) traz uma análise narrativa da literatura bastante profunda ao tema de CI e GC. Por último, em destaque, os estudos de Amarante (2015), Zhomartkyzy e Balova (2015) e Feitosa (2013), que apresentam abordagens para mapear ou gerenciar o Capital Intelectual em IES.

Outro aspecto importante buscado na revisão integrativa são os instrumentos de coleta de dados, indicadores ou métricas sobre Capital Intelectual. Nesse quesito, os trabalhos

resultantes da seleção não trataram com profundidade o tema. Os trabalhos que melhor exploram os indicadores ou métricas sobre CI são os trabalhos de Muiña, Martín De Castro e Sáez (2004) e Zhomartkyzy e Balova (2015). O trabalho de Muiña, Martín De Castro e Sáez (2004) apresenta uma proposta de indicadores de CI sobre capital tecnológico que contempla: 1) Despesas de P&D; Equipe de P&D; Despesas com inovação; Pessoal de inovação; Despesas/vendas de aquisição de tecnologia; Percentual de sucesso na assimilação e exploração de processos tecnológicos externos; Receitas de vendas de tecnologia; Patentes: conhecimento tecnológico protegido legalmente; Segredo industrial: conhecimento tecnológico naturalmente protegido; Licenças: conhecimento tecnológico protegido legalmente; Grau de automatização dos processos de produção e; Despesas/vendas de manutenção de equipamentos; Processos documentados; e Inovação tecnológica. Esses indicadores propostos podem servir de modelo para fomentar a criação de indicadores de CI para o tema de *alumni* em PPGs.

Neste compilado da análise e interpretação dos resultados, por fim, explora-se os achados referentes às tecnologias relacionadas à Ciência de Dados e/ou à Engenharia do Conhecimento que podem ser aplicadas em um modelo ou método para gestão do CI em PPGs. Com base em Bellucci *et al.* (2021), esse ponto é bastante pertinente e merece mais pesquisas futuras: os impactos da Inteligência Artificial, Aprendizado de Máquina, *blockchain*, integração na nuvem e outras novas tecnologias. No contexto desta tese, a Ciência de Dados e a Engenharia de Conhecimento fornecem meios para a criação de ferramentas que ajudam na gestão do CI referente aos *alumni*. Estudos como o de Zhomartkyzy e Balova (2015), de Feitosa (2013), de Gama e Gaitán (2013), de Cavalcanti (2009) e de Vorakulpipat e Rezgui (2008) corroboram com essa visão e recomendam a aplicação *frameworks*, metodologias e ferramentas para o mapeamento e gestão de CI em IES.

### 3.3.3.2 Definição dos objetivos a partir dos achados da revisão integrativa

Com base no que foi exposto na seção 3.2.2.3 sobre os objetivos da DSRM, os objetivos apresentados nesta etapa devem ser inferidos racionalmente a partir da especificação do problema e dos conhecimentos dos problemas e soluções existentes. Nesta tese, a teoria inicial da necessidade de novas soluções para a gestão dos *alumni* em PPGs foi comprovada na revisão narrativa da literatura apresentada na seção 3.3.1. Observou-se também que a gestão de *alumni* em PPGs está diretamente relacionada ao Capital Intelectual, tema de estudo da área de concentração de Gestão do Conhecimento no PPGEGC. Essa observação foi validada com uma segunda revisão narrativa da literatura apresentada na seção 3.3.2 para confirmar a

identificação do problema e a motivação. Por fim, com a execução da revisão integrativa da literatura, com métodos sistemáticos, foi possível observar que não existem soluções especializadas de Ciência de Dados e/ou Engenharia do Conhecimento para se trabalhar elementos relacionados ao Capital Intelectual em IES ou PPGs. Entende-se como soluções de Ciência de Dados ou Engenharia do Conhecimento *frameworks*, metodologias, arquiteturas ou sistemas que empregam de técnicas e métodos para a resolução de problemas com base nessas disciplinas.

Nesse contexto, o primeiro objetivo definido é a criação de uma abordagem analítica para explorar as informações e indicadores do constructo de Capital *Alumni*, baseando-se em um modelo de Capital Intelectual em IES e uma metodologia de Ciência de Dados, complementada com os métodos e técnicas da Engenharia do Conhecimento. Essa especialização deve ser desenvolvida a partir da metodologia de Ciência de Dados chamada Microsoft TDSP, apresentada na seção 2.1.3.3.3, pois é uma metodologia moderna e baseada na metodologia CRISP-DM, que é amplamente utilizada na literatura em projetos comerciais e acadêmicos.

O segundo objetivo é a elaboração de uma estrutura para orientar as atividades relacionadas às demandas analíticas. Assim, é necessário explorar o uso de técnicas da Ciência de Dados e da Engenharia do Conhecimento, como Inteligência Artificial, Processamento de Linguagem Natural, Estatística e outras, conforme apresentado na Figura 15, para a construção de um *framework* para a gestão do Capital *Alumni* em PPGs. Também devem ser considerados os tipos de análise apresentados na Figura 6 (*i.e.*, descritiva, preditiva e prescritiva) para a sua construção.

O terceiro e último objetivo é a instanciação do *framework*, composto pelo constructo de Capital *Alumni*, exemplos de indicadores e método para se trabalhar as informações do *framework* proposto, que combina a Ciência de Dados e a Engenharia do Conhecimento, para a aplicação em Programas de Pós-Graduação. Esta instância deve apresentar os elementos do *framework* em uma situação real de uso em PPGs.

### **3.3.4 Projeto e desenvolvimento**

Para o projeto e desenvolvimento do *framework* proposto, foi necessário estabelecer os constructos da solução teórica que define a abordagem analítica para explorar as informações e os indicadores do Capital *Alumni*. Esta construção se deu a partir dos resultados da pesquisa integrativa da literatura, onde se observou quais eram as soluções atuais para abordar esse

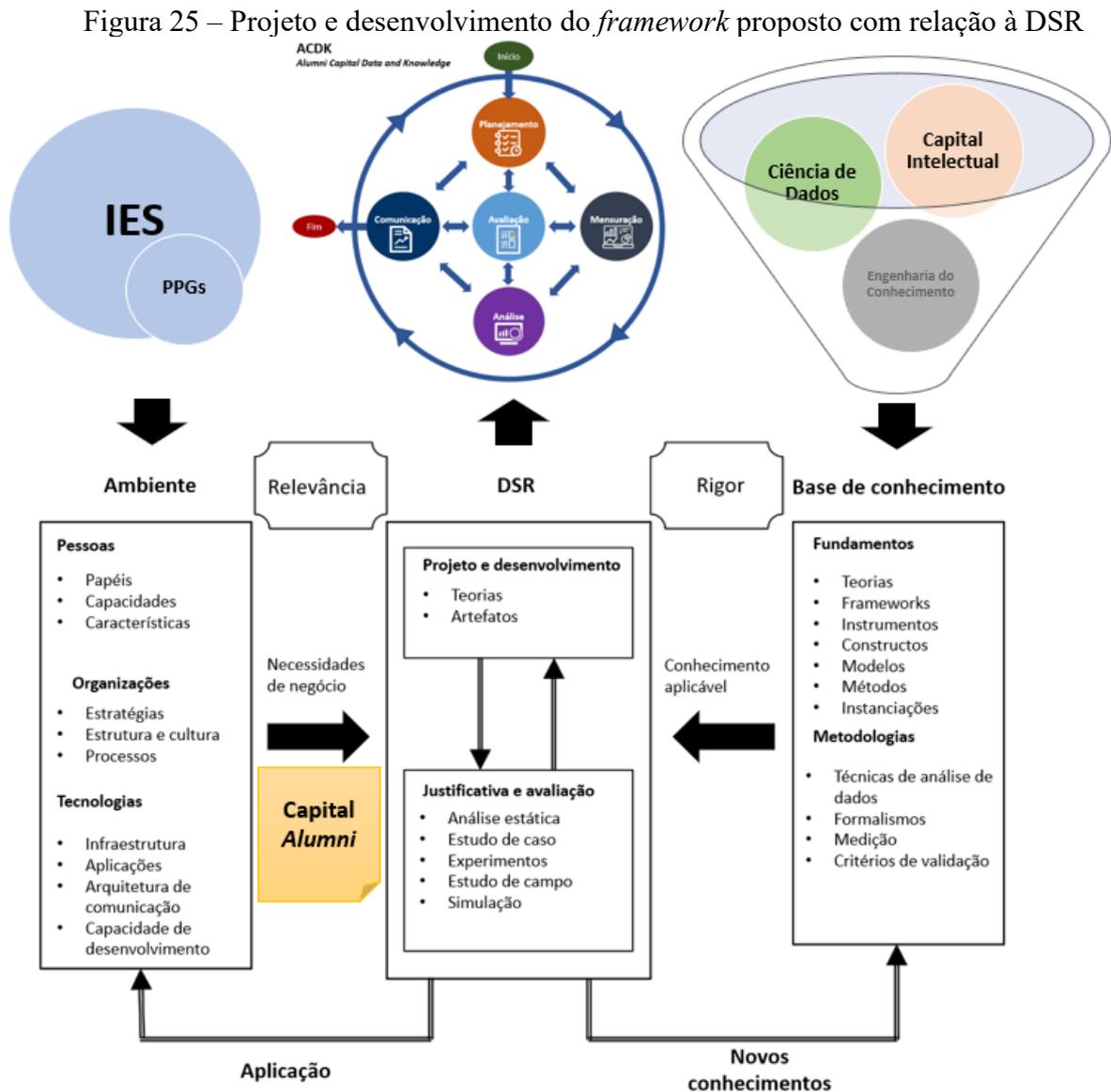
componente do CI e como mensurá-lo. A partir desse ponto, observou-se que os modelos atuais para mensuração do CI em IES não detalham a integração com as teorias de Ciência de Dados e Engenharia do Conhecimento para explorar o Capital *Alumni*.

Com base nos objetivos da solução definidos durante a execução da DSR de Peffers *et al.* (2007) e descritos na seção anterior, elaborou-se o projeto e desenvolvimento da abordagem analítica para explorar informações relacionadas ao Capital *Alumni*. Essa abordagem resultou na criação de uma solução teórica e, posteriormente, de um *framework* que orienta a construção de soluções analíticas para a gestão do Capital Intelectual relacionado aos *alumni* em Programas de Pós-Graduação. Tanto a solução teórica quanto o *framework* utilizam as teorias do Capital Intelectual, da Ciência de Dados e da Engenharia do Conhecimento para apresentar um ciclo completo para a gestão e construção de soluções que mensuram o Capital *Alumni* e possibilitam uma análise avançada desse componente do CI. Pode-se entender que os constructos da solução teórica, apresentados na seção 4.1, materializam a etapa de projeto (*i.e.*, *design*) do artefato proposto, pois trazem uma visão geral de uma solução prática para abordar as demandas analíticas dos PPGs com relação ao seu Capital *Alumni*, principalmente considerando a gestão e as análises necessárias (descritivas, preditivas e prescritivas).

A partir dessa solução teórica proposta, deu-se início ao desenvolvimento do *framework*, que define e orienta os processos de gestão (planejamento, avaliação e comunicação) e de engenharia (mensuração e análise) para a construção de análises que possibilitam uma visão completa do Capital *Alumni* do PPG. Este *framework*, chamado de AC DK (*Alumni Capital Data and Knowledge*), possui quatro pilares descritos na solução teórica proposta: gestão, mensuração, predição e prescrição. Esses pilares integram a gestão do Capital Intelectual, mais precisamente o componente do Capital *Alumni*, com a construção de soluções que permitem mensurar e analisar esses ativos intangíveis à luz da Ciência de Dados e da Engenharia do Conhecimento, oferecendo uma solução que pode ser instanciada por diferentes tipos de programas (acadêmicos e profissionais) e em diferentes áreas do conhecimento/avaliação para tratar suas demandas analíticas relacionadas ao Capital *Alumni*.

Para explicar de forma geral o projeto e desenvolvimento da solução teórica e do *framework* proposto, retoma-se o *framework* de Hevner *et al.* (2004), ilustrado na Figura 21 e descrito na seção 3.2, como complemento ao *framework* da DSR de Peffers *et al.* (2007). O *framework* de Hevner *et al.* (2004) permite apresentar a integração dos elementos do ambiente e da base do conhecimento para se chegar a uma solução prática, conforme orienta a DSR. A

Figura 25 apresenta essa visão geral do processo de construção do artefato do *framework* conforme a visão proposta por Hevner *et al.* (2004).



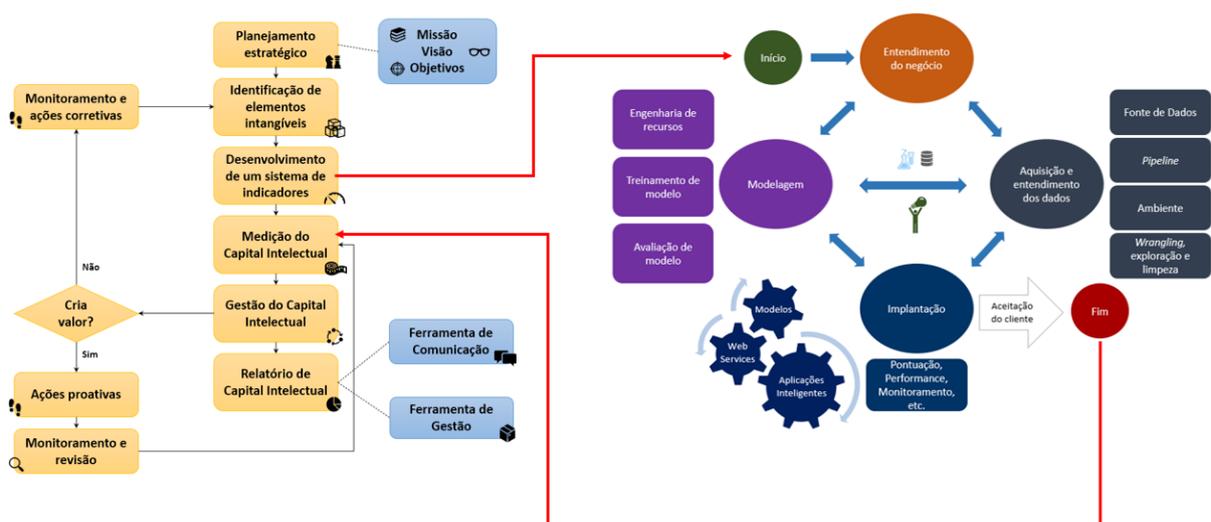
Fonte: elaborado pelo autor a partir de Hevner *et al.* (2004, p. 80).

Para a elaboração dos constructos da solução teórica, explorou-se o ambiente e a base de conhecimento. Como abordagens possíveis para esse mapeamento, avaliou-se o uso do CommonKADs (SCHREIBER *et al.*, 2001) e do modelo CESH (HMELJEVSKI; ALVES; TODESCO, 2017; KERN, 2011). No entanto, optou-se pela utilização da abordagem de Hevner *et al.* (2004), que interconecta os elementos do ambiente (pessoas, organizações e tecnologias), com a base de conhecimento (fundamentos e metodologias) para a construção de projetos e desenvolvimento em DSR. Entende-se que a explicação do ambiente com a abordagem de Hevner *et al.* (2004) foi suficiente para explicar o sistema da pós-graduação, com seus atores,

organizações e tecnologias. Além disso, o *framework* de Hevner *et al.* (2004) faz parte do embasamento teórico da DSR e não foi necessário trazer outros embasamentos teóricos para essa atividade.

Com base na descrição do ambiente e na base de conhecimento, que permitem uma aproximação da gestão do CI em IES com as tarefas de engenharia da CD e da EC, e nos pilares da solução teórica, foi desenvolvido o *framework* proposto. O ACDK apresenta uma série de processos para orientar as atividades de planejamento, mensuração, análise, avaliação e comunicação sobre os ativos intangíveis do Capital *Alumni* em Programas de Pós-Graduação. O desenvolvimento deste *framework* tomou como exemplo a dissertação de Schmitt (2013), mencionada na seção 1.8 desta tese. O trabalho de Schmitt (2013) apresenta um *framework* conceitual composto por uma série de processos para aquisição de conhecimento sobre o *front-end* da inovação. O *framework* do autor é composto pelas etapas de planejamento, coleta de informação, identificação de oportunidades, processamento, análise e interpretação, disseminação e avaliação. A linguagem utilizada por Schmitt (2013) para modelar os processos foi a Event-driven Process Chain (EPC). Nesta tese, utilizou-se a notação Business Process Model and Notation (BPMN). Segundo os autores Entringer, Ferreira e Nascimento (2021), a BPMN é considerada uma técnica padronizada que fornece uma notação compreensível para todos os envolvidos nos processos de negócios e é amplamente adotada em diversos trabalhos, com um número muito maior quando comparado ao EPC.

Figura 26 – Combinação do modelo de CI em IES e a metodologia TDSP



Fonte: elaborado pelo autor.

Por fim, na construção do ACDK, como ilustra a Figura 26, também foi considerado o modelo de Ramírez e Gordillo (2014) para a definição de processos de gestão, combinado com

a metodologia TDSP de Ciência de Dados e a CRISP-DM para os processos de engenharia. Cada um desses modelos e metodologias trouxe elementos importantes para a definição dos processos de gestão e de engenharia. Além disso, na construção do *framework*, foram incluídos os indicadores sobre o Capital *Alumni* observados durante a revisão da literatura, principalmente os de Pedro (2018). Esses elementos criam uma visão completa que parte da gestão e se utiliza da Ciência de Dados e da Engenharia do Conhecimento para mensurar e analisar os ativos intangíveis relacionados ao Capital *Alumni*. A base teórica apresentada no capítulo 1 desta tese, incluindo a conceitualização e os conceitos relacionados à revisão integrativa da literatura, também foi contextualizada e aplicada na definição dos processos do *framework* ACDK.

### 3.3.5 Demonstração

Conforme descrito por Peffers *et al.* (2007), nesta etapa ocorre a demonstração do uso do artefato para resolver um problema ou qualquer outra atividade que demonstre sua utilidade. Assim, o *framework* ACDK proposto foi instanciado para fins de demonstração no programa de Mestrado Profissional em Administração do Centro de Ciências da Administração e Socioeconômicas (ESAG) da Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC). Esse programa foi escolhido devido ao vínculo do Professor Denilson Sell, orientador desta tese, com o programa e em função do conhecimento sobre o Planejamento Estratégico do PPG em relação às ações relacionadas aos seus *alumni*.

Durante o desenvolvimento do *framework*, pensou-se na instanciação do ACDK também para o Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento da Universidade Federal de Santa Catarina, onde esta pesquisa foi desenvolvida. Inclusive, após o desenvolvimento do *framework* proposto, iniciou-se o processo de coleta de dados e identificação dos egressos a partir de seu site<sup>55</sup>. No entanto, em função do tempo necessário para a mensuração e análise dos dados do PPG de Administração Profissional em relação ao cronograma previsto para a entrega desta tese, o processo de mensuração para o PPGEGC não foi concluído, sendo replanejado para trabalhos futuros.

Com relação ao PPG de Administração Profissional da ESAG/UDESC, os processos do ACDK foram instanciados em sua demonstração, conforme apresentado na seção 4.3.2. O processo de planejamento incluiu elementos do planejamento estratégico do PPG fornecidos

---

<sup>55</sup> Site do PPEGC com informações sobre egressos. Disponível em: <https://ppgegc.paginas.ufsc.br/>.

pelo Professor Denilson Sell, os quais incluem objetivos estratégicos e indicadores para observação de seus *alumni*. Além disso, foram incluídos dois indicadores presentes nas fichas de avaliação de área da CAPES, analisados na seção 4.3.1.

Essa análise das fichas foi realizada para as 49 áreas de avaliação da CAPES. Essas fichas foram coletadas no site da CAPES e analisadas quanto aos quesitos/itens que abordam o tema dos egressos. Foi observado que esses quesitos/itens resultam em valiosos indicadores que complementam a literatura de indicadores do Capital Intelectual em IES. Portanto, os quesitos/itens foram recortados e incluídos no Apêndice C desta tese. Após essa coleta, foi realizada uma classificação progressiva dos indicadores, na qual cada ficha de avaliação analisada resultava em novos indicadores ou no complemento de indicadores existentes. Ao final, chegou-se também a uma visão geral dos indicadores solicitados e que são compartilhados por diversas áreas. Essa análise permite, por exemplo, a utilização do princípio de Pareto para a priorização de indicadores na criação de ferramentas que permitam a gestão do Capital *Alumni*.

Com relação à demonstração dos processos, a mensuração e a análise do PPG incluíram as fontes de dados do CV Lattes e LinkedIn. Conforme observado na seção 3.3.1, essas fontes de dados foram utilizadas em diversos trabalhos para analisar trajetórias de egressos, com CV Lattes (MOREIRA; VELHO, 2012; NORONHA *et al.*, 2009; SILVA, A. B., 2019) e LinkedIn (DAI; VILAS; REDONDO, 2018; LI *et al.*, 2016; MORENO-DELGADO; ORDUÑA-MALEA; REPISO, 2020; MORENO-DELGADO; ORDUÑA MALEA; REPISO, 2020; SILVA, G. M., 2019; SILVA *et al.*, 2017).

Para realizar a coleta de dados utilizada no processo de mensuração, foram buscados dados de egressos na Plataforma Sucupira, nas seções de Dados Abertos e Dados em Atualização. Essas informações serviram de base para encontrar os perfis no CV Lattes e no LinkedIn. Foi realizada uma associação manual desses perfis com as informações da Plataforma Sucupira, assim como a coleta de dados do LinkedIn que contou com o apoio de Márcia dos Passos, colaboradora desta tese. Para a coleta de dados do CV Lattes, esta pesquisa utilizou a Plataforma Stela Experta, descrita na seção 4.3.2.2.

Finalmente, foram realizadas análises descritivas e prescritivas, com o apoio da Inteligência Artificial do ChatGPT, descrita na seção 4.2.3.1.3. A tentativa de criar análises preditivas contou com o auxílio das ferramentas KNIME Analytics e Análise de Dados do Excel, detalhadas na seção 4.3.2.3. No entanto, como observado na seção 4.3.2.4 de avaliação da execução dos processos, serão necessárias novas tentativas para criar um modelo preditivo

com os dados de produção e serão necessários dados adicionais, como informações sobre a realização de doutorados pelos *alumni*. Dessa forma, o AC DK e essas análises podem ajudar o PPG de Administração Profissional na gestão do Capital *Alumni* e na proposição de ações para utilizar esse importante ativo intangível. Com base nessa instanciação do *framework* AC DK, avalia-se a sua contribuição na próxima seção.

### 3.3.6 Avaliação

De acordo com Peffers *et al.* (2007), na etapa de avaliação devem ser apresentadas observações objetivas para comprovar a contribuição do artefato na solução do problema proposto. A avaliação pode ser feita de diferentes maneiras, dependendo da natureza do problema e do artefato, e pode incluir medidas de desempenho quantitativas, *feedback* de clientes e simulações.

Com relação à contribuição do *framework* proposto e da tese em geral, conforme apresentado por Gregor e Hevner (2013), buscou-se desenvolver uma solução para orientar as demandas analíticas para a gestão do Capital *Alumni* em PPGs. Esse desenvolvimento está localizado no quadrante de melhoria do *framework* de contribuição de conhecimento em DSR de Gregor e Hevner (2013), uma vez que, durante a revisão da literatura, foi observado que diversos trabalhos se concentram em analisar trajetórias de egressos e estabelecer perfis com informações gerais para PPGs e IES, mas não apresentam um caminho comum para guiar os PPGs nessas tarefas. Portanto, este é o diferencial da tese e fundamenta uma parte do seu ineditismo. Além disso, os resultados dos constructos, materializados no *framework* AC DK, encontram-se no quadrante de exaptação de Gregor e Hevner (2013), uma vez que integram modelos propostos em campos diferentes de conhecimento, como o Capital Intelectual relacionado à gestão e a Ciência de Dados e Engenharia do Conhecimento relacionadas à engenharia e construção de sistemas inteligentes a partir do uso da IA.

Utilizando o arcabouço teórico da DSR adotado nesta tese e apresentado na seção 3.2, foi utilizado o método descritivo de avaliação de artefatos proposto por Hevner (2004) para avaliar a contribuição dos resultados desta tese. Nesse método, há duas opções de propostas: argumentação e cenários. Na opção de argumentação, utiliza-se informações da base de conhecimento para construir uma linha de argumentação convincente para explicitar a utilidade do artefato. Na opção de cenários, apresentam-se demonstrações do uso do artefato em uma representação simplificada de uma situação real ou imaginária, que é utilizada para facilitar a compreensão, a análise ou a tomada de decisão sobre um determinado assunto.

Com relação aos cenários, a seção 4.3.2 apresenta uma instanciação do *framework* proposto para demonstrar a sua utilização em um ambiente com dados e informações reais do PPG em Administração Profissional do ESAG/UDESC. Nessa demonstração, são executados os processos propostos no *framework* ACDK descrito na seção 4.2, com base nos constructos da seção 4.1. Esses processos incluem o planejamento, mensuração, análise, avaliação e comunicação, construídos a partir dos constructos representados nos pilares de gestão, mensuração, predição e prescrição. Esses pilares integram a teoria do Capital Intelectual com a Ciência de Dados e a Engenharia do Conhecimento, conforme revisão integrativa da literatura realizada.

Com relação à argumentação para a relevância do *framework* proposto, a seção 4.3.2.4 apresenta um resumo dos resultados obtidos nos processos de planejamento, mensuração e análise da execução do ACDK no contexto proposto. Os resultados apresentados são promissores e demonstram que a utilização do *framework* ACDK por PPGs permite uma ação direta na gestão do Capital *Alumni* dos PPGs. Assim, resultando em instrumentos para responder com maior efetividade e eficácia aos critérios de avaliação da CAPES. Para completar a argumentação do diferencial proposto no *framework*, o Quadro 13 apresenta os trabalhos correlatos que propuseram modelos, métodos e *frameworks* para a mensuração de indicadores relacionados ao Capital Intelectual em IES. No entanto, esses trabalhos não apresentam meios para se utilizar a Ciência de Dados e a Engenharia do Conhecimento para essa mensuração. A proposta do *framework* ACDK vai além de uma aplicação de modelo para a mensuração de CI em IES, e apresenta uma forma de se mensurar e gerir o CI relacionado aos *alumni* no contexto de PPGs em IES.

### **3.3.7 Comunicação**

A etapa de comunicação da metodologia de DSR de Peffers *et al.* (2007) orienta a divulgação dos resultados da pesquisa para pesquisadores e o público interessado. Essa divulgação deve apresentar o problema abordado, sua relevância, o artefato criado, sua utilidade, inovação e o rigor metodológico no processo de criação. Esta tese apresenta os elementos sugeridos por Peffers *et al.* (2007), incluindo o contexto, o problema abordado, sua relevância, ineditismo, não trivialidade, limitações, delimitações, o artefato gerado, o método científico utilizado e os resultados obtidos.

Portanto, além do rito padrão que ocorre em defesas de doutorado para a apresentação dos resultados a uma banca julgadora, bem como ao público interessado, prevê-se a oportuna

criação e divulgação dos resultados da pesquisa por meio de artigos científicos, apresentação do trabalho em conferências relevantes (*e.g.*, European Conference on Knowledge Management – ECKM - e International Conference on Knowledge Management - ICKM) e a futura expansão do conhecimento desta tese em cenários de uso registrados em um e-book ou livro.

## 4 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

Este capítulo tem por intuito apresentar os resultados gerados a partir do objetivo geral desta pesquisa, que é propor um *framework* para suporte às demandas analíticas de gestão do Capital *Alumni* em Programas de Pós-Graduação. Os passos percorridos para atingir este objetivo estão descritos na seção 3.3 e seguem a *Design Science Research Methodology* descrita na seção 3.2. O texto a seguir apresenta os constructos da solução, apresentando o ambiente do contexto, a base de conhecimento e a solução teórica. A partir dessa solução teórica, apresenta-se o *framework* para suporte às demandas analíticas. Na sequência, o *framework* é instanciado em um Programa de Pós-Graduação para efeitos de demonstração e avaliação.

### 4.1 CONSTRUCTOS DA SOLUÇÃO

Um constructo é uma abstração de uma entidade ou fenômeno que é relevante para a pesquisa, usado para representar uma ideia, conceito ou solução. Os constructos são geralmente descritos como artefatos, modelos ou teorias, e podem ser desenvolvidos a partir de uma variedade de fontes, incluindo, teorias existentes, estudos de caso ou dados empíricos (HEVNER *et al.*, 2004). Como os construtos formam o vocabulário de um domínio, eles constituem uma conceituação usada para descrever problemas dentro do domínio e especificar suas soluções. Eles formam a linguagem especializada e o conhecimento compartilhado de uma disciplina ou subdisciplina (MARCH; SMITH, 1995).

Os constructos são importantes na teoria do DSR, pois eles permitem que os pesquisadores desenvolvam soluções para problemas complexos e os avaliem de forma sistemática. Eles também permitem que os pesquisadores comuniquem de forma clara e precisa as suas ideias e soluções para outros membros da comunidade acadêmica. Nesta tese, os constructos apresentados a seguir detalham o ambiente, a base de conhecimento e a solução teórica proposta a partir do *framework* de DSR proposto por Hevner *et al.* (2004).

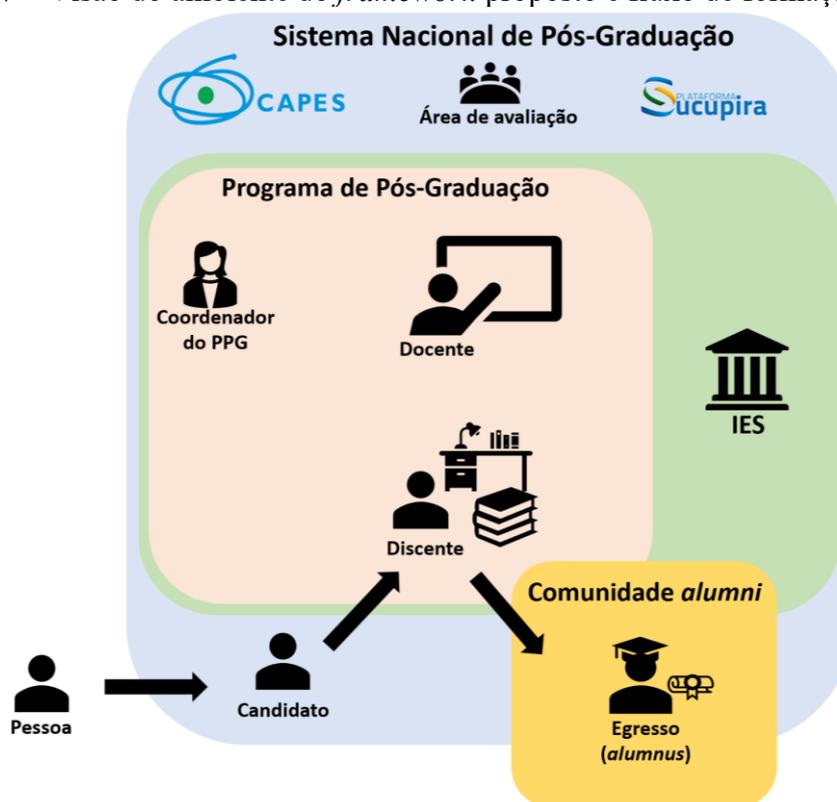
#### 4.1.1 Ambiente

No *framework* de DSR de Hevner *et al.* (2004), o ambiente deve ser analisado quanto às pessoas, às organizações e às tecnologias envolvidas (ver Figura 21). No caso de pessoas, se observam os papéis, as capacidades e as características. Em organizações, se observa as estratégias, a estrutura, a cultura e os processos que fazem parte do contexto do ambiente. Por

último, se observa em tecnologias a infraestrutura, as aplicações, a arquitetura de comunicação e a capacidade de desenvolvimento.

Nesse ambiente de egressos em PPGs, a CAPES é a entidade reguladora do Sistema Nacional de Pós-Graduação (SNPG) que atribui conceitos (*i.e.*, notas de 3 a 7) aos PPGs. A CAPES organiza as 49 áreas de avaliação com representantes dos diversos PPGs, determina todo o processo de avaliação com as suas comissões e os critérios de avaliação para atribuição de conceitos aos PPGs. A CAPES também é responsável por manter e desenvolver a Plataforma Sucupira que mantém todo o fluxo de informações dos PPGs. Por último, quando um PPG não atinge o conceito mínimo, a CAPES determina o descredenciamento do programa. Esse ambiente e esse contexto são ilustrados na Figura 27 a seguir.

Figura 27 – Visão do ambiente do *framework* proposto e fluxo de formação em um PPG



Fonte: elaborado pelo autor.

Uma pessoa interessada em cursar um PPG de mestrado ou de doutorado *stricto sensu*, em uma determinada IES, seja na modalidade acadêmica ou profissional, participa de um processo de seleção como candidato. Esse candidato, uma vez aprovado, ingressa no PPG e passa a ser considerado um discente. Esse discente, aluno matriculado em um PPG, cursa as disciplinas ministradas por docentes (professores do PPG) e realiza suas atividades acadêmicas. Nesse processo, enquanto discente, o aluno pode criar produções bibliográficas, produções

técnicas, ser tutor em disciplinas, participar de orientações, participar de grupos de pesquisa, entre outras atividades, até concluir sua participação no PPG como discente com a entrega de um trabalho de conclusão (*e.g.*, tese e dissertação).

Com a obtenção do título, após a entrega com sucesso de seu trabalho de conclusão, o discente recebe seu diploma e passa a ser considerado egresso (*i.e.*, *alumnus*). Desse ponto em diante, torna-se parte da comunidade *alumni* do PPG. Assim, conforme a teoria do Capital Intelectual aponta, os *alumni* podem ser considerados parte do Capital Humano externo ao PPG e à IES e, dessa forma, contribuir com os seus conhecimentos e suas habilidades. Ao mesmo tempo, passam a integrar também o Capital Relacional do PPG e da IES com a reputação, a doação e a rede de relacionamento com outros atores.

No processo de avaliação, a CAPES solicita o preenchimento dos dados de forma anual aos PPGs via Plataforma Sucupira. O preenchimento dos dados na Plataforma Sucupira fica sob responsabilidade do coordenador do PPG. O coordenador fica responsável por preencher os dados dos docentes, discentes, participantes externos (que contribuem com participação em bancas, projetos e produções), produções intelectuais, projetos de pesquisa, trabalhos de conclusão, linhas de pesquisa, disciplinas, turmas e projetos de cooperação.

A avaliação dos Programas de Pós-Graduação é realizada pela CAPES e pelos comitês de áreas de avaliação a cada quatro anos (*i.e.*, avaliação quadrienal). Esse foi o intervalo de anos utilizado nas avaliações de 2013 a 2016 e 2017 a 2020. Contudo, esse período pode sofrer alterações conforme determinação da CAPES. A avaliação de 2010 a 2012, por exemplo, foi realizada com o preenchimento de dados de 3 anos.

Durante o período de avaliação, o coordenador fica responsável também por encaminhar um relatório com diversas informações sobre o Programa de Pós-Graduação que é utilizado pelos avaliadores de área. Assim, além do preenchimento dos dados estruturados, também há um grande trabalho em preencher o relatório de avaliação. Após o envio dos dados de cadastros e do relatório pelo coordenador de PPG, ainda há um processo de homologação dos dados feito por um representante da IES que valida os dados preenchidos por todos os PPGs. Após esse fluxo, os dados são enviados à CAPES e aguarda-se até o momento de divulgação dos novos conceitos dos programas. Eventualmente, pode-se ter um processo de revisão de nota antes da divulgação do resultado oficial. Essa situação ocorre quando os programas entram com algum tipo de recurso administrativo na CAPES.

A seguir, cada um desses atores (pessoas, organizações e tecnologias) desse ambiente do Programa de Pós-Graduação é descrito com o seu papel no SNPG, com suas características e

relações. Este conteúdo foi elaborado a partir dos conhecimentos dos autores da tese, dos documentos disponíveis no site da Capes (2020b, 2022a), da pesquisa de Vogele Kobashi (2015), da pesquisa de Azevedo, Oliveira e Catani (2016), do relatório da ASCAPES e do SINDGCT (2021), e, por fim, elaborado a partir dos *insights* e complementos gerados pela inteligência artificial do ChatGPT (2023).

#### *4.1.1.1 Sistema Nacional de Pós-Graduação*

O Sistema Nacional de Pós-Graduação (SNPG) é um conjunto de normas, diretrizes e procedimentos estabelecidos pela CAPES para a gestão e avaliação da pós-graduação no Brasil. Tem como objetivo garantir a qualidade e a excelência dos Programas de Pós-Graduação no país, bem como promover a cooperação entre instituições de ensino e pesquisa.

#### *4.1.1.2 Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior*

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) é uma agência vinculada ao Ministério da Educação (MEC) e tem como atividades centrais a coordenação, avaliação, fomento e desenvolvimento da pós-graduação no Brasil. No âmbito do SNPG, a CAPES é responsável pelas 49 áreas de avaliação e seus critérios de avaliação. Essas avaliações são realizadas por comitês de especialistas e levam em consideração os critérios como a infraestrutura, o corpo docente, a produção científica, o desempenho dos discentes e egressos. A CAPES realiza avaliações periódicas dos PPGs, com o objetivo de garantir a qualidade e a excelência dos programas. A CAPES também fornece recursos financeiros para os PPGs, com o objetivo de apoiar as atividades acadêmicas e de pesquisa dos programas. Além disso, oferece bolsas de estudo para estudantes de pós-graduação, com o objetivo de apoiar os estudantes no desenvolvimento de suas pesquisas. Por fim, a CAPES trabalha em conjunto com o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) para desenvolver políticas e diretrizes para a pós-graduação no país e promover a cooperação entre instituições de ensino e pesquisa.

#### *4.1.1.3 Áreas de avaliação*

As 49 áreas de avaliação da CAPES são organizadas em três colégios (Ciências da Vida, Humanidades e Exatas, Tecnologias e Multidisciplinar) e nove grandes-áreas (Ciências Agrárias, Ciências Biológicas, Ciências da Saúde, Ciências Humanas, Ciências Sociais Aplicadas, Linguística, Letras e Artes, Ciências Exatas e da Terra, Engenharias e

Multidisciplinar). Essas áreas são responsáveis pela avaliação dos PPGs no país. Suas atribuições incluem: classificação dos programas em conceitos; identificação de áreas e programas de excelência; identificação das necessidades para melhoria e desenvolvimento dos programas; elaboração de relatórios sobre as avaliações dos programas; realização de comitês de avaliação; e criação de times de especialistas para desenvolver normas, diretrizes e critérios para a avaliação de programas. Após a etapa de análise pelas comissões de área de avaliação, os PPGs são analisados pelo Conselho Técnico-Científico da Educação Superior (CTC-ES).

#### *4.1.1.4 Plataforma Sucupira*

É um sistema de *software* desenvolvido pela CAPES para auxiliar no gerenciamento e na avaliação dos Programas de Pós-Graduação no Brasil. Foi criada com o objetivo de fornecer informações sobre os PPGs e facilitar o acesso aos recursos financeiros disponibilizados pela CAPES. A Plataforma Sucupira é usada pelas IES e pelos PPGs para: cadastrar e manter atualizadas informações sobre PPGs, corpo docente, infraestrutura, produção científica e desempenho dos alunos; submeter relatórios e projetos para avaliação e fomento; acessar recursos financeiros disponibilizados pela CAPES; participar de avaliações periódicas realizadas pela CAPES; visualizar informações sobre avaliações e classificações dos programas (incluindo as classificações de periódicos com o Qualis CAPES). A Plataforma Sucupira é uma ferramenta importante no SNPG, pois permite a comunicação e o fluxo de informações entre as IES, os PPGs e a CAPES.

#### *4.1.1.5 Instituições de Ensino Superior*

As Instituições de Ensino Superior são responsáveis por ofertar PPGs. As IES devem garantir que os Programas de Pós-Graduação disponham de infraestrutura adequada, como laboratórios, bibliotecas, salas de aula e equipamentos para pesquisa, para que os estudantes possam desenvolver suas pesquisas. As IES devem contratar corpo docente qualificado para ministrar as disciplinas e orientar as pesquisas dos alunos de pós-graduação. Devem participar das avaliações realizadas pela CAPES e seguir as diretrizes e normas estabelecidas pelo SNPG. Por fim, devem promover a cooperação entre instituições de ensino e pesquisa, e incentivar a participação de programas em redes de cooperação e colaboração com outras instituições.

#### *4.1.1.6 Programa de Pós-Graduação*

A função dos PPGs no contexto do SNPG é oferecer aos estudantes uma formação acadêmica e profissional avançada, além de promover a pesquisa científica e o desenvolvimento tecnológico do país. Os PPGs são responsáveis por formar recursos humanos altamente capacitados e preparados para atuar em diferentes áreas do conhecimento e contribuir para o desenvolvimento da ciência no Brasil. Além disso, os PPGs contribuem para: a criação e disseminação do conhecimento científico e tecnológico na sociedade; a formação de líderes e especialistas em diferentes áreas de conhecimento; desenvolve a pesquisa e a inovação, apoiando projetos e estudos que buscam soluções para problemas e desafios sociais e econômicos; a internacionalização da pesquisa no país por meio de intercâmbios e cooperação científica com outras instituições de diferentes países; e a formação de professores e pesquisadores que melhoram a qualidade da educação.

#### *4.1.1.7 Coordenador de PPG*

O coordenador de pós-graduação é responsável por liderar e gerenciar um Programa de Pós-Graduação, garantindo que os objetivos acadêmicos e administrativos do programa sejam alcançados. O coordenador tem como responsabilidade: garantir a qualidade acadêmica do programa; liderar o corpo docente e discente; gerenciar as operações administrativas do programa, incluindo o todo o preenchimento de dados na Plataforma Sucupira; coordenar as atividades de pesquisa; representar o programa nas relações institucionais e externas; e, por fim, participar na tomada de decisões estratégicas do PPG.

#### *4.1.1.8 Docente*

O docente é responsável por ministrar aulas, orientar estudantes em suas pesquisas e contribuir para a produção científica e tecnológica. Além disso, o docente tem como responsabilidade: orientar trabalhos de conclusão de curso (*e.g.*, teses e dissertações); participar na elaboração do projeto pedagógico do programa; participar em avaliações e processos de renovação de programas; contribuir com a criação de produção científica e tecnológica; e participar na gestão do programa, contribuindo para a tomada de decisões estratégicas e no desenvolvimento do programa.

#### 4.1.1.9 *Candidato*

O candidato tem por objetivo conseguir uma vaga em um PPG. Para isso, é necessário que o candidato atenda aos requisitos do PPG e passe por processo seletivo para ser selecionado e ingressar no programa. O fluxo comum de um candidato é: identificar o programa e a instituição de interesse; verificar os requisitos e documentos necessários para a candidatura; se inscrever no processo seletivo; e, por último, passar pelas etapas do processo seletivo. O candidato deve ter o seu perfil e plano de futuro alinhado com os objetivos do PPG e das linhas de pesquisa ofertadas.

#### 4.1.1.10 *Discente*

O discente tem por objetivo estudar, pesquisar e desenvolver suas habilidades e conhecimentos em sua área de estudo. Suas atribuições incluem: estudar e se preparar para as aulas, acompanhando as leituras e estudando os conteúdos ministrados; realizar pesquisas e estudos científicos; participar de eventos acadêmicos como seminários, simpósios e congressos, onde podem apresentar suas pesquisas e conhecer outras pesquisas e pesquisadores; elaborar o trabalho de conclusão de curso, de modo a contribuir com a ciência e a criação de produção científica e tecnológica de qualidade; e, por fim, participar de atividades complementares como grupos de pesquisa e projetos de extensão.

#### 4.1.1.11 *Egresso (alumnus)*

Um egresso de PPG é uma pessoa que concluiu um Programa de Pós-Graduação, obtendo o título de mestre ou doutor. Com a obtenção do seu título, o egresso pode: aplicar os conhecimentos adquiridos em PPGs, instituições de pesquisa ou empresas; participar de atividades de pesquisa; participar de atividades de extensão; participar de atividades de ensino; e, por último, atuar em sua área de estudo. Ao se formar, o *alumnus* se torna parte de uma comunidade *alumni*. O termo *alumni* é utilizado como plural de *alumnus*.

#### 4.1.1.12 *Comunidade alumni*

A comunidade *alumni* representa um grupo de pessoas que se relacionam entre si por terem frequentado o mesmo curso ou instituição de ensino. Essa comunidade ajuda a manter a ligação entre os ex-alunos, a instituição e o Programa de Pós-Graduação, contribuindo com o seu desenvolvimento. Assim, os *alumni* podem fazer doações, recrutar novos alunos, fornecer *feedbacks* para a instituição e para o PPG, e podem atuar como mentores para outros

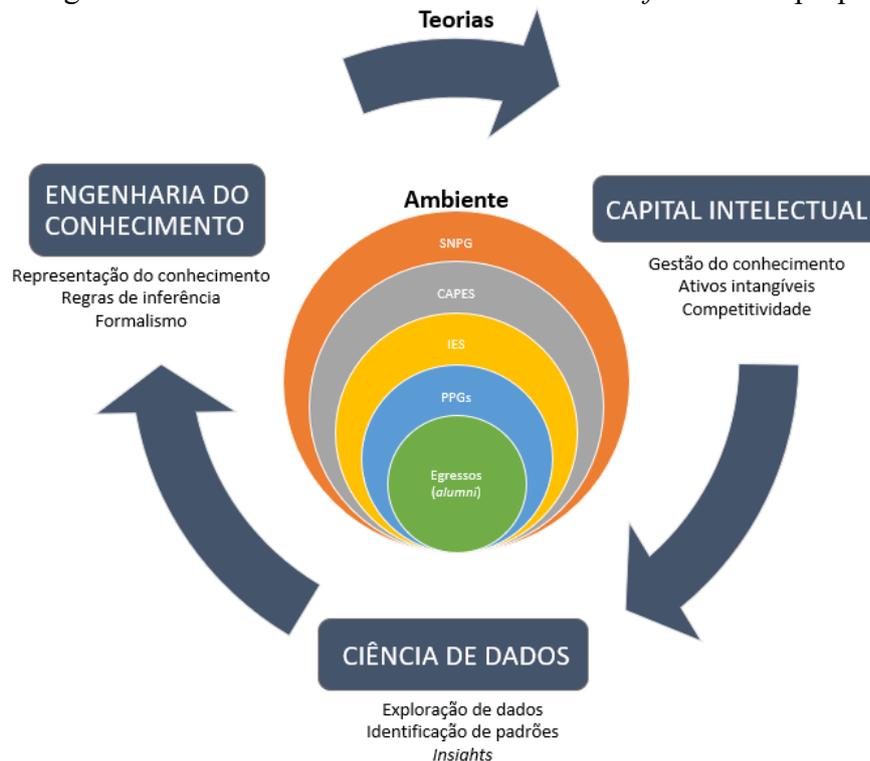
estudantes. Além disso, essas comunidades podem oferecer atividades para os membros como eventos sociais, palestras, encontros de negócios e outras oportunidades de *networking*.

#### 4.1.2 Base de conhecimento

Conforme exposto na seção introdutória dos constructos da solução, é neste ambiente de pós-graduação e preenchimento de informações sobre egressos que se dá o problema abordado nesta tese e que é detalhado na seção 1 e seção 3. Os coordenadores de pós-graduação, a partir da última avaliação, precisaram pesquisar e trazer mais informações sobre seus egressos conforme solicitou a CAPES (*e.g.*, quais são os egressos de destaque, o que estão fazendo, que cargo estão ocupando, entre outros).

Com base na observação de soluções existentes para a exploração e gestão de informações sobre egressos, esta pesquisa se aprofundou na literatura para identificar as necessidades das soluções atuais em IES e, sobretudo, em PPGs. As teorias que a apoiam a base de conhecimento do *framework* proposto podem ser observadas na Figura 28 a seguir.

Figura 28 – Visão da base de conhecimento do *framework* proposto



Fonte: elaborado pelo autor.

#### 4.1.2.1 *Capital Intelectual e Capital Alumni*

A gestão de egressos, referenciada nesta tese como gestão do Capital *Alumni* na teoria do Capital Intelectual, trabalha com informações e indicadores extraídos da literatura dos elementos do Capital Humano e do Capital Relacional. Por exemplo, conhecimentos, habilidades, rede de relacionamentos e reputação que representam valor ao PPG e são classificados como ativos intangíveis na teoria do Capital Intelectual. Além disso, conforme observado nesta pesquisa, essas informações e esses indicadores do Capital *Alumni* podem ser complementados com o olhar para as necessidades dos PPGs no processo de avaliação da CAPES (*i.e.*, conteúdo das fichas de avaliação das 49 áreas no que tange às informações de egressos). A definição sobre o conceito de Capital Intelectual, na visão clássica e contemporânea, pode ser vista nas seções 2.1.2, 2.2.2 e 2.3. Estas seções também detalham o conceito sobre Capital *Alumni*. A seção 2.3 traz a visão desses conceitos na perspectiva dos autores da tese (autor, orientador e coorientador). Uma ampliação no conceito do Capital *Alumni* é proposta a partir da pesquisa realizada.

#### 4.1.2.2 *Ciência de Dados e Engenharia do Conhecimento*

A Ciência de Dados e a Engenharia do Conhecimento também estão na base de conhecimento desta tese. Essas duas áreas contribuem com os métodos e técnicas para o processo de análise dos dados e para a extração do conhecimento a partir das informações e dos indicadores observados na gestão do Capital *Alumni*. Ainda que a CD e a EC sejam campos relacionados e complementares na literatura, a CD é uma área que contribui com as metodologias (*e.g.*, Microsoft TDSP) e com as tecnologias para exploração dos dados e informações sobre os *alumni* numa visão *bottom-up*. Assim, orientando o processo de descoberta de padrões e *insights* em dados estruturados e não estruturados. A EC, por outro lado, contribui com metodologias, técnicas e formalismos para representação do conhecimento (*e.g.*, taxonomias e ontologias) e contribui com metodologias para a criação de sistemas baseados em conhecimento na visão *top-down*. Portanto, onde há padrões e onde há a necessidade de se descobrir algo novo, aplica-se a Ciência de Dados. Quando o conhecimento é identificado ou há a necessidade de codificação de alguma regra ou conhecimento existente, aplica-se a Engenharia de Conhecimento. As seções 2.1.3 e 2.2 explicam a Ciência de Dados, a sua evolução até os dias atuais, a relação entre a CD e a EC, e, por fim, apresenta a visão dos autores da tese (autor, orientador e coorientador) quanto às suas definições e contribuições.

### 4.1.3 Solução teórica

Seguindo a metodologia da DSR, a construção de um novo artefato deve propor algo relevante e que sua contribuição possa ser observada nos quadrantes do *framework* de contribuição de Gregor e Hevner (2013), apresentado na Figura 20 (*i.e.*, melhoria, invenção ou exaptação). Ao se aprofundar na literatura científica e nas soluções existentes (aquelas com acesso público e de conhecimento geral), observou-se a possibilidade de propor um *framework* para guiar a construção de soluções analíticas voltadas às demandas de gestão do Capital *Alumni*.

Assim, a solução proposta nesta tese busca uma visão de melhoria ao estado da arte ao integrar a teoria do Capital Intelectual, a Ciência de Dados e a Engenharia do Conhecimento para a gestão e exploração de dados, informação e conhecimento em demandas analíticas do Capital *Alumni*. Ao passo que também se enxerga uma contribuição na forma de exaptação ao se integrar modelos propostos em campos diferentes de conhecimento.

O ambiente de egressos de Programas de Pós-Graduação, com a visão do Capital *Alumni*, da Ciência de Dados e da Engenharia de Conhecimento para se trabalhar com demandas analíticas, integram-se na visão do constructo que representa a solução conceitual proposta nesta tese, apresentada na Figura 29 a seguir. A figura apresenta os pilares do *framework* com a Gestão, Mensuração, Projeção e Prescrição.

Figura 29 – Visão da solução teórica do *framework* proposto



Fonte: elaborado pelo autor.

Os pilares apresentados orientam a construção do *framework* proposto, de modo a permitir um ciclo completo para se pensar em demandas analíticas do Capital *Alumni* em PPGs,

desde a gestão até a recomendação de ações com base em evidências (dados, informação e conhecimento), a partir de análises descritivas, preditivas e prescritivas. Permitindo, portanto, instrumentalizar os coordenadores com informações sobre os seus *alumni* para que seja possível tomar ações de valorização desses ativos intangíveis e responder à CAPES de forma eficaz e eficiente em seus processos de avaliação. Cada um desses pilares é descrito detalhadamente a seguir para a sua contribuição nesse contexto.

#### 4.1.3.1 Gestão

Este é o primeiro pilar da solução teórica proposta e base para os demais pilares propostos. Apoiado pela teoria do Capital Intelectual, busca-se identificar e mapear quais são os ativos intangíveis relacionados ao Capital *Alumni* de um Programa de Pós-Graduação. Esse pilar estabelece as diretrizes para estabelecer o plano de gestão para a identificação e priorização dos indicadores relacionados aos ativos intangíveis. Essas ações buscam respostas quanto aos impactos dos ativos intangíveis nos Programas de Pós-Graduação e na sociedade.

A missão, a visão e os objetivos do Programa de Pós-Graduação a longo prazo contidos no planejamento estratégico, combinados com os quesitos de avaliação de áreas da CAPES, influenciam o planejamento das ações de identificação e mensuração dos ativos intangíveis. Portanto, ao se visitar o planejamento estratégico, se permite a identificação dos ativos intangíveis relacionados ao Capital *Alumni*.

Deve-se pensar na forma de identificar os *alumni*, como forma de coletar informações sobre quem são, quais são suas habilidades, quais são seus conhecimentos e qual sua rede de relacionamento. Ao se ter essas informações, também se deve pensar em como desenvolver e manter o relacionamento com os *alumni*, criando relacionamentos que possam ser construtivos aos *alumni* e ao PPG, com encontros, mentoria, criação de grupos de pesquisa, entre outros. Dessa forma, aplicando os conhecimentos e habilidades do Capital *Alumni* do PPG.

De posse da identificação dos indicadores sobre o Capital *Alumni*, possibilita-se a priorização de quais indicadores devem ser respondidos e se estabelece um plano de mensuração. Esse plano de mensuração representa o artefato de entrada para a construção de um sistema de indicadores para mensuração e monitoramento dos ativos relacionados ao Capital *Alumni*.

Em uma visão geral, este pilar de gestão orienta a criação de um catálogo de ativos intangíveis a se monitorar a partir do planejamento estratégico do PPG. Além disso, permite estabelecer uma estratégia de mensuração e uma estratégia de monitoramento que a gestão deve

fazer ao seu Capital *Alumni*. Ao se chegar no resultado da mensuração desses ativos, deve-se pensar no processo de ações corretivas quando necessárias e orientar a divulgação do relatório dos ativos intangíveis, incluindo a construção do relatório sobre os *alumni* do programa para responder os quesitos avaliatórios da CAPES.

As respostas objetivas geradas com o auxílio dos demais pilares da solução teórica proposta (*i.e.*, mensuração, projeção e prescrição) ajudam a orientar a revisão do planejamento estratégico do programa e a revisão dos indicadores que se deve mensurar, com planejamento de ações futuras. Essa combinação dos pilares permite a definição de um processo incremental, onde o resultado de cada pilar influencia os demais.

#### 4.1.3.2 Mensuração

O segundo pilar desta solução teórica tem o apoio da base de conhecimento da Ciência de Dados que propõe mensurar os ativos intangíveis relacionados ao Capital *Alumni*. Como artefato de apoio, se têm o plano de mensuração. O plano de mensuração fornece os indicadores que deverão ser respondidos de forma objetiva, com relatórios e *dashboards* (*i.e.*, painéis gráficos). Para os indicadores que precisam ser respondidos com análises preditivas e prescritivas, este pilar fornece a orientação de quais os dados, informações e indicadores são necessários para suporte às demandas analíticas.

Esse pilar recomenda a construção de resultados comparáveis aos tradicionais sistemas de *Business Intelligence*. Esses resultados ajudam a entender o que está acontecendo e o que aconteceu com o Capital *Alumni* do Programa de Pós-Graduação. É importante destacar que as tecnologias e as metodologias atuais de Ciência de Dados absorveram as etapas de construção de sistemas utilizando as técnicas de *Business Intelligence*. Essa constatação pode ser vista na seção 2.1.3.1, especialmente na Figura 7, que apresenta a evolução dos sistemas de suporte à decisão com a visão contemporânea da Ciência de Dados.

Para entregar os resultados da mensuração dos indicadores do Capital *Alumni*, se prevê a identificação das fontes de dados (*e.g.*, repositórios de dados como base de dados ou *data lakes*) que possam entregar os dados e informações necessários para responder aos indicadores desejados. Além disso, se prevê a análise, coleta e integração dos dados e a construção ou utilização de estruturas para visualização desses indicadores. Assim, permitindo ao coordenador do Programa de Pós-Graduação acessar, analisar e visualizar dados de várias fontes, com o objetivo de ajudar a entender como está o Capital *Alumni* no programa.

Como resultado deste pilar, se têm os relatórios e *dashboards* que são visitados no pilar de gestão para mensuração e monitoramento dos indicadores relacionados ao Capital *Alumni*. Com esses resultados, será possível realizar análises descritivas que fornecem uma visão sobre o que aconteceu ou está acontecendo com base em dados históricos, técnicas estatísticas descritivas e visualização de dados e informações com gráficos relatórios. Neste pilar, as técnicas estatísticas se concentram em medidas de tendência central (*e.g.*, média, mediana e moda) e em medidas de dispersão (*e.g.*, desvio padrão e variância). Os demais resultados orientados nesse pilar como bases de dados ou *data lakes*, gerados no processo de coleta e integração de dados e informações, serão artefatos utilizados nos demais pilares de projeção e prescrição.

#### 4.1.3.3 Projeção

No terceiro pilar desta solução teórica se têm a aplicação da análise preditiva com o apoio da base de conhecimento da Ciência de Dados. A análise preditiva tem como objetivo determinar o que é provável que aconteça no futuro e por que pode acontecer com base em dados e informações históricas. Técnicas estatísticas inferenciais e o aprendizado de máquina ajudam a criar previsões sobre o que pode acontecer no futuro com os ativos intangíveis relacionados ao Capital *Alumni* dos Programas de Pós-Graduação.

A análise preditiva é baseada em técnicas estatísticas e em outras técnicas mais recentes que se enquadram na categoria geral de mineração de dados e mineração de textos. Diversas técnicas podem ser usadas no desenvolvimento das análises preditivas, incluindo algoritmos de classificação e clusterização. Esse pilar, desse modo, deve orientar em alto nível como se realizar uma análise preditiva e quais técnicas de forma geral podem contribuir com a projeção.

Por exemplo, pode-se usar técnicas de classificação como regressão logística, modelos de árvore de decisão e redes neurais para prever qual será o número produções bibliográficas e técnicas produzidas por *alumni* da IES. Essa análise ajuda a entender se há uma tendência de alta ou queda nos números a longo prazo. Algoritmos de clusterização podem ser usados para segmentar as produções dos *alumni* em diferentes grupos temáticos. Esses grupos podem ajudar a identificar tendências de linhas de pesquisas que podem ser exploradas pelo Programa de Pós-Graduação em seus grupos de pesquisa ou disciplinas.

Este pilar de projeção se utiliza dos resultados da análise, coleta e integração dos dados e a construção ou utilização de estruturas para visualização desses indicadores que são

orientados no pilar de mensuração. A partir das análises descritivas da solução teórica proposta, se estabelece um plano para criar as análises preditivas com o auxílio dos modelos estatísticos e de aprendizado de máquina para se chegar às previsões de futuro.

Essas previsões ajudam a gestão com informações sobre tendências futuras, riscos e oportunidades, permitindo que o Programa de Pós-Graduação tome decisões embasadas quanto ao seu *Capital Alumni*. Além disso, a identificação desses cenários permite a criação de regras e orientações para a criação das análises prescritivas que serão elaboradas com a orientação do pilar de prescrição.

#### 4.1.3.4 Prescrição

No quarto pilar da solução teórica se tem o uso da análise prescritiva com o apoio da base de conhecimento da Engenharia de Conhecimento. A análise prescritiva se concentra em fornecer recomendações como apoio à tomada de decisão para se atingir objetivos específicos. Essencialmente, envolve o uso de um modelo analítico para ajudar a orientar com recomendações um tomador de decisão ou para automatizar partes desse processo de decisão.

Embora exista situações em que se pode usar da experiência e da intuição para tomar decisões, é mais provável que uma decisão apoiada por respostas de análises com *insights* descritivos, preditivos e prescritivos sejam mais assertivas. Ainda assim, nesses casos em que a tomada de decisão é feita a partir da intuição e da experiência, se pode explicitar o conhecimento envolvido nessa tomada de decisão em algum modelo de conhecimento para o compartilhamento e seu uso futuro.

A análise prescritiva requer um trabalho mais elaborado com informações enriquecidas e conhecimento. Os relatórios e painéis gráficos orientados a partir do pilar de mensuração, enriquecidos com tendências de futuro, a partir dos modelos de regressão e aprendizado de máquina com o pilar de projeção, podem fornecer a base de conhecimento para a construção de regras e ações a serem tomadas. As recomendações de especialistas no domínio podem ser modeladas e automatizadas em sistemas especialistas com foco em tarefas intensivas em conhecimento.

Na análise prescritiva, a Engenharia do Conhecimento é usada para modelar essas decisões com base em regras de negócio, conceitos e taxonomias existentes. Além disso, a EC pode ser utilizada para se construir sistemas especialistas, que mapeiam o conhecimento existente e recomendam ações objetivas. Assim, um processo decisório pode ser treinado com dados históricos para gerar recomendações a partir do conhecimento existente.

O conhecimento modelado, além de embasar o Programa de Pós-Graduação com as melhores decisões sobre os ativos intangíveis ligados ao Capital *Alumni*, pode ajudar outros programas que estão em diferentes níveis de maturidade. Esse conhecimento pode ser compartilhado entre outros coordenadores ou novos coordenadores do Programa de Pós-Graduação, ajudando na Gestão do Conhecimento do PPG. O resultado das análises orientadas pelos pilares de mensuração, projeção e prescrição podem influenciar o planejamento estratégico. Portanto, deve-se pensar no uso incremental desses pilares para reavaliar o planejamento estratégico e plano de gestão, mensuração e monitoramento ativos intangíveis ligados ao Capital *Alumni*.

#### 4.2 *FRAMEWORK* PROPOSTO

Com base nos constructos da solução teórica, apresenta-se nesta seção o *framework* proposto. Os elementos do ambiente, da base de conhecimento e os pilares da solução teórica orientaram sua construção. Assim, este *framework* fornece um guia para a gestão do Capital *Alumni* de programas em pós-graduação, e se baseia nas teorias da Ciência de Dados e Engenharia do Conhecimento para mensurar esse elemento do Capital Intelectual e criar análises descritivas, preditivas e prescritivas sobre os ex-alunos. O nome escolhido para este *framework* foi ACDK, acrônimo para *Alumni Capital Data and Knowledge* em inglês, cuja descrição em português pode ser traduzida como “Dados e Conhecimento sobre o Capital *Alumni*”.

Nesta tese, destaca-se o conceito de *framework* baseado na teoria da DSR, como apresentado no Quadro 14. Os *frameworks* são considerados guias reais ou conceituais que oferecem suporte às atividades ou que, de forma geral, orientam quais atividades devem ser realizadas. Podem ser aplicados em diferentes categorias de trabalho, onde é necessária uma visão geral. São usados para fazer distinções conceituais e organizar ideias, constituindo estruturas conceituais que capturam algo real e o fazem de maneira fácil de lembrar e aplicar.

Nesse contexto, o ACDK propõe o caminho comum para explorar os ativos intangíveis relacionados aos *alumni*, de modo a instrumentalizar os PPGs com informações sobre as relações com seus ex-alunos, como a satisfação com a formação obtida, a realização financeira, prêmios recebidos, produções intelectuais e técnicas criadas em conjunto, participação em grupos de pesquisa, posições ocupadas na academia, setor público e privado, além de permitir outras análises, de acordo com o seu planejamento estratégico. Essas ações para mensurar o Capital *Alumni* permitem que o PPG valorize sua relação com um dos seus ex-

alunos e crie ações de aproximação, ao mesmo tempo em que permite responder de forma mais eficiente aos requisitos avaliatórios das áreas de avaliação da CAPES em seus processos de avaliação de programas.

O primeiro pilar da solução teórica proposta é a gestão. Apoiada pela teoria do Capital Intelectual, este pilar busca orientar o coordenador de um PPG a pensar de forma estratégica sobre quais são os ativos ligados aos *alumni* que se deve gerenciar e como se deve fazer para analisar esses ativos de forma assertiva. Este pilar, quando pensado em um guia de atividades, se traduz em processos de planejamento, mensuração, análise, avaliação e comunicação.

O pilar de mensuração da solução teórica proposta orienta o coordenador do PPG a pensar em como mensurar os ativos intangíveis sobre o Capital *Alumni*. Dessa forma, apoiado pela Ciência de Dados, se tem a construção de uma base de dados ou *data lakes* para a geração de relatórios e *dashboards*. Esse pilar, quando pensado em um guia de atividades, se traduz em atividades específicas no processo de mensuração que é orientado pela gestão. Como resposta, pode-se entender o que está acontecendo com os ativos intangíveis ligados aos *alumni* e porque está acontecendo. Esse pilar, permite ao coordenador do PPG ter informações preciosas sobre o seu Capital *Alumni*, que poderão ser utilizadas para entender e melhorar a relação com os seus *alumni* e melhorar o planejamento estratégico do PPG.

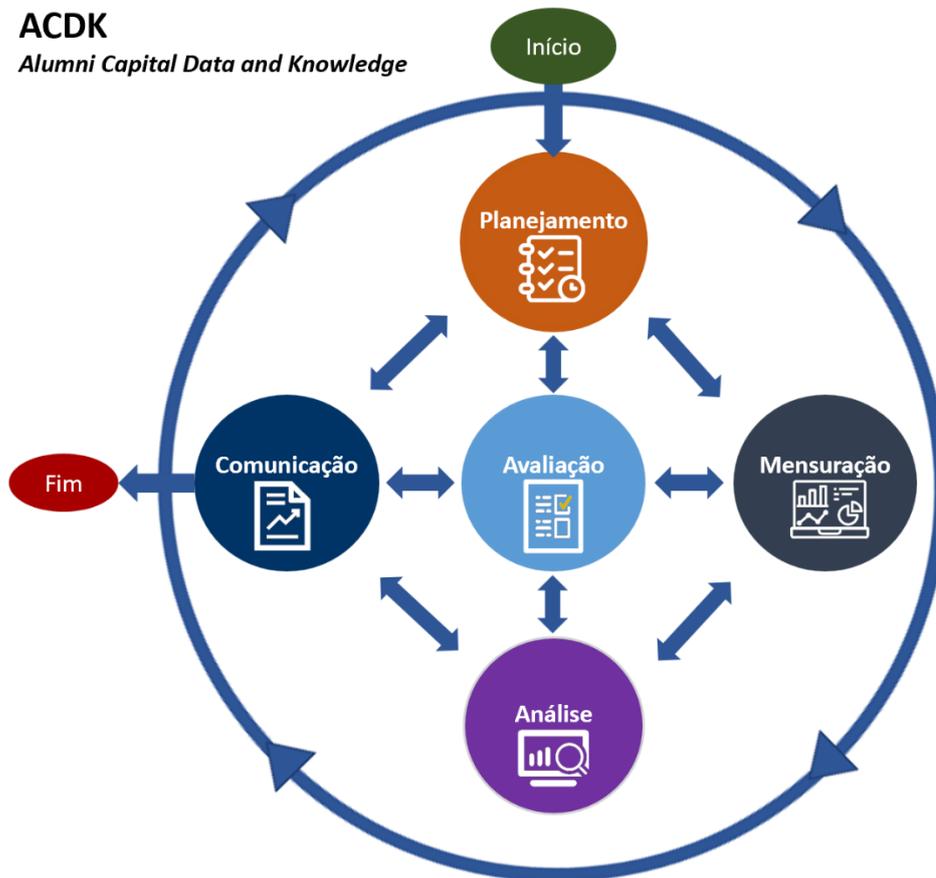
O pilar de projeção, quando traduzido em atividades, orienta o coordenador a buscar formas de entender o que vai acontecer com o Capital *Alumni* do PPG e porque vai acontecer. Apoiado pela teoria da Ciência de Dados, esse pilar se materializa em atividades de análise no processo de gestão. Os resultados obtidos ajudam o coordenador a projetar e entender o impacto de determinadas ações ou projetar eventos e consequências futuras.

Como último pilar, a prescrição orienta o coordenador de PPG a buscar melhores formas de recomendar ações sobre o Capital *Alumni* do PPG, e o que se deve fazer e porque se deve fazer. Apoiado pela teoria da Engenharia do Conhecimento, mas que também pode se utilizar da Ciência de Dados, esse pilar se materializa em atividades de análise no processo de gestão, assim como ocorre com o pilar de projeção.

Assim, a partir desses pilares, chegou-se ao processo geral do *framework* que é apresentado na Figura 30. O ACDK guia as atividades de planejamento, mensuração, análise, avaliação e comunicação relacionadas ao Capital *Alumni* do PPG. O passo comum para início das atividades suportadas pelo *framework* é o processo de planejamento. Além disso, a sequência padrão seria executada nos processos de mensuração, análise, avaliação e comunicação, sendo o processo comunicação o último executado. No entanto, o *framework*

permite que diferentes processos possam ser acionados conforme a necessidade. O uso interativo desses processos é previsto, não tendo um fim necessariamente.

Figura 30 – Visão dos processos do *framework* ACDK



Fonte: elaborado pelo autor.

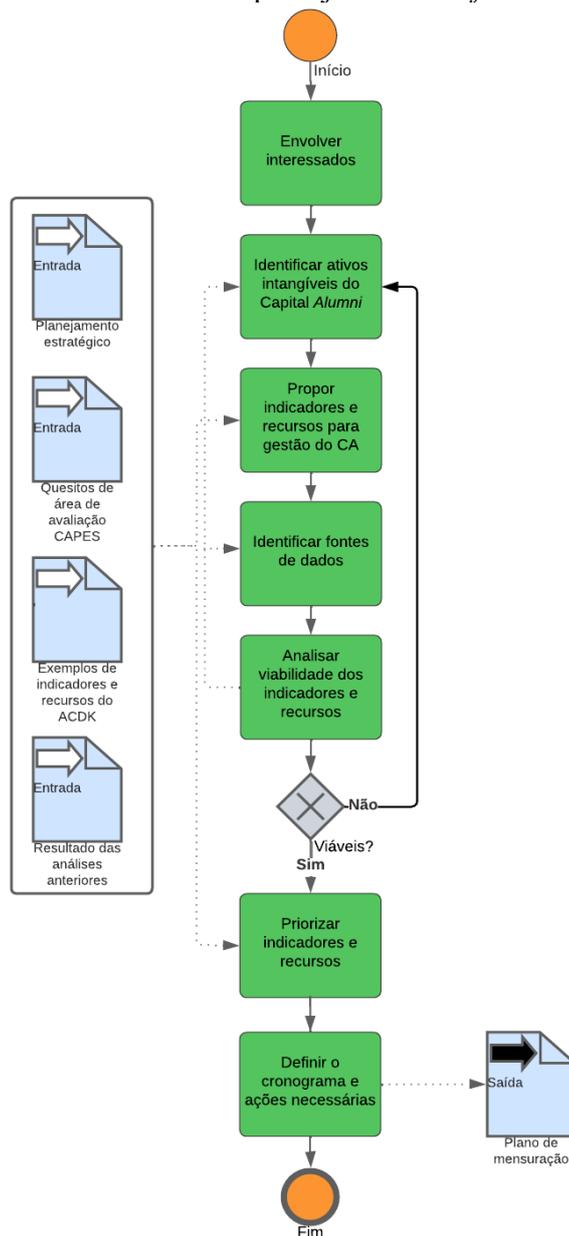
As seções a seguir descrevem as atividades de cada um dos processos. Foi escolhida a notação de modelagem de processos de negócio chamada BPMN, conforme pode ser visto na seção 3.2.2.4. A visão geral apresenta os marcos de início e fim conforme orientam as boas práticas da BPMN. Embora a Figura 30 do AC DK utilize os elementos da notação BPMN, ela abstrai algumas orientações para a criar uma imagem mais clara e objetiva como visão geral. Adicionalmente, essa visão geral foi inspirada nas figuras das metodologias CRISP-DM e TDSP (ver seção 2.1.3.3). No detalhamento de cada processo, as orientações da notação BPMN são seguidas integralmente. O detalhamento segue o modelo que descreve as entradas, saídas e tarefas de cada processo.

#### 4.2.1 Planejamento

O planejamento corresponde a um dos processos mais importantes do *framework* AC DK, pois garante o direcionamento das ações de forma eficaz, focada em resultados

tangíveis e mensuráveis sobre o Capital *Alumni* dos PPGs. Neste processo ilustrado na Figura 31, é necessário pensar nas ações objetivas para mensurar os ativos intangíveis relacionados aos *alumni*, quais ativos devem ser mensurados, quais indicadores e recursos (e.g., relatório com lista dos *alumni*) devem ser propostos, quais fontes de informação relevantes devem ser estudadas e qual será a alocação dos recursos para garantir esses objetivos.

Figura 31 – Processo de planejamento do *framework* ACDK



Fonte: elaborado pelo autor.

#### 4.2.1.1 Entradas

Esta seção descreve os artefatos de entrada para o processo de planejamento. O planejamento deve considerar uma série de artefatos de entrada para orientar as decisões e

tarefas detalhadas na sequência. Os artefatos observados no ACDK para o planejamento são: o Planejamento estratégico, os Quesitos de área de avaliação da CAPES, Exemplos de indicadores do ACDK e os Resultados das análises anteriores (quando houver). O coordenador do PPG deve avaliar a necessidade de incluir mais artefatos para propor os indicadores e recursos relacionados ao Capital *Alumni*, como, por exemplo, o relatório de avaliações do PPG da CAPES, histórico de iniciativas anteriores de mapeamento dos *alumni*, sistemas de indicadores disponíveis para o PPG, sistemas de gestão acadêmica com informações dos *alumni*, informações preenchidas na Plataforma Sucupira, entre outros.

#### 4.2.1.1.1 Planejamento estratégico

O artefato do Planejamento estratégico (PE) define os objetivos, metas e ações que o PPG deve realizar para alcançar sua visão e missão. Esse artefato reflete as ações necessárias para melhorar o PPG, incorporando o planejamento para o futuro e contemplando suas vocações. Um elemento importante no PE, recomendado pela CAPES, é a autoavaliação. Os resultados das ações de gestão do Capital *Alumni* que extrapolam os quesitos avaliatórios da CAPES podem ser refletidos no PE e considerados como ações de autoavaliação.

#### 4.2.1.1.2 Quesitos de área de avaliação da CAPES

Os documentos de área de avaliação da CAPES estabelecem os critérios e procedimentos que permitem avaliar e comparar o desempenho dos programas em diferentes áreas do conhecimento. Atualmente, a CAPES conta com 49 áreas de avaliação. O formato atual desses documentos de área, disponíveis no site da CAPES<sup>56</sup>, conta com dois documentos: a) documento de área e b) ficha de avaliação. O documento de área traz considerações sobre o estado da arte da área de avaliação e considerações sobre o que se planeja de futuro para a área. A ficha de avaliação, por sua vez, estabelece os critérios de avaliação dos PPGs, e são divididos em quesitos/itens de programa, formação e impacto na sociedade. A ficha de avaliação é o documento que ajuda a estabelecer as prioridades de ações quanto à gestão do Capital *Alumni* por mapear indicadores e ações relacionadas aos egressos dos PPGs. Nesta tese, todos os quesitos/itens das 49 áreas de avaliação que mencionam egressos foram mapeados no Apêndice C. Este apêndice apresenta a análise das fichas de avaliação e resume os quesitos/itens por área de avaliação e modalidade do programa (acadêmico ou profissional).

---

<sup>56</sup> Documentos de área. Disponível em: <https://www.gov.br/capes/pt-br/acesso-a-informacao/acoes-e-programas/avaliacao/sobre-a-avaliacao/areas-avaliacao/sobre-as-areas-de-avaliacao/sobre-as-areas-de-avaliacao>.

#### 4.2.1.1.3 Exemplos de indicadores e recursos do ACDK

O ACDK fornece exemplos de indicadores e recursos para a gestão do Capital *Alumni* em Programas de Pós-Graduação com base na literatura existente. Esses exemplos são extraídos de modelos de mensuração do Capital Intelectual em IES e servem para orientar na definição de quais recursos e indicadores podem ser analisados sobre o Capital *Alumni*. Não há a pretensão de explorar esses exemplos em exaustão, já que cada programa pode ter uma necessidade específica e pode criar seus próprios indicadores e recursos. Além disso, a área de avaliação do PPG estabelece quais indicadores o programa deve priorizar e as fontes de dados podem ser limitantes nesses cenários. É importante notar que há uma diferença entre os indicadores e recursos pensados para a gestão do Capital *Alumni* no ACDK. Enquanto os indicadores correspondem a medidas quantitativas ou qualitativas (*e.g.*, escala Likert) que refletem o desempenho ou evolução de um determinado ativo intangível, os recursos estão ligados a funções específicas de sistemas que ajudam na gestão dos *alumni* sem necessariamente refletir medidas. A seguir, apresenta-se uma lista de exemplos indicadores extraídos da literatura. Na instância do ACDK, essa lista é expandida a partir dos indicadores encontrados nas áreas de avaliação da CAPES.

- Número total de *alumni*
- Distribuição demográfica dos *alumni*
- Cargos ocupados pelos *alumni*
- Idade média dos *alumni* após a formação
- *Alumni* trabalhando após seis meses a formação
- *Alumni* trabalhando após a formação
- *Alumni* satisfeitos com a formação recebida PPG
- *Alumni* com reclamações sobre o PPG
- *Alumni* com cargos na IES
- *Alumni* como professores na IES
- *Alumni* em instituições de ensino
- *Alumni* em iniciativas privadas
- *Alumni* em cargos de liderança
- *Alumni* em cargos de pesquisa
- *Alumni* em cargos políticos

#### 4.2.1.1.4 Resultado das análises anteriores

Os resultados das análises anteriores levam em conta as iniciativas anteriores para a gestão do Capital *Alumni*, incluindo pesquisas de mapeamento dos *alumni*, sistemas de indicadores existentes, sistemas de gestão acadêmica, informações da Plataforma Sucupira, resultados da execução do ciclo completo do AC DK (com mensuração, análise, avaliação e comunicação), *insights* gerados a partir das análises descritivas, preditivas e prescritivas, e outros artefatos que possam impactar o plano de mensuração com novos indicadores, fontes de dados ou formas de mensurar os ativos intangíveis ligados aos *alumni*.

#### 4.2.1.2 Saídas

Esta seção apresenta o artefato de saída do planejamento. As saídas deste processo do AC DK convergem para o Plano de mensuração. Embora outras saídas possam ser geradas, o AC DK prevê a criação de um plano global que será o artefato de entrada para os demais processos. A seguir, detalha-se o Plano de mensuração como o artefato de saída.

##### 4.2.1.2.1 Plano de mensuração

O plano de mensuração deve considerar os indicadores do Capital *Alumni* mapeados e priorizados pelo coordenador do PPG em conjunto com o colegiado. Além disso, na elaboração deste plano, é importante considerar o objetivo de cada indicador e os recursos propostos, a ação estratégica que orienta a criação do recurso e do indicador, as fontes de informação que podem ser usadas para o processo de mensuração, a complexidade e a viabilidade para criar os indicadores e os recursos, e qual quesito de área de avaliação o recurso ou indicador ajuda a responder.

#### 4.2.1.3 Tarefas

Esta seção descreve as tarefas do processo de planejamento. O planejamento inclui as tarefas para identificar ativos intangíveis, propor indicadores e recursos, identificar fontes de dados, analisar a viabilidade dos indicadores, priorizar os indicadores e recursos e definir um cronograma e ações para implementação do plano de mensuração. Cada tarefa é detalhada na sequência.

#### 4.2.1.3.1 Envolver interessados

A primeira tarefa deste processo consiste em envolver os interessados de forma adequada no planejamento. Comumente, os responsáveis pela gestão do PPG são chamados de membro do colegiado e discutem ações importantes relacionadas ao PPG. Além do coordenador do PPG, que deve conduzir a execução do processo de planejamento, os interessados podem ser: professores do PPG, funcionários da IES como equipe administrativa ou equipe de TI, discentes que estão realizando algum tipo de atividade acadêmica, pesquisadores sobre o assunto e, eventualmente, *alumni* que possam ajudar nesse processo de identificação e mensuração do Capital *Alumni* do PPG.

#### 4.2.1.3.2 Identificar ativos intangíveis

A definição do Capital *Alumni* está descrita na seção 2.3.2 e destaca o valor intangível que reside nas relações com seus *alumni*, como a satisfação com a formação obtida e com sua realização financeira, prêmios e destaques recebidos após a formação, a produção intelectual e técnica produzida em conjunto, a representatividade de posições ocupadas na academia, setor privado ou público, a formação recorrente na instituição de ensino, a participação em comissões, conselhos ou grupos de pesquisa, a doação ou patrocínio de ações e demais relações que construam laços com seus ex-alunos. Portanto, essa definição ajuda a entender quais são os ativos intangíveis do Capital Intelectual, no contexto dos *alumni* em PPGs, que podem ser geridos pelo Programa de Pós-Graduação. Essa definição funciona como um guia para observação dos ativos intangíveis do Capital *Alumni*, mas os PPGs não devem se limitar a ela. A seguir, apresenta-se uma lista de perguntas que podem ser discutidas no colegiado do PPG para se pensar de forma mais abrangente nos ativos intangíveis do Capital *Alumni*.

- Como manter o contato com os *alumni* e acompanhá-los em sua carreira profissional?
- Como identificar e atender às necessidades dos *alumni* com recursos e serviços que agreguem valor à sua formação?
- Como criar oportunidades para conectar os *alumni* em uma comunidade?
- Como utilizar uma comunidade *alumni* para identificar novas oportunidades de parcerias e negócios?
- Como analisar comunidade *alumni* para obter informações sobre a reputação do PPG ou IES?

- Como envolver os *alumni* no desenvolvimento e aprimoramento de disciplinas e linhas de pesquisas do PPG?

#### 4.2.1.3.3 Propor indicadores e recursos

A partir das entradas do processo de planejamento - Planejamento Estratégico, Quesitos de área de avaliação da CAPES, Exemplos de indicadores e recursos do ACDK, Resultado das análises anteriores (quando houver) - e das respostas obtidas na realização da tarefa de identificação dos ativos intangíveis, cria-se ou atualiza-se o documento do Plano de mensuração com as propostas de indicadores e/ou recursos que fornecerão insumos para a gestão do Capital *Alumni* do PPG.

#### 4.2.1.3.4 Identificar fontes de dados

A tarefa de identificar as fontes de dados permite ao programa entender quais são as possibilidades de coleta de dados para combiná-las e transformá-las em respostas aos indicadores e recursos propostos. As fontes de dados podem ser bancos de dados próprios do PPG ou da IES, pesquisas e questionários realizados com os *alumni*, dados de plataformas de redes sociais, entre outras fontes. Ao identificar as fontes de dados, também é importante considerar o processo de coleta, armazenamento e análise de dados, e garantir que os dados sejam utilizados de forma ética e responsável. Deve-se pensar no uso das fontes estruturadas, que possuem formato padronizado e organizado, facilitando as tarefas de coleta e transformação dos dados, e das fontes de dados não estruturadas, que possuem formato livre como textos em linguagem natural e podem gerar uma demanda maior para sua transformação e análise. A partir dessa identificação das fontes de dados, deve-se atualizar o Plano de mensuração. A lista a seguir apresenta alguns exemplos de fontes de dados a serem consideradas nesta tarefa.

- Dados Abertos da Plataforma Sucupira
- CV Lattes do CNPq
- Perfil no Google Acadêmico
- Perfil no ResearchGate
- Perfil no LinkedIn
- Indicadores JCR da Clarivate Analytics
- Indicadores SNIP da Elsevier
- Indicadores SJR da SCImago Journal & Country Rank

- Indicadores Qualis Periódicos da CAPES

#### 4.2.1.3.5 Analisar viabilidade dos indicadores e recursos

A tarefa de analisar a viabilidade dos indicadores e recursos permite refletir sobre o que é possível alcançar a partir das fontes de dados mapeadas em relação aos indicadores e recursos propostos. Além disso, é preciso verificar se as propostas de indicadores e recursos realmente auxiliam na gestão do Capital *Alumni*, se estão alinhados com os objetivos estratégicos do PPG e se ajudam na elaboração de relatórios para a avaliação realizada pela CAPES. Nessa tarefa, também é necessário considerar a viabilidade técnica, financeira e operacional na implementação dos indicadores e recursos. O resultado da análise de viabilidade deve ser incorporado ao Plano de mensuração. Se houver necessidade de identificar mais indicadores e recursos, sugere-se voltar à tarefa de identificação dos ativos intangíveis, conforme o fluxo apresentado na Figura 31.

#### 4.2.1.3.6 Priorizar os indicadores e recursos

Após a análise de viabilidade dos indicadores e recursos, deve-se pensar também na sua priorização, que deverá ser incorporada ao Plano de mensuração. Esta tarefa permite avaliar a importância dos indicadores em relação aos objetivos estabelecidos no Plano de mensuração para a gestão do Capital *Alumni* e priorizá-los de acordo com a disponibilidade de recursos para coleta e análise de dados, além da relevância para o PPG. Para auxiliar na seleção dos indicadores e recursos mais relevantes, pode-se utilizar técnicas de priorização, como, por exemplo, a matriz de priorização.

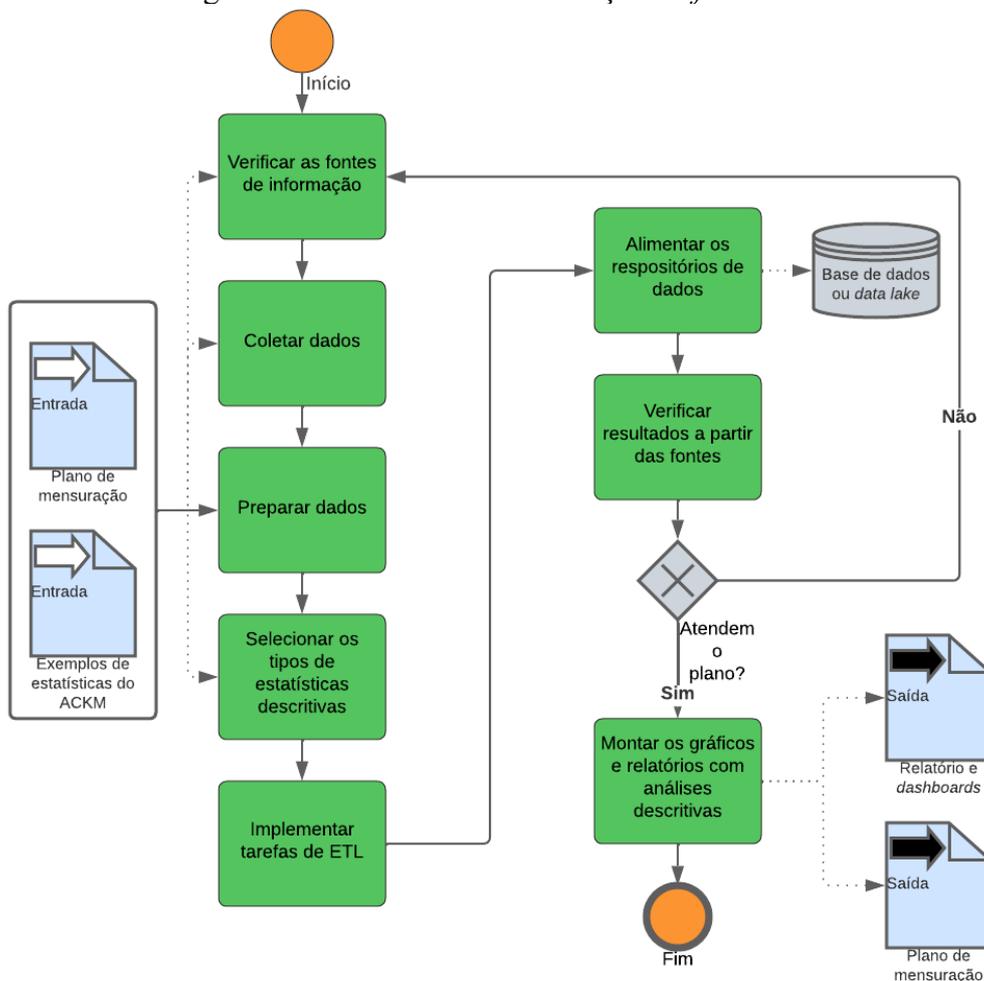
#### 4.2.1.3.7 Definir cronograma e ações

A última tarefa do processo de planejamento consiste em definir o cronograma e as ações para a gestão do Capital *Alumni*. Esse cronograma pode ser definido em alto nível como marcos a serem atingidos, ou pode ser detalhado em nível de tarefas para avançar em um projeto com fluxo completo de ações relacionadas aos *alumni* do PPG. Esta tarefa permite estabelecer prazos e ações concretas para implementar o Plano de mensuração dos recursos intangíveis ligados ao Capital *Alumni*. A partir desta tarefa, deve-se pensar no próximo processo a ser iniciado: mensuração, avaliação ou comunicação.

## 4.2.2 Mensuração

O processo de mensuração corresponde aos processos de aquisição e transformação dos dados que respondem às demandas analíticas relacionadas ao Capital *Alumni* do PPG. Neste processo ilustrado na Figura 32, é necessário verificar se as fontes de informação pensadas no planejamento são adequadas, pensar na tarefa de coleta, preparação e transformação dos dados, criação dos repositórios analíticos e a criação de relatórios. A execução deste processo estabelece os repositórios que serão explorados na análise. A mensuração deve antecipar a criação de variáveis com o uso de estatísticas descritivas para serem incorporadas aos relatórios e *dashboards*.

Figura 32 – Processo de mensuração do *framework* ACDK



Fonte: elaborado pelo autor.

O processo de mensuração corresponde ao estágio de “aquisição e entendimento de dados” da metodologia para Ciência de Dados TDSP. Este processo pode diferir da TDSP em aspectos como a ingestão de dados, exploração de dados e *pipeline* de dados, pois a TDSP orienta a utilização de recursos diretamente em uma arquitetura de nuvem. O ACDK abstrai

essa definição e foca no processo, definindo tarefas que podem ser executadas em uma estrutura local ou em nuvem. O coordenador do PPG e o colegiado, principalmente as pessoas responsáveis por este processo de mensuração, devem considerar os prós e contras de usar a infraestrutura local (*on-premise*) ou em nuvem (*cloud*). A infraestrutura local oferece maior controle e personalização, mas requer um alto investimento inicial e pode ter limitações de escalabilidade, além de uma equipe responsável pela manutenção da estrutura. A infraestrutura em nuvem tem um custo inicial menor, é escalável e flexível, e pode possuir diversas funcionalidades que aceleram o desenvolvimento de soluções, como é apresentado no detalhamento dos processos da TDSP. No entanto, com o passar do tempo e o gerenciamento não adequado da infraestrutura em nuvem, o custo pode ser mais elevado do que a utilização de uma infraestrutura local.

#### 4.2.2.1 Entradas

Esta seção descreve os artefatos de entrada para o processo de mensuração. Os artefatos observados no ACDK para a mensuração são: o Plano de mensuração, os Exemplos de estatísticas descritivas do ACDK e os Exemplos de gráficos do ACDK.

##### 4.2.2.1.1 Plano de mensuração

Este artefato é gerado ou atualizado no processo de planejamento. Ver seção 4.2.1.2.1.

##### 4.2.2.1.2 Exemplos de estatísticas descritivas

As técnicas estatísticas de exemplo se concentram em medidas de tendência central (*e.g.*, média, mediana e moda) e medidas de dispersão (*e.g.*, desvio padrão e variância). Essas estatísticas descritivas ajudam a resumir e descrever as características dos dados coletados durante o processo de mensuração do Capital *Alumni*. A escolha adequada das estatísticas descritivas contribui para a obtenção de resultados mais precisos e confiáveis no processo de mensuração, pois facilitam a compreensão dos dados e ajudam a identificar padrões e tendências que indicam também a qualidade da coleta de dados realizada.

As estatísticas descritivas, descrevem as características básicas dos dados, geralmente uma variável de cada vez. Por meio de fórmulas e agregações numéricas, as estatísticas descritivas resumem os dados de tal forma que, muitas vezes, padrões significativos e facilmente compreensíveis emergem do estudo. Embora seja muito útil na análise de dados e muito popular entre os métodos estatísticos, as estatísticas descritivas não permitem fazer

conclusões (ou inferências) além da amostra dos dados que estão sendo analisadas, como ocorre nas análises preditivas e prescritivas. É simplesmente uma maneira de caracterizar e descrever os dados, sem fazer conclusões (inferências ou extrapolações). Os exemplos a seguir foram extraídos do livro “*Analytics, Data Science, & Artificial Intelligence: Systems for Decision Support*” de Sharda, Delen e Turban (2020).

**Medidas de Tendência Central** são métodos matemáticos pelos quais se estima ou descreve a posição central de uma determinada variável de interesse. A seguir são apresentados os tipos, sendo a média a mais comumente utilizada.

- Média: é a medida de tendência central mais utilizada e representa o valor médio dos dados coletados.
- Mediana: é a medida de tendência central que representa o valor central dos dados coletados.
- Moda: é a medida de tendência central que representa o valor mais frequente dos dados coletados.

**Medidas de Dispersão** são métodos matemáticos usados para estimar ou descrever o grau de variação em uma determinada variável de interesse.

- Intervalo: é uma medida mais simples de dispersão. É a diferença entre os maiores e menores valores em um determinado conjunto de dados.
- Variância da amostra: é um método usado para calcular o desvio de todos os pontos de dados em um determinado conjunto de dados em relação à média. Quanto maior a variância, mais os dados estão espalhados a partir da média e maior é a variabilidade que se pode observar na amostra de dados.
- Desvio padrão: é uma medida da dispersão que indica a variabilidade dos dados em relação à média.
- Desvio médio absoluto: é uma medida da dispersão dos dados em um conjunto de dados. É calculado pela média das distâncias absolutas entre cada ponto de dados e a média do conjunto de dados.
- Quartis: dividem um conjunto de dados em quatro partes iguais. O primeiro quartil é o valor abaixo do qual 25% dos dados estão localizados, o segundo quartil é a mediana, que divide os dados em duas partes iguais, e o terceiro quartil é o valor abaixo do qual 75% dos dados estão localizados.

#### 4.2.2.1.3 Exemplos de gráficos

Os gráficos e diagramas são ferramentas úteis na análise e apresentação de dados, e há uma variedade de tipos que são recomendados para diferentes finalidades. Alguns gráficos ou diagramas são mais apropriados para responder a determinados tipos de perguntas. A seguir, é apresentada uma breve descrição dos tipos de gráficos e diagramas comumente encontrados nas ferramentas de análise de dados e os tipos de perguntas para as quais são mais adequados. Os exemplos a seguir foram extraídos do livro “*Analytics, Data Science, & Artificial Intelligence: Systems for Decision Support*” de Sharda, Delen e Turban (2020). Uma taxonomia para escolha dos gráficos pode ser encontrada em “*Chart Suggestions*”<sup>57</sup>.

- Gráfico de linha: usado para visualizar mudanças ou tendências ao longo do tempo com dados de séries temporais.
- Gráfico de barras: eficaz para dados nominais ou numéricos divididos em categorias. Compara dados em diferentes categorias e pode ser vertical, horizontal ou empilhado.
- Gráfico de pizza: usado para mostrar proporções relativas de uma medida específica. Apenas apropriado para mostrar poucas categorias.
- Gráfico de dispersão: usado para explorar a relação entre duas ou três variáveis. Efetivo para explorar tendências, concentrações e *outliers*.
- Gráfico de bolhas: uma versão avançada do gráfico de dispersão, permitindo que a variação no tamanho e cor das bolhas adicione dimensões adicionais.
- Histograma: usado para mostrar a distribuição da frequência de uma ou várias variáveis. Examinando a forma da distribuição, pode-se ver se os dados estão normalmente ou exponencialmente distribuídos.
- Gráfico de Gantt: usado para mostrar o cronograma de um projeto, tarefas, atividades, durações e sobreposições.
- Mapa geográfico: usado para mostrar dados com informações de localização.
- Gráfico de “balas”: usado para mostrar o progresso em direção a uma meta.
- Mapa de calor: usado para ilustrar a comparação de valores contínuos por meio de cores.

---

<sup>57</sup> Chart Suggestions. Disponível em: <https://extremepresentation.typepad.com/files/choosing-a-good-chart-09.pdf>.

- Tabela com realce: usada para mostrar a interseção de dados por meio de cores e números.
- Treemap: exibe dados hierárquicos em um conjunto de retângulos aninhados, cada um representando um ramo da árvore.

#### 4.2.2.2 Saídas

Esta seção apresenta os artefatos de saída do processo de mensuração. As saídas do processo de mensuração do ACDK são: Banco de dados ou *data lake*, Relatórios e *dashboards* e Plano de mensuração. A seguir, detalha-se os artefatos previstos.

##### 4.2.2.2.1 Banco de dados ou *data lake*

Este artefato é produzido para armazenar os dados ingeridos e explorados durante a execução do processo de mensuração. A base de dados é uma estrutura bem definida, com tabelas, campos e relacionamentos preestabelecidos, o que permite o acesso rápido e preciso aos dados. Banco de dados mais modernos como o PostgreSQL permite a criação de colunas com campos de dados em formato JSON, que facilitam o armazenamento de dados sem uma estrutura rígida. O *data lake*, por sua vez, é uma coleção de dados não estruturados, que podem ser armazenados em qualquer formato e sem uma estrutura definida. Essa abordagem permite a coleta de todos os tipos de dados, independentemente de sua fonte, formato ou tamanho, e é especialmente útil para análises em larga escala. A escolha da estrutura dependerá das decisões técnicas do colegiado e estará relacionada com a escolha da infraestrutura local ou em nuvem. A TDSP, por exemplo, apresenta outras tecnologias em nuvem como arquivos *blob* e outros tipos de bancos noSQL. O artefato gerado neste processo, independentemente da tecnologia, deverá suportar as análises descritivas, preditivas e prescritivas previstas no processo de análise.

##### 4.2.2.2.2 Relatórios e *dashboards*

Os relatórios e *dashboards* (painéis gráficos) permitem ao coordenador do PPG e ao colegiado compreender e analisar os dados coletados e trabalhados no processo de mensuração. Este artefato permitirá observar se os indicadores e recursos relacionados ao Capital *Alumni* do programa foram corretamente mensurados e apresentados. Este artefato é gerado a partir da base de dados ou *data lake* produzidos na execução do processo de mensuração e incluem gráficos, tabelas, mapas e outras visualizações que ajudam a validar o conteúdo gerado. A

partir desse ponto, é possível identificar tendências, padrões e *insights* com os dados mensurados que suportarão diferentes análises. Os relatórios e *dashboards* são uma importante ferramenta para a tomada de decisões e para a avaliação da eficácia das estratégias adotadas para a gestão do Capital *Alumni*.

#### 4.2.2.2.3 Plano de mensuração

No processo de mensuração, este artefato é atualizado com os ajustes de fonte de informação para os indicadores propostos, com os gráficos e *dashboards* propostos e com observações de viabilidade e qualidade das fontes de informação ingeridas e exploradas.

#### 4.2.2.3 Tarefas

Esta seção descreve as tarefas do processo de mensuração. O processo de mensuração inclui as tarefas de verificação das fontes de informação, de coleta e preparação dos dados, de seleção dos tipos de estatísticas descritivas a serem utilizadas, de implementação de tarefas de ETL, de alimentação dos repositórios de dados, de verificação dos resultados a partir das fontes, e de montagem de gráficos e relatórios. Cada uma dessas tarefas orienta a coleta e manipulação de dados para a mensuração dos ativos intangíveis do Capital *Alumni*.

##### 4.2.2.3.1 Verificar as fontes de informação

Esta tarefa consiste em avaliar as fontes de informação disponíveis para a coleta de dados, verificando se elas são relevantes e completas para a análise dos ativos do Capital *Alumni*. Trata-se de uma etapa com um olhar crítico para obter conhecimento das fontes de dados disponíveis e verificar o potencial dessas fontes para responder aos indicadores e recursos propostos no Plano de mensuração. Na metodologia TDSP, esta tarefa está relacionada ao entendimento dos dados, que envolvem a análise das fontes de dados, verificando se atendem aos requisitos do projeto. Essa tarefa é fundamental para garantir a viabilidade da coleta de dados.

##### 4.2.2.3.2 Coletar dados

Esta tarefa consiste na coleta propriamente dita das fontes de dados, e envolve a definição de métodos e procedimentos para garantir a confiabilidade das informações obtidas. É importante que a coleta de dados considere as particularidades de cada fonte. Em alguns casos, é possível coletar os dados diretamente de *web services* ou APIs, que podem fornecer

informações atualizadas e em tempo real. Em outros casos, pode ser necessário utilizar técnicas de *web-scraping* para extrair informações de páginas web ou fazer o download de bases de dados. A escolha da forma de coleta de dados pode ser complexa, uma vez que cada fonte de informação possui particularidades a serem consideradas. É preciso avaliar se os dados são atualizados com frequência, se a fonte de dados é confiável, se há alguma restrição legal ou regulatória na coleta dos dados, entre outras questões relevantes. Além disso, é importante definir os métodos de coleta de dados que melhor atendam às necessidades do PPG, considerando fatores como custo, tempo e qualidade. Os dados coletados podem ser gravados no banco de dados ou no *data lake* conforme definição da equipe técnica envolvida. No entanto, esses dados são considerados dados brutos e ainda não estão prontos para serem utilizados na montagem de gráficos, relatórios e recursos. Na metodologia TDSP, esta tarefa está relacionada à etapa de ingestão de dados.

#### 4.2.2.3.3 Preparar dados

Esta tarefa tem como objetivo garantir a qualidade e a consistência dos dados coletados, de modo que possam ser utilizados na mensuração dos ativos intangíveis ligados ao Capital *Alumni*. Esta tarefa envolve a limpeza e organização dos dados, a padronização das informações, a eliminação de duplicatas e erros, e a junção de dados semelhantes. Também é possível implementar a junção de dados de perfis de um ex-aluno proveniente de diferentes fontes (e.g., CVLattes, ResearchGate, Google Acadêmico, LinkedIn). É importante que os dados estejam em um formato adequado para um trabalho de derivação de informações, o que pode envolver a transformação de dados em diferentes formatos ou a criação de novas variáveis a partir dos dados coletados. Na metodologia TDSP, esta tarefa está relacionada à etapa de exploração de dados, que tem como objetivo a compreensão completa dos dados e a remoção de ruídos, garantindo a qualidade dos dados limpos. Porém, sem um aprofundamento em modelos mais avançados de análise.

#### 4.2.2.3.4 Selecionar os tipos de estatísticas descritivas

Esta tarefa tem como objetivo escolher as estatísticas descritivas mais adequadas para gerar os indicadores e recursos identificados no Plano de mensuração, bem como entender a forma de cálculo. Essa seleção pode ser guiada pelo artefato de Exemplos de estatísticas descritivas disponíveis no ACDK. É importante que as estatísticas selecionadas sejam relevantes e consistentes com os objetivos do processo de mensuração.

#### 4.2.2.3.5 Implementar tarefas de ETL

Esta tarefa consiste em criar processos de ETL (*Extract, Transform and Load*) para a Extração, Transformação e Carga dos dados coletados e tratados. O objetivo é criar um *pipeline* que permita transformar os dados coletados em um formato adequado para a análise, de acordo com as estatísticas descritivas selecionadas na tarefa anterior. O artefato que guia esta tarefa é o Plano de mensuração. Uma vez que os dados são preparados e organizados, é possível criar as medidas que serão utilizadas para a geração dos indicadores e recursos, como a média, o desvio padrão, a frequência, entre outras. Esse processo é comumente utilizado em projetos de *Business Intelligence* (BI) e *Data Analytics* para garantir que os dados estejam em um formato adequado para a análise e a tomada de decisão. Na metodologia TDSP, esta tarefa está relacionada à etapa de configuração de *pipeline* de dados.

#### 4.2.2.3.6 Alimentar os repositórios de dados

Esta tarefa tem como objetivo armazenar os dados processados em repositórios de dados. Isso envolve a escolha de um banco de dados ou *data lake* apropriado para armazenar as informações. É importante que o repositório seja projetado de forma a permitir o armazenamento eficiente e a recuperação de dados, bem como garantir a integridade e a consistência dos dados. Se o processo de ETL for projetado para uma carga em lote (*batch*), torna-se necessário definir uma agenda de carga periódica para manter as informações atualizadas. Em contrapartida, quando se utiliza uma tecnologia de tempo real (*streaming*), a carga ocorre a partir de eventos. Como artefato de saída, tem-se a base de dados ou *data lake* disponível para a montagem de relatórios, gráficos e demais recursos pensados e registrados no Plano de mensuração. O artefato de saída deve permitir a criação de análises descritivas, preditivas e prescritivas no processo de análise.

#### 4.2.2.3.7 Verificar resultados a partir das fontes

Esta tarefa consiste em avaliar se as informações coletadas e preparadas estão de acordo com o Plano de mensuração definido e com as estatísticas descritivas selecionadas. Isso envolve a avaliação das informações coletadas em relação ao que foi definido previamente, bem como a verificação da consistência dos dados. Esta é uma tarefa para ser realizada pela equipe técnica. A avaliação dos artefatos produzidos durante os processos é feita pelo coordenador do PPG e colegiado no processo de avaliação. Se os resultados não estiverem de

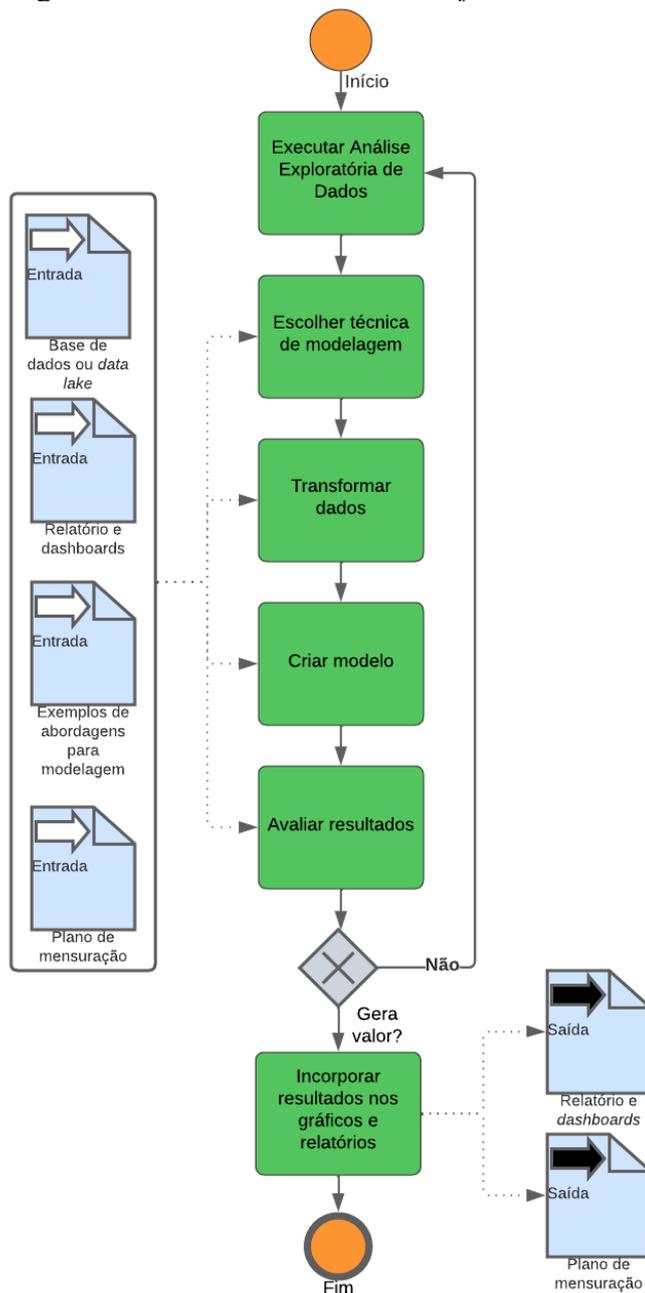
acordo com o plano, sugere-se voltar à tarefa de verificação das fontes de informação, conforme o fluxo apresentado na Figura 32.

#### 4.2.2.3.8 Montar os gráficos e relatórios

Esta última tarefa do processo de mensuração tem como objetivo apresentar os resultados obtidos a partir dos dados coletados e preparados para a criação de gráficos, relatórios e recursos ligados ao Capital *Alumni*. Para isso, é necessário selecionar as ferramentas mais adequadas para a criação de gráficos e relatórios, que permitam a visualização clara e objetiva dos resultados. Dentre as opções disponíveis, é possível utilizar ferramentas prontas como o Excel, o Power BI, o Tableau, o QlikView, o Apache Superset ou outras ferramentas que permitam a criação de *dashboards* interativos e relatórios personalizados. Nesta tarefa, deve-se considerar os Exemplos de gráficos apresentados no ACDK. Além disso, deve-se observar se os *dashboards*, relatórios e demais recursos contam uma boa história, como apresenta os autores Sharda, Delen e Turban (2020) na seção “*Telling Great Stories with Data and Visualization*” de seu livro. A partir desta tarefa, pode-se avançar para os processos de análise, avaliação ou planejamento, dependendo dos resultados obtidos.

### 4.2.3 Análise

O processo de análise permite uma compreensão mais aprofundada dos dados coletados e mensurados. O resultado da análise deve ser capaz de gerar *insights* valiosos para a tomada de decisão e aprimoramento das estratégias de gestão do Capital *Alumni*. Neste processo apresentado na Figura 33, as tarefas são orientadas para a criação das análises descritivas, preditivas e prescritivas a partir da base de dados ou *data lake* gerado no processo de mensuração. Essas análises podem ser refletidas nos relatórios, gráficos e recursos e podem complementar o conteúdo gerado anteriormente. Com isso, será possível extrair informações úteis para a tomada de decisão e ações futuras com relação aos ativos intangíveis. O conteúdo gerado a partir do processo de mensuração permite a criação de análises descritivas, que envolve a análise de dados para entender padrões e tendências em conjuntos de dados. No entanto, o foco deste processo são as análises avançadas compostas pelas análises preditivas e prescritivas. Neste processo, várias técnicas de modelagem podem ser selecionadas e aplicadas.

Figura 33 – Processo de análise do *framework* ACDK

Fonte: elaborado pelo autor.

#### 4.2.3.1 Entradas

Esta seção descreve os artefatos de entrada para o processo de análise. Os artefatos observados no ACDK para este processo são: o Banco de dados ou *data lake*, os Relatórios e *dashboards*, os Exemplos de abordagens para modelagem do ACDK, e o Plano de mensuração.

#### 4.2.3.1.1 Banco de dados ou *data lake*

Este artefato é gerado no processo de mensuração. Ver seção 4.2.2.2.1.

#### 4.2.3.1.2 Relatórios e *dashboards*

Este artefato é gerado no processo de mensuração. Ver seção 4.2.2.2.2.

#### 4.2.3.1.3 Exemplos de abordagens para modelagem

Este artefato descreve as diferentes abordagens que podem ser usadas para extrair informações relevantes dos dados coletados e gerar *insights* valiosos para a gestão do Capital *Alumni*. Apresenta uma visão geral das abordagens de Estatística Inferencial, Mineração de Dados, Mineração de Textos, Processamento de Linguagem Natural, Sistemas Especialistas e uma visão geral da IA. Com isso, é possível escolher as técnicas mais adequadas para responder às questões específicas levantadas no processo de planejamento e mensuração. O objetivo destes exemplos é apresentar uma visão ampla para a definição da técnica de modelagem apropriada no processo de análise, sem se aprofundar nas temáticas. Recomenda-se a utilização de livros e artigos específicos para esta atividade, como, por exemplo, o livro “*Analytics, Data Science, & Artificial Intelligence: Systems for Decision Support*” de Sharda, Delen e Turban (2020), o artigo “*Deep Learning: A Comprehensive Overview on Techniques, Taxonomy, Applications and Research Directions*” de Sarker (2021), e o artigo “*The NLP Cookbook: Modern Recipes for Transformer Based Deep Learning Architectures*” de Singh e Mahmood (2021) que foram usados para elaborar o texto a seguir.

A **Estatística Inferencial** é um dos dois tipos de procedimentos em Estatística (*i.e.*, descritiva e inferencial) e tem como objetivo fazer conclusões gerais a partir dos dados. Essa técnica se preocupa com o raciocínio necessário para obter uma afirmação sobre uma população com base em uma amostra representativa. As inferências podem ser de dois tipos: estimações ou decisões, também conhecidos como testes de hipóteses. Existem diversas técnicas na Estatística Inferencial que permitem extrair informações úteis de dados amostrais e fazer inferências sobre uma população maior. Algumas dessas técnicas incluem a regressão linear, a regressão logística e a previsão de séries temporais, as quais podem ser utilizadas nas análises preditivas.

- Regressão linear: é uma técnica de análise de dados muito conhecida e amplamente utilizada na estatística. A técnica tem suas raízes na década de 1920 e 1930. A

regressão linear é usada para modelar a relação entre uma variável de resposta e uma ou mais variáveis explicativas, com o objetivo de prever valores futuros da variável resposta.

- Regressão logística: é uma técnica usada quando a variável resposta é binária, ou seja, assume apenas dois valores possíveis, como “sim” ou “não”. Essa técnica é frequentemente usada em problemas de classificação.
- Previsão de séries temporais: é usada para prever valores futuros de uma variável que muda ao longo do tempo, como as vendas ou as taxas de juros.

A **Mineração de Dados** (*Data Mining*) é o processo de descoberta de conhecimento a partir de dados, com o objetivo de encontrar padrões e informações úteis. Esses padrões podem ser regras de negócios, correlações, tendências ou modelos de previsão. A técnica utiliza ferramentas estatísticas, matemáticas e de Inteligência Artificial para identificar esses padrões em bancos de dados estruturados, que são organizados em registros com variáveis categóricas, ordinais e contínuas. A Mineração de Dados e a Estatística têm muitas semelhanças, pois ambas buscam relações dentro dos dados. No entanto, a Estatística começa com uma proposição e hipótese bem definidas, enquanto a Mineração de Dados começa com uma declaração de descoberta vagamente definida. A Estatística coleta dados amostrais para testar a hipótese, enquanto a Mineração de Dados usa todos os dados disponíveis para descobrir novos padrões e relacionamentos. Os processos KDD e SEMMA, e a metodologia CRISP-DM são exemplos populares de Mineração de Dados. A seguir, são apresentadas algumas tarefas e métodos para a Mineração de Dados que podem ser utilizadas nas análises descritivas e preditivas.

- Associação: é uma técnica para descobrir relacionamentos entre variáveis. As técnicas derivadas da Mineração de Associações incluem a análise de *links* e mineração de sequências, e algoritmos como Apriori, FP-Growth, OneR, ZeroR e Eclat são usados para identificar conjuntos de itens frequentes.
- Predição: é a ação de informar sobre o futuro, levando em consideração experiências e informações relevantes. A predição pode ser classificada como classificação ou regressão. Árvores de Decisão, SVM (Máquinas de Vetores de Suporte), kNN (K-vizinhos mais próximos), Naïve Bayes, GA (Algoritmo genético),

Regressão Linear/Não-linear, ANN (Redes Neurais Artificiais), Árvores de Regressão são alguns algoritmos utilizados.

- Clusterização: é uma técnica que busca agrupar elementos com características similares em segmentos naturais, sem a utilização de rótulos pré-definidos como em classificação. Algoritmos de otimização, como k-means e mapas auto-organizáveis, são comumente utilizados para criar grupos com membros de alta similaridade entre si e baixa similaridade entre grupos diferentes.

A **Mineração de Texto** (*Text Mining*) se concentra em encontrar padrões e *insights* em texto, como documentos (*e.g.*, PDF, XML, DOCX), e-mails, comentários em redes sociais, entre outros. A Mineração de Textos utiliza técnicas de Processamento de Linguagem Natural para extrair informações úteis de dados não estruturados. A Análise de Texto (*Text Analytics*) é o conceito amplo de Mineração de Texto, que envolve a aplicação de técnicas estatísticas e de análise de dados em dados textuais. Isso inclui análise de sentimento, análise de tópicos, identificação de entidades nomeadas e outras técnicas que ajudam a extrair informações úteis de dados textuais. A Análise de Texto se utiliza da Mineração de Dados para classificação, clusterização e associação; da Mineração da Web (*Web Mining*) para mineração de conteúdo, estrutura e verificação de uso; da Recuperação de Informação (*Information Retrieval*) para recuperação de documentos, análise de *links* e motores de busca; do Processamento de Linguagem Natural para tratamento textual, como *POS Tagging*, *lemmatization*, desambiguação de palavras; da Análise de Sentimentos (*Sentiment Analysis*) para identificar e extrair informações sobre as opiniões, emoções e atitudes expressadas em textos escritos; e da Análise de Redes Sociais (*Social Network Analysis*) para analisar as relações entre indivíduos, grupos e organizações em um meio (*e.g.*, redes sociais). A Mineração de Texto pode ajudar na criação de análises descritivas e preditivas. O KDT é o processo utilizado para descobrir conhecimento em bases textuais.

O **Processamento de Linguagem Natural** (*Natural Language Processing - NLP*) é uma área da Ciência da Computação e Inteligência Artificial que se concentra na interação entre computadores e humanos usando a linguagem natural. O objetivo é permitir que os computadores entendam, interpretem e gerem a linguagem humana de maneira eficaz e eficiente. O NLP é usado em uma ampla variedade de aplicações, incluindo assistentes virtuais, *chatbots*, análise de sentimento, tradução automática, reconhecimento de fala, entre outros.

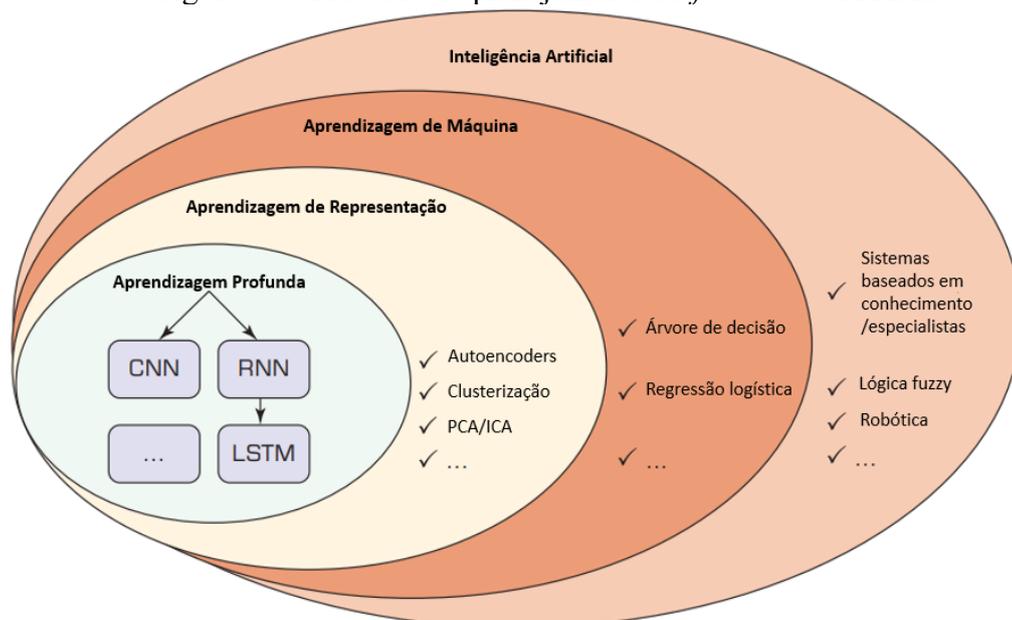
Recentemente, os modelos NLP alcançaram um sucesso fenomenal em tarefas linguísticas e semânticas, como classificação de texto, tradução automática, sistemas de diálogo cognitivo, recuperação de informações via Compreensão de Linguagem Natural (NLU) e Geração de Linguagem Natural (NLG). Esse feito é atribuído principalmente à arquitetura Transformer, levando a projetos como BERT e GPT (I, II, III). O ChatGPT é um dos representantes de maior sucesso destes modelos. Esta ferramenta pode ser bastante útil para entender os dados e criar variadas análises, incluindo as análises descritivas, preditivas e prescritivas, conforme destacam os pilares do ACDK.

A **Engenharia do Conhecimento** é uma área de conhecimento que combina a Inteligência Artificial, a Aprendizagem de Máquina e outras técnicas para desenvolver sistemas que possam aprender e se adaptar a novas situações, bem como para capturar, representar e manipular conhecimentos em uma variedade de domínios. Os sistemas produzidos pela EC são capazes de raciocinar, planejar, tomar decisões, resolver problemas complexos e interagir com seres humanos e outros sistemas de maneira inteligente. Um dos resultados clássicos da EC é Sistema Especialista, que representa um sistema que emula a tomada de decisões e/ou resolução de problemas de especialistas humanos, geralmente em áreas complexas que exigem *expertise* para serem resolvidas, com o objetivo de permitir que não especialistas tomem decisões e resolvam problemas em domínios restritos, utilizando regras do tipo “se-então” que podem ser usadas nas análises prescritivas. Em abordagens da EC, também se usa as ontologias para modelar e representar conhecimento em um domínio específico. A ontologia é uma representação formal de conceitos, entidades e suas relações no mundo real. Mais recentemente, as técnicas de Grafo de Conhecimento (*Knowledge Graph*) estão sendo utilizadas como uma estrutura de dados para representar informações de maneira semântica (CHEN *et al.*, 2020). O Grafo de Conhecimento é uma maneira de organizar dados e informações em uma rede de nós e arestas, em que cada nó representa um objeto ou conceito e as arestas representam as relações entre eles (GUAN; SONG; LIAO, 2019). Os Grafos de Conhecimento também são frequentemente usados em tecnologias de IA, como sistemas de *chatbot* e assistentes virtuais, para ajudar a responder a perguntas dos usuários e fornecer recomendações personalizadas. A seguir, são apresentados algumas tarefas e métodos da EC para construção de Sistemas Baseados em Conhecimento.

- **Aquisição de conhecimento:** a aquisição é feita por engenheiros de conhecimento, a partir de especialistas humanos. Esse conhecimento, que pode ser proveniente de várias fontes, é integrado, validado e verificado.
- **Base de conhecimento:** é um repositório de conhecimento. O conhecimento é dividido em conhecimento sobre o domínio e conhecimento sobre resolução de problemas e procedimentos de solução. Além disso, os dados de entrada fornecidos pelos usuários podem ser armazenados na base de conhecimento.
- **Representação do conhecimento:** frequentemente organizado como regras de negócio (também conhecidas como regras de produção).

Por fim, a **Inteligência Artificial**, a **Aprendizagem de Máquina** e a **Aprendizagem Profunda** oferecem diversas técnicas e algoritmos que suportam esta tarefa de modelagem. A Inteligência Artificial é o campo que busca desenvolver algoritmos capazes de realizar tarefas que requerem inteligência humana, como a tomada de decisão. A Aprendizagem de Máquina é uma subárea da Inteligência Artificial que utiliza algoritmos e técnicas estatísticas para permitir que um sistema aprenda e se adapte automaticamente a partir de dados, sem a necessidade de programação explícita. A Aprendizagem Profunda é uma subárea da Aprendizagem de Máquina que utiliza redes neurais artificiais com múltiplas camadas para aprender e representar dados complexos de forma hierárquica. A Figura 34 apresenta a relação entre essas áreas.

Figura 34 – Processo de planejamento do *framework* ACDK



Fonte: adaptado de Sharda, Delen e Turban (2020).

#### 4.2.3.1.4 Plano de mensuração

Este artefato é gerado no processo de planejamento e atualizado nos processos de planejamento e mensuração. Ver seções 4.2.1.2.1 e 4.2.2.2.3.

#### 4.2.3.2 Saídas

Esta seção apresenta os artefatos de saída do processo de análise. As saídas do processo de mensuração do ACDK são: Banco de dados ou *data lake*, Relatórios e *dashboards* e Plano de mensuração. A seguir, detalha-se os artefatos previstos.

##### 4.2.3.2.1 Banco de dados ou *data lake*

Neste processo de análise, este artefato é atualizado com os dados, informações e conhecimentos necessários para as análises descritivas, preditivas ou prescritivas.

##### 4.2.3.2.2 Relatórios e *dashboards*

Neste processo de análise, este artefato é atualizado com gráficos e relatórios dos resultados das análises descritivas, preditivas ou prescritivas.

##### 4.2.3.2.3 Plano de mensuração

Neste processo de análise, este artefato é atualizado com as informações dos recursos gerados a partir das análises descritivas, preditivas ou prescritivas.

#### 4.2.3.3 Tarefas

Esta seção descreve as tarefas do processo de análise. O processo de análise inclui as tarefas de análise exploratória dos dados, definição da técnica de modelagem, transformação dos dados, criação do modelo, avaliação dos resultados e atualização dos gráficos e relatórios. Cada uma dessas tarefas orienta a criação de recursos de análises avançadas para a mensuração dos ativos intangíveis do Capital *Alumni*.

##### 4.2.3.3.1 Executar Análise Exploratória de Dados

Esta tarefa tem como objetivo explorar e analisar as características dos dados coletados e processados durante o processo de mensuração. A Base de dados ou *data lake*, os Relatórios e *dashboards*, e o Plano de mensuração são os artefatos de entrada para esta tarefa.

A análise exploratória de dados é uma etapa importante no processo de análise, pois permite que os cientistas de dados compreendam a estrutura dos dados, identifiquem padrões e tendências e obtenham *insights* que possam ser úteis na análise posterior. Durante esta análise, os dados são visualizados e examinados de várias maneiras, incluindo a utilização de gráficos, relatórios e outros recursos, além de análises a partir da estatística descritiva. Esta etapa também envolve a identificação de dados ausentes, a identificação de *outliers* e a detecção de dados inconsistentes ou inválidos que podem prejudicar a análise posterior. Esta tarefa também permite a obtenção de informações para a seleção de técnicas e algoritmos de análise de dados mais adequados para o conjunto de dados. Na metodologia TDSP, esta tarefa está relacionada à tarefa de exploração dos dados no processo de aquisição e compreensão dos dados, e aqui é realizada sob o olhar do cientista de dados.

#### 4.2.3.3.2 Escolher técnica de modelagem

Esta tarefa é uma das mais importantes no ACDK, pois permite criar análises avançadas com o uso da Ciência de Dados e Engenharia do Conhecimento para a criação das análises preditivas e prescritivas, o que diferencia o *framework* ACDK. Como entrada, esta tarefa utiliza os Exemplos de abordagens para modelagem, que fornecem um guia geral das técnicas que podem ser utilizadas e que precisam ser mais bem exploradas com o apoio da literatura. Para escolher a técnica de modelagem adequada, é necessário considerar os artefatos gerados nos processos anteriores de planejamento e mensuração, como o Banco de dados ou *data lake*, o Plano de mensuração e os Relatórios e *dashboards*. Na metodologia TDSP, escolher a técnica de modelagem está relacionada à tarefa de treinamento do modelo no processo de modelagem realizada pelo cientista de dados, porém apenas para a definição do algoritmo de treinamento como pode ser observado no artefato “folha de referências de algoritmos do Machine Learning”<sup>58</sup>.

#### 4.2.3.3.3 Transformar dados

Esta tarefa tem como objetivo incluir, agregar e transformar variáveis brutas para criar os recursos que serão utilizados nas análises. Para isso, é necessário utilizar técnicas de limpeza, preparação e transformação de dados para que sejam adequados à modelagem escolhida anteriormente. Esta tarefa é crucial para garantir a qualidade e a confiabilidade dos

---

<sup>58</sup> Folha de referências de algoritmos do Machine Learning do TDSP. Disponível em: <https://learn.microsoft.com/pt-br/azure/machine-learning/algorithm-cheat-sheet>.

resultados da análise. Para a realização desta tarefa, são utilizados os artefatos gerados nos processos anteriores de planejamento e mensuração, como o Banco de dados ou *data lake*, o Plano de mensuração e os Relatórios e *dashboards*. É importante ressaltar que a transformação de dados é uma tarefa que pode ser complexa, e requer conhecimento técnico e experiência na manipulação de dados, sendo mais adequada ao perfil do cientista de dados. Na metodologia TDSP, transformar os dados está relacionada à tarefa de engenharia de recursos no processo de modelagem realizada pelo cientista de dados.

#### 4.2.3.3.4 Criar modelo

Esta tarefa envolve criar e treinar o modelo de acordo com a abordagem definida pelo cientista de dados ou engenheiro do conhecimento. Dependendo da abordagem escolhida, é possível que seja necessário dividir os dados em conjuntos de treinamento e teste, a fim de evitar *overfitting* e garantir a generalização do modelo. É importante destacar que essa tarefa pode exigir diversas iterações até que se chegue a melhor solução. Para isso, o cientista de dados ou engenheiro do conhecimento pode usar técnicas de validação cruzada e ajuste de parâmetros. Essa tarefa utiliza como entrada os artefatos gerados nos processos anteriores de planejamento e mensuração, como Banco de dados ou *data lake*, o Plano de mensuração e os Relatórios e *dashboards*, além dos resultados da tarefa de transformação de dados. Na metodologia TDSP, criar o modelo está relacionada à tarefa de treinamento do modelo no processo de modelagem realizada pelo cientista de dados.

#### 4.2.3.3.5 Avaliar resultados

Esta tarefa tem como objetivo garantir a efetividade e o atendimento dos objetivos propostos pelo modelo gerado ou construído, independentemente da abordagem selecionada. Para isso, são realizados testes de validação para verificar se a abordagem escolhida foi adequada e se o modelo gerado apresenta bons resultados. Também é avaliada a capacidade do modelo em generalizar as soluções e verificar se pode ser aplicado em diferentes conjuntos de dados. Além disso, é verificado se o modelo cumpre as especificações definidas na etapa de escolha da técnica de modelagem. Esta tarefa utiliza os artefatos gerados nos processos anteriores de planejamento e mensuração, como a Base de dados ou *data lake*, os Relatórios e *dashboards* e, principalmente, o Plano de mensuração. Dependendo da abordagem escolhida, esta tarefa pode adotar diferentes formas para avaliar os resultados gerados no processo de análise. Na metodologia TDSP, a criação do modelo está relacionada à tarefa de avaliação do

modelo no processo de modelagem realizada pelo cientista de dados. Se os resultados não gerarem o valor planejado, sugere-se voltar à tarefa de execução de análise exploratória dos dados, conforme fluxo apresentado na Figura 33.

#### 4.2.3.3.6 Incorporar resultados nos gráficos e relatórios

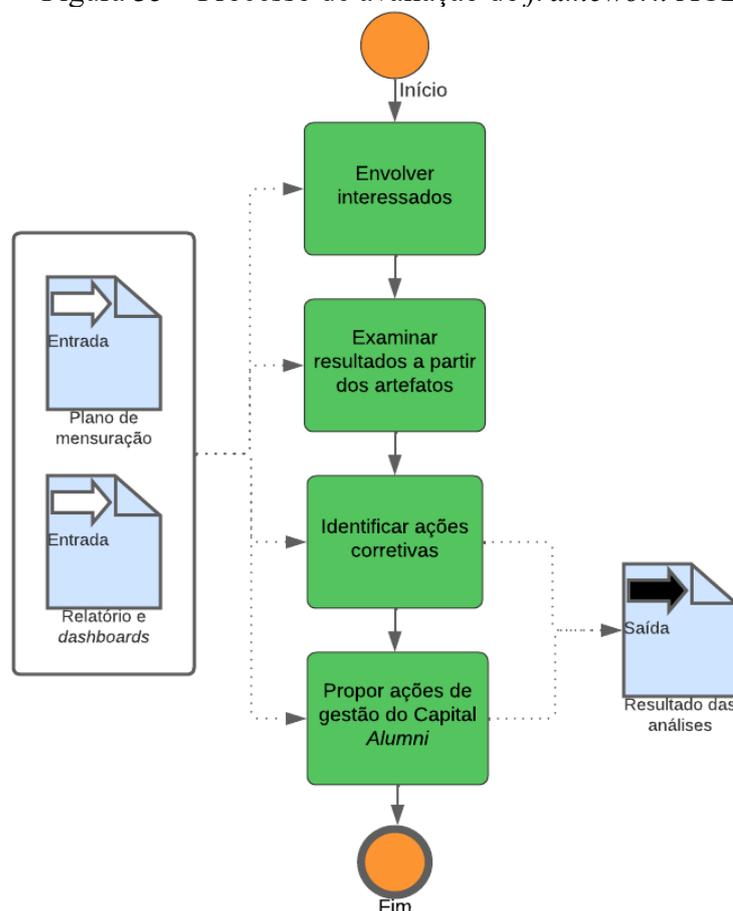
Esta tarefa consiste em incluir os resultados gerados nas análises em formatos que possam ser facilmente compreendidos pelos usuários finais, tais como gráficos e relatórios. Demais recursos podem ser desenvolvidos para apresentar esses resultados. Esta tarefa é importante para que o PPG possa tomar decisões com base nos *insights* gerados pelas análises realizadas, bem como garantir que as decisões fiquem registradas para que possam ser usadas por diferentes pessoas no PPG. Para incorporar os resultados nos gráficos e relatórios, é necessário utilizar ferramentas que permitam a visualização dos dados de maneira clara e objetiva. Ao finalizar esta tarefa, os resultados são incorporados aos artefatos gerados nos processos anteriores de planejamento e mensuração, como o Plano de mensuração e os Relatórios e *dashboards*, que são atualizados com as novas informações e conhecimentos. Isso permite que o PPG tenha uma visão mais completa e atualizada do desempenho de seus ativos intangíveis relacionados ao Capital *Alumni*. Na metodologia TDSP, esta tarefa está relacionada à tarefa de operacionalização do modelo no processo de implantação, que pode gerar diferentes recursos para sua demonstração, como sites, planilhas, painéis e aplicativos. A partir desta tarefa, deve-se pensar no próximo processo a ser iniciado conforme os resultados gerados: mensuração, avaliação ou comunicação.

#### 4.2.4 Avaliação

O processo de avaliação do ACDK permite garantir a qualidade das informações e conhecimentos gerados ao longo dos processos de planejamento, mensuração e análise. Neste processo apresentado na Figura 35, é realizada uma avaliação cuidadosa dos resultados obtidos a partir do Plano de mensuração, verificando se todas as etapas foram executadas corretamente e se as mensurações realizadas estão de acordo com as expectativas. Além disso, a avaliação também envolve uma análise crítica dos relatórios e gráficos gerados a partir das análises avançadas realizadas, com o objetivo de avaliar se as informações entregues são relevantes e estão de acordo com as necessidades da gestão do Capital *Alumni* do PPG. Esta avaliação é essencial para garantir que as informações obtidas possam ser utilizadas para embasar decisões estratégicas e aprimorar a gestão do programa em relação aos ativos relacionados aos *alumni*.

Participam dessa avaliação o coordenador do PPG e os integrantes do colegiado. A partir desse ponto, define-se qual processo deve ser executado ou reexecutado: comunicação, análise, mensuração ou planejamento. Este processo é menos denso em termos de tarefas quando comparado ao processo de planejamento, que está ligado à gestão do Capital *Alumni*, e aos processos de mensuração e análise, ligados à Ciência de Dados e Engenharia do Conhecimento, que envolvem atividades tecnológicas. No entanto, apesar de menos denso, o processo de avaliação garantirá ao coordenador do PPG propor ações de gestão para melhorar a comunicação com os *alumni*, oferecer oportunidades de desenvolvimento profissional, estabelecer parcerias com organizações, envolver os *alumni* em atividades acadêmicas e monitorar seu desempenho.

Figura 35 – Processo de avaliação do *framework* ACDK



Fonte: elaborado pelo autor.

#### 4.2.4.1 Entradas

Esta seção descreve os artefatos de entrada para o processo de avaliação. Os artefatos observados no ACDK para este processo são: o Plano de mensuração e os Relatórios e *dashboards*.

##### 4.2.4.1.1 Plano de mensuração

Este artefato é gerado no processo de planejamento e atualizado nos processos de planejamento, mensuração e análise. Ver seções 4.2.1.2.1, 4.2.2.2.3 e 4.2.3.2.3.

##### 4.2.4.1.2 Relatórios e *dashboards*

Este artefato é gerado no processo de mensuração e atualizado no processo de análise. Ver seções 4.2.2.2.2 e 4.2.3.2.2.

#### 4.2.4.2 Saídas

Esta seção apresenta o artefato de saída do processo de avaliação. As saídas da avaliação do ACDK convergem para o Relatório das análises. Embora outras saídas possam ser geradas neste processo, o ACDK prevê a criação de um documento que permitirá a revisão dos outros processos. A seguir, detalha-se o Resultado das análises como o artefato de saída.

##### 4.2.4.2.1 Resultado das análises

Este artefato deve ser utilizado para documentar as análises realizadas a partir dos Relatórios e *dashboards* gerados, com o objetivo de verificar se o conteúdo está adequado ao Plano de mensuração e identificar eventuais desvios ou problemas que precisem de correção. Além disso, o artefato deve registrar as ações corretivas que foram tomadas para solucionar eventuais problemas identificados durante a avaliação, a fim de garantir a qualidade das análises e dos resultados gerados. Por fim, o artefato deve conter as propostas de ações de gestão do Capital *Alumni* que são geradas com base nas análises descritivas, preditivas ou prescritivas realizadas, visando auxiliar na tomada de decisão e aprimorar a gestão dos ativos intangíveis do programa relacionados aos *alumni*.

##### 4.2.4.3 Tarefas

Nesta seção, são apresentadas as tarefas a serem realizadas no processo de avaliação do *framework* ACDK. Assim, descreve-se as tarefas para envolver os interessados, examinar os

resultados gerados a partir dos artefatos do processo de análise, mensuração e planejamento, e identificar possíveis ações corretivas. Por fim, com base nas análises descritivas, preditivas ou prescritivas geradas, são descritas as propostas de ações de gestão do Capital *Alumni* que possam ser implementadas para melhorar o desempenho e impacto do programa. Cada tarefa é detalhada na sequência.

#### 4.2.4.3.1 Envolver interessados

Assim como ocorre no processo de planejamento, a primeira tarefa deste processo consiste em envolver adequadamente os interessados na avaliação dos resultados. Esta avaliação pode ocorrer a partir da execução dos processos de planejamento, mensuração, análise ou comunicação. Devem-se envolver os responsáveis pela gestão do PPG, como o coordenador do PPG e o colegiado, além das equipes técnicas que trabalharam nos processos de mensuração e análise.

#### 4.2.4.3.2 Examinar resultados a partir dos artefatos

Nesta tarefa, deve-se examinar os resultados a partir dos artefatos gerados nos demais processos (planejamento, mensuração, análise e comunicação) do *framework* ACDK. Portanto, tem-se por objetivo avaliar o conteúdo produzido e verificar se está de acordo com o que foi proposto no Plano de mensuração. Para isso, são examinados os Relatórios e dashboards com os resultados de suas análises descritivas, preditivas e prescritivas. A partir dessa observação, é possível identificar possíveis desvios em relação ao Plano de mensuração e às expectativas dos interessados, bem como identificar pontos fortes e oportunidades de melhoria no processo como um todo. Como saída, é gerado o artefato de Resultado das análises, que embasará as próximas tarefas do processo de avaliação, como a identificação de ações corretivas e a proposição de ações de gestão do Capital *Alumni*.

#### 4.2.4.3.3 Identificar ações corretivas

A tarefa de identificar ações corretivas no processo de avaliação do ACDK tem como objetivo avaliar os resultados obtidos no processo de mensuração e análise do Capital *Alumni* do programa e, a partir disso, identificar possíveis ações corretivas a serem tomadas. Para isso, são analisados os artefatos do Plano de mensuração e os Relatórios e *dashboards* gerados. É importante ressaltar que essa tarefa é fundamental para a melhoria contínua do programa, pois permite que as falhas e pontos de melhoria sejam identificados e corrigidos, garantindo a

eficácia e eficiência do programa em relação às ações voltadas aos *alumni*. Como saída, essas informações são registradas no artefato de Resultados da análise, contendo as ações corretivas identificadas. Além dos resultados gerados nos processos de mensuração e análise, este processo pode avaliar os artefatos gerados nos processos de planejamento e comunicação. O importante é que o coordenador do PPG e o colegiado avaliem de forma global os artefatos gerados.

#### 4.2.4.3.4 Propor ações de gestão do Capital *Alumni*

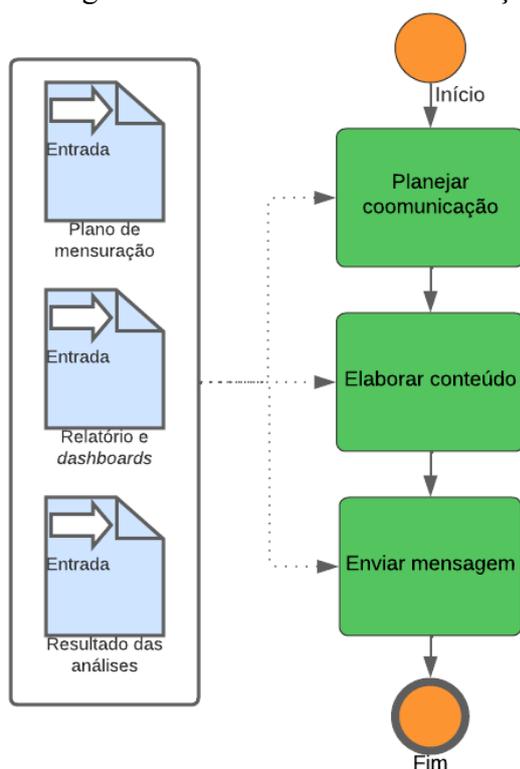
Esta é a última tarefa do processo de avaliação do ACDK. O objetivo desta tarefa é identificar as principais oportunidades de melhoria a partir dos resultados das análises e propor ações que o Programa de Pós-Graduação deve tomar para melhorar a gestão do Capital *Alumni*. Para isso, é necessário analisar as informações geradas a partir dos artefatos do Plano de mensuração, bem como os Relatórios e *dashboards*, identificando as principais tendências, padrões e anomalias. A partir dessas informações, são propostas ações concretas que possam ajudar a melhorar o engajamento dos *alumni*, aumentar a qualidade do relacionamento com eles e promover o alcance dos objetivos do programa. Como saída, esta tarefa atualiza o artefato de Resultados da análise, que servirá como um guia para a gestão do Capital *Alumni* no Programa de Pós-Graduação. As ações propostas a partir das análises realizadas no processo de avaliação podem incluir a criação de uma estratégia de comunicação mais efetiva com os *alumni*, o oferecimento de oportunidades de desenvolvimento profissional e o estabelecimento de parcerias com organizações para fomentar o *networking* dos *alumni*. Além disso, pode-se propor ações para envolver os *alumni* em atividades do Programa de Pós-Graduação e monitorar seu desempenho após a conclusão do curso, visando aprimorar continuamente o programa e o relacionamento com os ex-alunos. Os resultados das análises obtidas durante a execução dos processos do ACDK podem resultar em ações que demandarão outros processos de gestão além dos previstos no ACDK. A partir desta tarefa, deve-se pensar no próximo processo a se seguir iniciado conforme os resultados gerados: comunicação, análise, mensuração ou planejamento.

#### 4.2.5 Comunicação

O processo de comunicação é a etapa final do *framework* ACDK. Por meio desse processo, é possível criar uma estratégia de interlocução entre os membros do Programa de Pós-Graduação, da IES e das autoridades, como a CAPES, além da sociedade em geral,

incluindo os *alumni*. O objetivo é apresentar de forma clara os resultados gerados a partir dos processos de análise, avaliação, mensuração e planejamento relacionados ao Capital *Alumni* do PPG, para que todos possam compreender os resultados. O processo de comunicação é composto pelas seguintes tarefas: planejar a comunicação, elaborar o conteúdo e enviar a mensagem. Assim como ocorre no processo de avaliação, este processo é menos denso em termos de tarefas quando comparado aos processos de planejamento, mensuração e análise. A Figura 36 apresenta o processo com suas entradas e tarefas.

Figura 36 – Processo de comunicação do *framework* ACDK



Fonte: elaborado pelo autor.

#### 4.2.5.1 Entradas

Esta seção descreve os artefatos de entrada para o processo de comunicação. Os artefatos observados no ACDK para este processo são: o Plano de mensuração, os Relatórios e dashboards e o Resultado das análises. Dependendo da ordem de execução dos processos do ACDK, nem todos os artefatos esperados podem estar disponíveis.

##### 4.2.5.1.1 Plano de mensuração

Este artefato é gerado no processo de planejamento e atualizado nos processos de planejamento, mensuração e análise. Ver seções 4.2.1.2.1, 4.2.2.2.3 e 4.2.3.2.3.

#### 4.2.5.1.2 Relatórios e *dashboards*

Este artefato é gerado no processo de mensuração e atualizado no processo de análise. Ver seções 4.2.2.2.2 e 4.2.3.2.2.

#### 4.2.5.1.3 Resultado das análises

Este artefato é gerado no processo de avaliação. Ver seção 4.2.4.2.1.

#### 4.2.5.2 Saídas

Este processo não possui artefatos de saídas.

#### 4.2.5.3 Tarefas

Esta seção descreve as tarefas do processo de comunicação, que incluem o planejamento da comunicação, a elaboração do conteúdo e o envio da mensagem para o público-alvo. Cada uma dessas tarefas é orientada para a divulgação das ações realizadas no âmbito dos ativos intangíveis do Capital *Alumni* do PPG.

##### 4.2.5.3.1 Planejar comunicação

Na tarefa de planejamento de comunicação, é necessário compreender os resultados gerados nos processos anteriores e registrados nos artefatos, como o Plano de mensuração, Relatórios e *dashboards*, e Resultados das análises, para que possam ser apresentados aos públicos-alvo envolvidos do programa. Esses públicos incluem os próprios *alumni*, integrantes do programa, da IES e da CAPES. O planejamento deve considerar a forma mais adequada de comunicação para cada um desses públicos, a fim de transmitir as informações de forma clara e objetiva. Com relação à CAPES, é importante pensar no preenchimento das informações na Plataforma Sucupira e no relatório de avaliação com os elementos do Capital *Alumni*.

##### 4.2.5.3.2 Elaborar conteúdo

A tarefa de elaborar conteúdo no processo de comunicação do ACDK tem como objetivo escrever sobre os resultados obtidos nos processos anteriores, como o Plano de mensuração, os Relatórios e *dashboards* e o Resultado das análises. O conteúdo deve ser elaborado levando em consideração o público-alvo envolvido, que inclui os *alumni* do programa, os integrantes do programa, a IES e a CAPES. É importante que o conteúdo seja escrito em linguagem acessível, permitindo a compreensão por todos os envolvidos, sem

necessidade de conhecimentos técnicos específicos. O objetivo é transmitir as informações de modo que todos possam compreender e tomar as decisões adequadas a partir dos resultados obtidos.

#### 4.2.5.3.3 Enviar mensagem

Esta tarefa é responsável por enviar os resultados, conforme o conteúdo elaborado na tarefa anterior, para o público-alvo selecionado na tarefa de planejamento da comunicação. Nesta tarefa, é importante utilizar as ferramentas adequadas para garantir que a mensagem chegue ao destinatário de forma eficiente e efetiva. Pode-se utilizar diversos canais de comunicação, como e-mail, plataforma virtual (incluindo a Plataforma Sucupira), redes sociais, entre outros. Esta tarefa encerra o ciclo de execução do ACDK. No entanto, como o *framework* pode ser usado de forma incremental, pode-se avançar para os processos de análise, avaliação ou planejamento, dependendo dos resultados obtidos e das necessidades observadas pelo coordenador do PPG e do colegiado.

### 4.3 INSTÂNCIAÇÃO DO *FRAMEWORK*

O *framework* ACDK foi desenvolvido para orientar os coordenadores de Programas de Pós-Graduação na mensuração e análise dos ativos intangíveis relacionados aos *alumni*. O ACDK foi elaborado a partir da experiência no processo de preenchimento de dados sobre os egressos na Plataforma Sucupira e da identificação de uma lacuna na literatura sobre trabalhos que explorem este elemento do Capital *Alumni* nos PPGs. Dessa forma, o ACDK fornece um guia que se conecta às disciplinas de CD e EC para a construção de soluções que geram relatórios, gráficos e recursos com análises avançadas sobre esse importante ativo intangível dos PPGs.

De acordo com a metodologia de Peffers *et al.* (2007), após o desenvolvimento do artefato proposto, deve-se iniciar o processo de demonstração para provar sua utilidade. Nessa demonstração, é importante considerar o conhecimento gerado na construção do artefato e o problema a ser resolvido. Portanto, esta seção tem por objetivo apresentar a instanciação do artefato proposto (*framework* ACDK) para demonstrar sua utilidade no contexto da pós-graduação brasileira.

Para essa demonstração, foi escolhido o programa de Mestrado Profissional em Administração do Centro de Ciências da Administração e Socioeconômicas (ESAG) da Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC). As seções a seguir apresentam a

instanciação do ACDK no programa mencionado, onde foram utilizados dados públicos para esta etapa. Para fins de demonstração, esta instância foi criada de forma independente, sem a participação dos coordenadores e do colegiado. Antes da demonstração, no entanto, é apresentada a análise dos indicadores sobre egressos solicitados pelas áreas de avaliação da CAPES no seu processo de avaliação. Essa análise tem o potencial de fornecer novos indicadores sobre os ativos intangíveis do Capital *Alumni* no contexto da pós-graduação.

#### **4.3.1 Indicadores de egressos da CAPES**

Para entender quais são os indicadores solicitados pelas diferentes áreas de avaliação da CAPES, foram analisadas as 49 fichas de avaliação utilizadas como referência para a avaliação de 2020. Os requisitos das áreas de avaliação da CAPES, utilizados para a avaliação do período de 2017 a 2020, se aprofundam no tema de egressos em três grandes grupos de quesitos/itens avaliados: 1) programa; 2) formação; e 3) impacto na sociedade. Estes grupos de quesitos/itens são iguais nas 49 áreas de avaliação, sendo que cada área de avaliação detalha esses quesitos/itens e determina o que será avaliado e qual o peso deve ser considerado.

No último modelo de ficha utilizado para as 49 áreas de avaliação em 2020, há dois itens que evidenciam o destaque dado ao tema de egresso nesta avaliação no grupo de itens de formação: “2.2. qualidade da produção intelectual de discentes e egressos” e “2.3. destino, atuação e avaliação dos egressos do programa em relação à formação recebida”. É importante destacar que, no período de 2013 a 2016, as fichas de avaliação possuíam outra estrutura e não evidenciavam o tema egresso nesses itens principais, deixando a responsabilidade de explorar as informações de egresso a critério das áreas de avaliação. As fichas eram estruturadas com os seguintes quesitos/itens: 1) proposta do programa; 2) corpo docente; 3) corpo discente e trabalho de conclusão; 4) produção intelectual; e 5) inserção social.

Os quesitos/itens relacionados aos egressos nas 49 fichas de avaliação do período de 2017 a 2020 da CAPES foram analisados e recortados conforme o Apêndice C apresenta. Esses quesitos/itens foram classificados e agrupados para facilitar o entendimento amplo das fichas de avaliação e para facilitar o entendimento dos diferentes indicadores de área de avaliação. Apesar da demonstração do ACDK ter a seleção de um programa da área de Administração Pública e de Empresas, Ciências Contábeis e Turismo, optou-se por efetuar uma análise completa de todas as fichas de avaliação para identificar de forma abrangente os indicadores possíveis. Os quadros a seguir (Quadro 25, Quadro 26, Quadro 27) apresentam a síntese dessa classificação e agrupamento a partir dos quadros apresentados no Apêndice C.

Quadro 25 – Síntese da análise das áreas de avaliação do colégio de Ciências da Vida

Quesitos/Itens	COLÉGIO DE CIÊNCIAS DA VIDA																
	Ciência de Alimentos	Ciências Agrárias I	Medicina Veterinária	Zootecnia / Recursos	Biodiversidade	Ciências Biológicas I	Ciências Biológicas II	Ciências Biológicas III	Educação Física	Enfermagem	Farmácia	Medicina I	Medicina II	Medicina III	Nutrição	Odontologia	Saúde Coletiva
<b>1 – PROGRAMA</b>																	
Análise do mercado para definição do perfil do egresso																	
Ferramentas de gestão ou políticas para acompanhamento de egressos	X	X				X				X	X	X	X				
Sistemática de escuta a alunos e egressos sobre o processo formativo																	
<b>2 – FORMAÇÃO</b>																	
Produções bibliográficas com autoria de egressos por tipo e/ou Qualis ou faixas JCR/CiteScore (total, proporção ou média)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Produções bibliográficas com autoria de egressos resultante de teses ou dissertações (total, proporção ou média)			X	X	X		X						X	X	X		X
Produções técnicas com autoria de egressos por tipo (total, proporção ou média)	X	X	X	X	X	X	X			X	X	X	X		X	X	
Produções técnicas com autoria de egressos resultante de teses ou dissertações (total, proporção ou média)					X		X						X	X	X	X	
Egressos empregados (total, proporção ou média)		X		X		X	X				X		X		X		
Egressos empregados na área de atuação (total, proporção ou média)	X	X				X	X				X	X	X		X		X
Egressos em estágios pós-doutoral (total, proporção ou média)	X			X					X	X		X		X	X		
Egressos com participação no desenvolvimento de incubadoras, startups, spin-offs (total, proporção ou média)	X		X						X		X			X			
Egressos com participação em políticas públicas, comitês de relevância e diretorias de empresas, instituições, associações, sociedades, órgãos governamentais, ONGs, etc. (total, proporção ou média)		X	X			X	X	X	X	X		X		X	X	X	
Egressos com participação em PPGs de doutorado ou em atividades de ensino, pesquisa ou extensão em empresas públicas ou privadas (total, proporção ou média)		X	X			X		X	X	X		X		X	X	X	X
Produção bibliográfica de docente com participação de egresso tipo e/ou Qualis (total, proporção ou média)	X			X		X			X		X				X	X	X
Produção técnica de docente com participação de egresso tipo (total, proporção ou média)	X			X		X			X		X				X	X	
<b>3 – IMPACTO NA SOCIEDADE</b>																	
Premiações de egressos	X																
Existência de website com informações dos egressos							X							X			

Quesitos/Itens	COLÉGIO DE CIÊNCIAS DA VIDA																
	Ciência de Alimentos	Ciências Agrárias I	Medicina Veterinária	Zootecnia / Recursos	Biodiversidade	Ciências Biológicas I	Ciências Biológicas II	Ciências Biológicas III	Educação Física	Enfermagem	Farmácia	Medicina I	Medicina II	Medicina III	Nutrição	Odontologia	Saúde Coletiva
Número de produções com citações na Web of Science, SCOPUS, SCIELO e Google Scholar								X			X						

Fonte: elaborado pelo autor.

Quadro 26 – Síntese da análise das áreas de avaliação do colégio de Ciências de Humanidades

Quesitos/Itens	COLÉGIO DE HUMANIDADES																	
	Antropologia / Arqueologia	Ciência Política e Relações Internacionais	Ciências da Religião e Teologia	Educação	Filosofia	Geografia	História	Psicologia	Sociologia	Administração	Arquitetura, Urbanismo e Design	Comunicação e informação	Direito	Economia	Planejamento urbano	Serviço social	Artes	Linguística e Literatura
<b>1 – PROGRAMA</b>																		
Análise do mercado para definição do perfil do egresso	X	X	X			X	X	X					X	X		X		
Ferramentas de gestão ou políticas para acompanhamento de egressos	X	X	X		X	X												
Sistemática de escuta a alunos e egressos sobre o processo formativo		X		X	X					X	X					X		X
<b>2 – FORMAÇÃO</b>																		
Produções bibliográficas com autoria de egressos por tipo e/ou Qualis ou faixas JCR/CiteScore (total, proporção ou média)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Produções bibliográficas com autoria de egressos resultante de teses ou dissertações (total, proporção ou média)								X		X								
Produções técnicas com autoria de egressos por tipo (total, proporção ou média)	X	X	X	X	X		X	X		X	X		X	X	X	X	X	X

Quesitos/Itens	COLÉGIO DE HUMANIDADES																	
	Antropologia / Arqueologia	Ciência Política e Relações Internacionais	Ciências da Religião e Teologia	Educação	Filosofia	Geografia	História	Psicologia	Sociologia	Administração	Arquitetura, Urbanismo e Design	Comunicação e informação	Direito	Economia	Planejamento urbano	Serviço social	Artes	Linguística e Literatura
Produções técnicas com autoria de egressos resultante de teses ou dissertações (total, proporção ou média)								X										
Egressos empregados (total, proporção ou média)	X		X	X				X		X		X		X	X	X	X	X
Egressos empregados na área de atuação (total, proporção ou média)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X		X	X	X	X	X
Egressos em estágios pós-doutoral (total, proporção ou média)					X			X				X	X					
Egressos com participação no desenvolvimento de incubadoras, startups, spin-offs (total, proporção ou média)																		
Egressos com participação em políticas públicas, comitês de relevância e diretorias de empresas, instituições, associações, sociedades, órgãos governamentais, ONGs, etc. (total, proporção ou média)			X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Egressos com participação em PPGs de doutorado ou em atividades de ensino, pesquisa ou extensão em empresas públicas ou privadas (total, proporção ou média)	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Produção bibliográfica de docente com participação de egresso tipo e/ou Qualis (total, proporção ou média)	X			X	X							X						
Produção técnica de docente com participação de egresso tipo (total, proporção ou média)	X			X	X							X						
<b>3 – IMPACTO NA SOCIEDADE</b>																		
Premiações de egressos		X						X										
Existência de website com informações dos egressos						X				X								
Número de produções com citações na Web of Science, SCOPUS, SCIELO e Google Scholar																		

Fonte: elaborado pelo autor.

Quadro 27 – Síntese da análise das áreas de avaliação do colégio de Ciências Exatas, Tecnologias e Multidisciplinar

Quesitos/Itens	COLÉGIO DE CIÊNCIAS EXATAS, TECNOLÓGICAS E MULTIDISCIPLINAR													
	Astronomia/Física	Ciência da Computação	Geociências	Matemática / Probabilidade e Estatística	Química	Engenharias I	Engenharias II	Engenharias III	Engenharias IV	Interdisciplinar	Biociências	Matemática	Ensino	Ciências ambientais
<b>1 – PROGRAMA</b>														
Análise do mercado para definição do perfil do egresso						X				X				X
Ferramentas de gestão ou políticas para acompanhamento de egressos		X			X						X			
Sistemática de escuta a alunos e egressos sobre o processo formativo														
<b>2 – FORMAÇÃO</b>														
Produções bibliográficas com autoria de egressos por tipo e/ou Qualis ou faixas JCR/CiteScore (total, proporção ou média)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Produções bibliográficas com autoria de egressos resultante de teses ou dissertações (total, proporção ou média)						X		X		X		X		
Produções técnicas com autoria de egressos por tipo (total, proporção ou média)		X					X	X	X	X	X	X	X	X
Produções técnicas com autoria de egressos resultante de teses ou dissertações (total, proporção ou média)										X		X		
Egressos empregados (total, proporção ou média)	X		X		X	X	X		X			X		
Egressos empregados na área de atuação (total, proporção ou média)			X		X	X			X			X		
Egressos em estágios pós-doutoral (total, proporção ou média)			X											
Egressos com participação no desenvolvimento de incubadoras, startups, spin-offs (total, proporção ou média)								X		X	X			
Egressos com participação em políticas públicas, comitês de relevância e diretorias de empresas, instituições,			X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X

Quesitos/Itens	COLÉGIO DE CIÊNCIAS EXATAS, TECNOLÓGICAS E MULTIDISCIPLINAR													
	Astronomia/Física	Ciência da Computação	Geociências	Matemática / Probabilidade e Estatística	Química	Engenharias I	Engenharias II	Engenharias III	Engenharias IV	Interdisciplinar	Biociências	Matérias	Ensino	Ciências ambientais
associações, sociedades, órgãos governamentais, ONGs, etc. (total, proporção ou média)														
Egressos com participação em PPGs de doutorado ou em atividades de ensino, pesquisa ou extensão em empresas públicas ou privadas (total, proporção ou média)			X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X
Produção bibliográfica de docente com participação de egresso tipo e/ou Qualis (total, proporção ou média)			X		X			X		X	X			
Produção técnica de docente com participação de egresso tipo (total, proporção ou média)			X					X		X	X			
<b>3 – IMPACTO NA SOCIEDADE</b>														
Premiações de egressos				X				X			X			
Existência de website com informações dos egressos				X		X	X		X		X			
Número de produções com citações na Web of Science, SCOPUS, SCIELO e Google Scholar			X											

Fonte: elaborado pelo autor.

Com a análise dessas fichas de avaliação da CAPES, fica explícita a convergência das necessidades de informações encontradas na literatura em relação às informações que as áreas consideram na avaliação dos PPGs. O Quadro 18, por exemplo, destaca os benefícios de se manter as informações dos egressos para participação em conselhos, realizar novas formações na IES, oferecer opiniões sobre a qualidade do curso, saber onde estão atuando e qual o impacto da formação em sua atuação profissional. Esse conteúdo tem ligação direta com o quesito/item “1 – Programa” das fichas.

Ainda sobre o Quadro 18, a elaboração de questionários (*i.e.*, *surveys*) para coleta de dados, a análise dos dados de currículos na Plataforma Lattes, análise da trajetória profissional e acadêmica, os dados sobre empregos, sobre atuação profissional e satisfação profissional convergem com os quesitos/itens “2 - Formação” e “3 – Impacto na sociedade” das fichas de avaliação. As informações utilizadas para a gestão do Capital *Alumni* são encontradas na literatura do Capital Intelectual. Liu (2007), por exemplo, descreve essa análise do Capital *Alumni* quanto à satisfação dos *alumni*, doação para a IES, coesão da formação com a atuação profissional, empregabilidade e o fluxo de educação recorrente (*e.g.*, se um aluno de mestrado retornou para fazer o doutorado). Pedro (2018), similarmente, analisa e descreve indicadores relacionados ao Capital *Alumni* como idade média, total de cargos ocupados na IES pelos *alumni*, percentual de *alumni* empregados após 6 meses da titulação, percentual de *alumni* satisfeitos com o curso, entre outros.

A gestão do Capital *Alumni*, segundo esses autores, baseia-se em indicadores que servem para mensurar e monitorar o Capital Intelectual (*i.e.*, valor da organização com base em ativos intangíveis). Os indicadores de Capital *Alumni* encontrados na literatura do CI na revisão bibliográfica desta tese, entretanto, representam apenas uma fração das informações sobre *alumni* observadas nas fichas de avaliação de áreas da CAPES. Dessa forma, entende-se que os itens dessas fichas relacionados aos egressos contribuem com um valioso conteúdo para gerar novos indicadores e, desse modo, melhorar a gestão do Capital *Alumni*. Esse conteúdo também tem o potencial de contribuir com a literatura do Capital Intelectual no que tange à expansão do elemento Capital *Alumni*.

Após a análise do conteúdo gerado, apresenta-se no Quadro 28 um resumo dos quesitos/itens das áreas de avaliação sobre egressos que podem ser traduzidos em indicadores no ACDK. Esse resumo auxilia na identificação dos itens comuns avaliados entre as diferentes áreas de avaliação, permitindo uma visão ampla e orientando a seleção de indicadores na instanciação do ACDK. Destaca-se o grande número de áreas que analisam informações sobre

as produções bibliográficas e técnicas com a participação de egressos, porém com diferentes tipos de medidas, como total, proporção, média, entre outros. O Quadro 28 apresenta os quesitos/itens relacionados aos egressos, o número total de áreas que utilizam esse item, e o percentual de áreas que referenciam o quesito/item em sua ficha de avaliação. Por exemplo, o quesito/item de produções bibliográficas foi indicado por 49 áreas de avaliação, representando 100% das áreas.

Quadro 28 – Resumo dos quesitos/itens das áreas de avaliação sobre egressos

Quesitos/Itens	TOTAL	%
<b>1 – PROGRAMA</b>		
Análise do mercado para definição do perfil do egresso	12	24,5%
Ferramentas de gestão ou políticas para acompanhamento de egressos	15	30,6%
Sistemática de escuta a alunos e egressos sobre o processo formativo	7	14,3%
<b>2 – FORMAÇÃO</b>		
Produções bibliográficas com autoria de egressos por tipo e/ou Qualis ou faixas JCR/CiteScore (total, proporção ou média)	49	100,0%
Produções bibliográficas com autoria de egressos resultante de teses ou dissertações (total, proporção ou média)	14	28,6%
Produções técnicas com autoria de egressos por tipo (total, proporção ou média)	37	75,5%
Produções técnicas com autoria de egressos resultante de teses ou dissertações (total, proporção ou média)	9	18,4%
Egressos empregados (total, proporção ou média)	25	51,0%
Egressos empregados na área de atuação (total, proporção ou média)	29	59,2%
Egressos em estágios pós-doutoral (total, proporção ou média)	12	24,5%
Egressos com participação no desenvolvimento de incubadoras, startups, spin-offs (total, proporção ou média)	8	16,3%
Egressos com participação em políticas públicas, comitês de relevância e diretorias de empresas, instituições, associações, sociedades, órgãos governamentais, ONGs, etc. (total, proporção ou média)	37	75,5%
Egressos com participação em PPGs de doutorado ou em atividades de ensino, pesquisa ou extensão em empresas públicas ou privadas (total, proporção ou média)	39	79,6%
Produção bibliográfica de docente com participação de egresso tipo e/ou Qualis (total, proporção ou média)	17	34,7%
Produção técnica de docente com participação de egresso tipo (total, proporção ou média)	15	30,6%
<b>3 – IMPACTO NA SOCIEDADE</b>		
Premiações de egressos	6	12,2%
Existência de website com informações dos egressos	9	18,4%
Número de produções com citações na Web of Science, SCOPUS, SCIELO e Google Scholar	3	6,1%

Fonte: elaborado pelo autor.

#### 4.3.2 Instanciação do ACDK no PPG de Administração Profissional

Com o objetivo de demonstrar o uso do ACDK para guiar a construção de soluções para a gestão do Capital *Alumni*, esta seção descreve o seu uso no Programa de Pós-Graduação em Administração Profissional da Universidade do Estado de Santa Catarina. A seguir, são

explorados os processos de planejamento, mensuração, análise, avaliação e comunicação do *framework* proposto.

#### 4.3.2.1 Planejamento

Os artefatos de entrada para o processo de planejamento do ACDK são: o Planejamento Estratégico, os Quesitos de área de avaliação da CAPES, os Exemplos de indicadores e recursos do ACDK e os Resultados das análises anteriores. Como este processo foi instanciado para demonstrar a viabilidade do *framework*, não foi possível ter acesso ao Planejamento Estratégico do PPG. Entretanto, com base nas informações do Professor Denilson Sell, orientador desta tese e professor do Programa de Pós-Graduação na UDESC, o PPG possui em seu Planejamento Estratégico o objetivo de “contribuir para o desenvolvimento profissional dos discentes e ampliar a participação de egressos em ações de ensino, pesquisa e extensão do programa.”. Assim, este objetivo é traduzido em três indicadores: 1) avaliação dos egressos sobre o nível de contribuição do PPG ao seu desenvolvimento profissional; 2) proporção de egressos que tiveram suas expectativas em relação ao PPG atendidas ou superadas; e 3) número de egressos participantes em ações de ensino, pesquisa e extensão do PPG.

A tarefa de envolver os interessados resultou em uma conversa com o Professor Denilson Sell, representante do programa, e Fernando Borges Montenegro, especialista em indicadores de Ciência, Tecnologia e Inovação e um dos criadores de plataformas como o Currículo Lattes, Portal Inovação, Plataforma Aquarius, Intellectus e Stela Experta. A partir das informações do PE, iniciou-se a identificação dos ativos intangíveis do Capital *Alumni*. Dessa forma, foram observados os ativos associados à definição do Capital *Alumni* apresentada na seção 2.3.2 desta tese. Como os objetivos relacionados aos egressos estavam alinhados com a definição do Capital *Alumni*, também foram mantidos os indicadores do PE para efeito de demonstração. Além disso, adicionaram-se os indicadores de produção bibliográfica e produção técnica observados na análise das áreas de avaliação, conforme apresentado no Quadro 28.

As fontes de dados selecionadas para responder aos indicadores propostos foram o CV Lattes e o LinkedIn. Observou-se que essas plataformas possuem os dados públicos necessários e tornava-se viável extrair os dados e informações para a mensuração e análise desses indicadores, mesmo que de forma indireta. Além disso, as informações como nome e data de

titulação dos egressos estão disponíveis no site do PPG<sup>59</sup> e na Plataforma Sucupira, na seção de dados abertos. A seguir, o Quadro 29 apresenta uma demonstração do artefato de Plano de mensuração gerado e esperado na saída do processo de planejamento.

Quadro 29 – Demonstração do plano de mensuração

Objetivo no PE	Indicador	Ativo intangível do CA	Fonte de dados	Viabilidade	Prioridade
Contribuir para o desenvolvimento profissional dos discentes e ampliar a participação de egressos em ações de ensino, pesquisa e extensão do programa	Nível de contribuição do PPG em seu desenvolvimento profissional	Satisfação com a formação obtida	LinkedIn	Possível indiretamente	Alta
	Expectativas atendidas em relação ao PPG	Satisfação com a formação obtida	LinkedIn	Possível indiretamente	Alta
	Número de egressos participantes em ações de ensino, pesquisa e extensão do PPG	Participação em comissões, conselhos ou grupos de pesquisa	LinkedIn e CVLattes	Possível	Média
	Número de produções bibliográficas	Produção intelectual	CVLattes	Possível	Média
	Número de produções técnicas	Produção intelectual	CVLattes	Possível	Alta

Fonte: elaborado pelo autor.

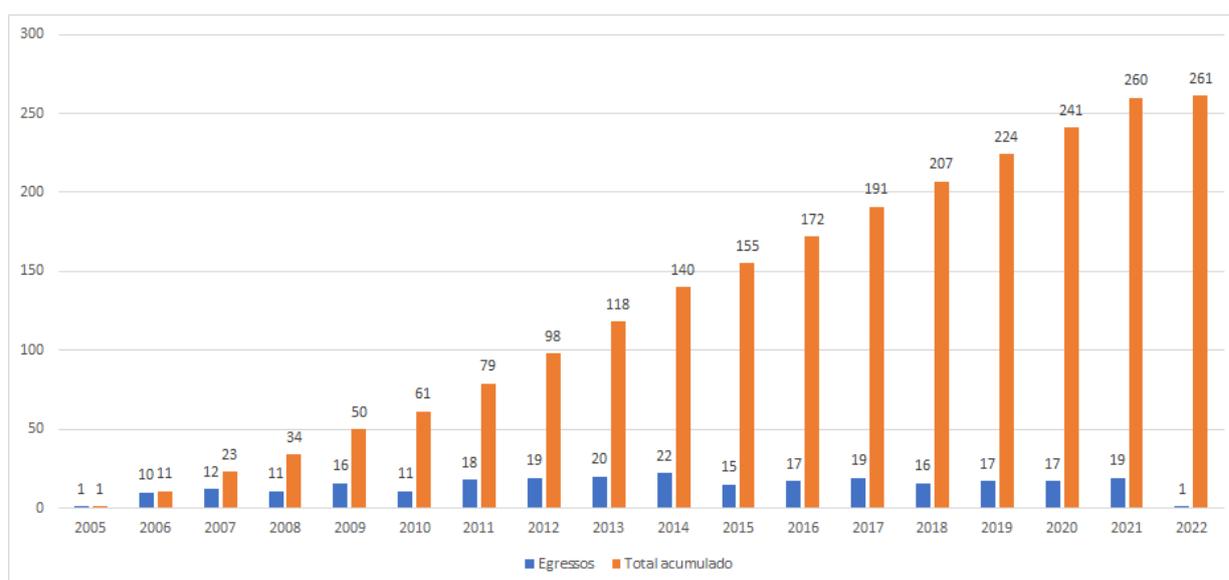
É importante destacar que existem diversas formas de se responder aos indicadores analisados e contidos no PE do programa. Para fins de demonstração, as fontes de dados apresentadas suportam a coleta e a análise para criar *insights*. Entende-se que os indicadores com a viabilidade “possível indiretamente” seriam mais bem trabalhados com *surveys*. Além disso, não foi necessário criar um cronograma de ações conforme orienta o processo do ACDK.

<sup>59</sup> Dissertações defendidas no PPG de Administração Profissional. Disponível em: <https://www.udesc.br/esag/mestradoprofissional/dissertacoes/mp>.

#### 4.3.2.2 Mensuração

A partir do Plano de mensuração e dos exemplos de estatísticas, foram analisadas as fontes de informação e iniciou-se a coleta de dados. A coleta de dados da lista de egressos foi realizada manualmente para identificar os egressos do PPG de Administração Profissional a partir da Plataforma Sucupira, na seção de Dados Abertos. Para isso, foram utilizadas as informações de teses e dissertações defendidas a partir de 2004 (início do PPG registrado na Sucupira<sup>60</sup>) até o ano de 2021. Esses dados foram complementados com as informações de egressos de 2022, provenientes da seção de Dados em Atualização do PPG no site da Sucupira<sup>61</sup>. Ao todo, foram identificados 261 *alumni*. A Figura 37 abaixo apresenta o gráfico com a evolução dos egressos por ano com base nessas informações coletadas na Plataforma Sucupira. Em azul apresenta-se o número de egressos por ano, em laranja o acumulado do total de egressos a cada ano.

Figura 37 – Evolução do número de egressos do PPG de Administração



Fonte: elaborado pelo autor.

Com essa lista de egressos do PPG, foi necessário identificar seus respectivos perfis no LinkedIn e no CV Lattes. Essa identificação foi realizada manualmente para ambas as fontes de dados. Assim, iniciou-se a tarefa de coleta de dados, sendo a coleta pelo LinkedIn feita manualmente e a coleta do CV Lattes realizada pelo sistema da Plataforma Stela Experta. A

<sup>60</sup> PPG de Administração Profissional da UDESC. Disponível em:

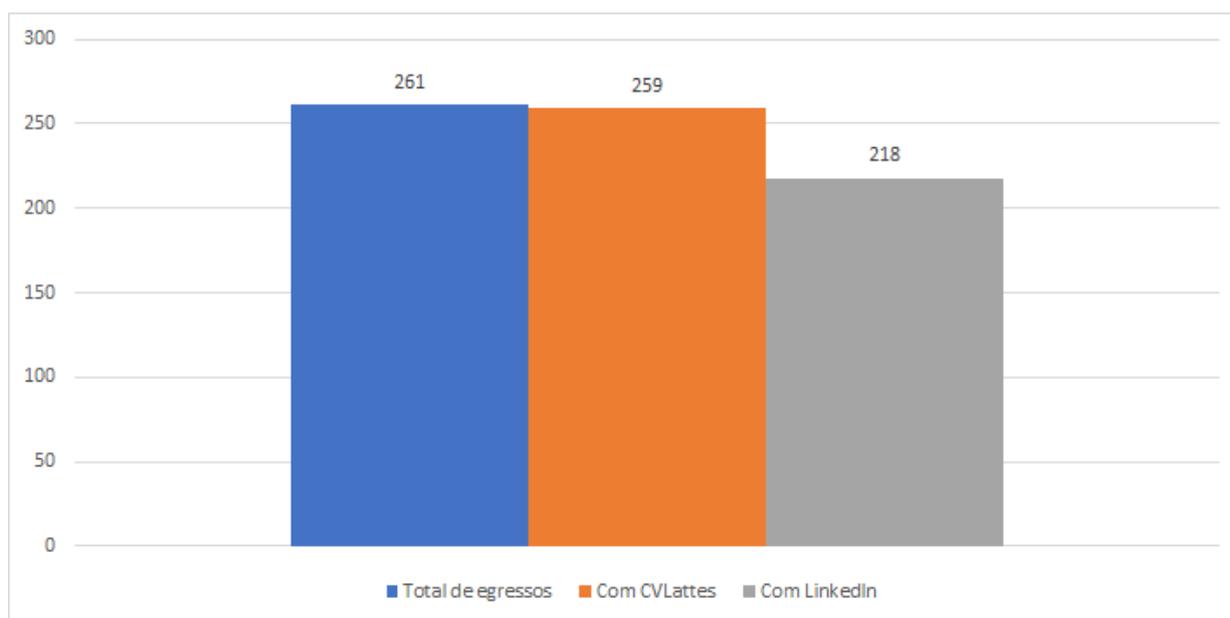
[https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/programa/viewPrograma.jsf?popup=true&id\\_programa=1789](https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/programa/viewPrograma.jsf?popup=true&id_programa=1789).

<sup>61</sup> Dados em Atualização da Sucupira. Disponível em:

<https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/egresso/listaEgresso.jsf>.

Figura 38 abaixo apresenta a comparação de perfis identificados na Plataforma CV Lattes e no LinkedIn. Dos 261 egressos identificados na Plataforma Sucupira, foram encontrados 259 perfis no CV Lattes e 218 perfis no LinkedIn. A coleta manual dos dados do LinkedIn ocorreu devido ao número limitado de perfis que precisavam ser coletados, mas recomenda-se o uso de serviços para uma extração de dados de forma contínua.

Figura 38 – Total de perfis do PPG de Administração Profissional da UDESC



Fonte: elaborado pelo autor.

A Plataforma Stela Experta foi concedida para a realização de estudos nesta tese pela empresa Tekis. Conforme se pode observar em seu site<sup>62</sup>, a Plataforma Stela Experta é uma “solução para apoiar a gestão estratégica de informações nas IES/ICTIs, integra diversas fontes de informação nacionais e internacionais em CT&I, possibilitando que o gestor responda de forma ágil e assertiva a questões sobre a produção intelectual, projetos de P&D, perfil e *expertises* dos docentes, discentes e grupos de pesquisa da instituição, bem como sobre sua infraestrutura laboratorial”. Portanto, a Plataforma Stela Experta auxilia nesta etapa de mensuração fornecendo a coleta e integração de várias informações que podem ser utilizadas nos processos de mensuração e análise do ACDK. A Figura 39 a seguir apresenta as funcionalidades da Plataforma Stela Experta em sua tela inicial. Por meio dessas funcionalidades, é possível explorar os dados de pessoas, produções, projetos e grupos de pesquisa. Os recursos ofertados pela plataforma são: lista com várias informações sobre o

<sup>62</sup> Plataforma Stela Experta. Disponível em: <https://www.stelatek.com.br/a-stela-experta/>.

egresso, gráficos comparativos e temáticas que exploram mapas de tópicos sobre as informações.

Figura 39 – Visão dos recursos da Plataforma Stela Experta

The screenshot displays the main interface of the Plataforma Stela Experta. At the top left is the logo for Instituto Stela. To the right are buttons for 'Alterar dados', 'INÍCIO', and 'SAIR'. Below the logo is a navigation bar with 'Página inicial', 'Análise', and 'Gerenciamento'. On the right side of the navigation bar are 'Ajuda' and 'Sobre'.

The main content area features a central banner with a man pointing at a network diagram. To the right of the banner is a text box describing the platform's purpose: 'A Plataforma Stela Experta tem como objetivo ofertar às IES brasileiras serviços de apoio estratégico nas áreas de gestão de ensino, pesquisa, extensão e inovação. A ferramenta integra automaticamente os dados dos currículos Lattes de professores, pesquisadores, alunos e colaboradores da instituição de modo a apoiar a implementação de políticas de gestão, além de possibilitar a contextualização desses dados de acordo com a nomenclatura utilizada pela própria instituição.'

Below the banner are four circular resource cards arranged in a 2x2 grid:

- Pessoas:** 'Encontre especialistas na instituição, descubra o seu perfil e os temas com os quais atuam.' Includes search, profile, thematic, and comparative options.
- Produções:** 'Conheça as produções da instituição, descubra o perfil e os principais temas das publicações.' Includes search, profile, thematic, and comparative options.
- Projetos:** 'Conheça os projetos desenvolvidos na instituição, descubra o perfil e os principais temas desses projetos.' Includes search, profile, thematic, and comparative options.
- Grupos de Pesquisa:** 'Conheça os grupos de pesquisa montados na instituição, descubra o perfil e os principais temas desses grupos.' Includes search, profile, thematic, and comparative options.

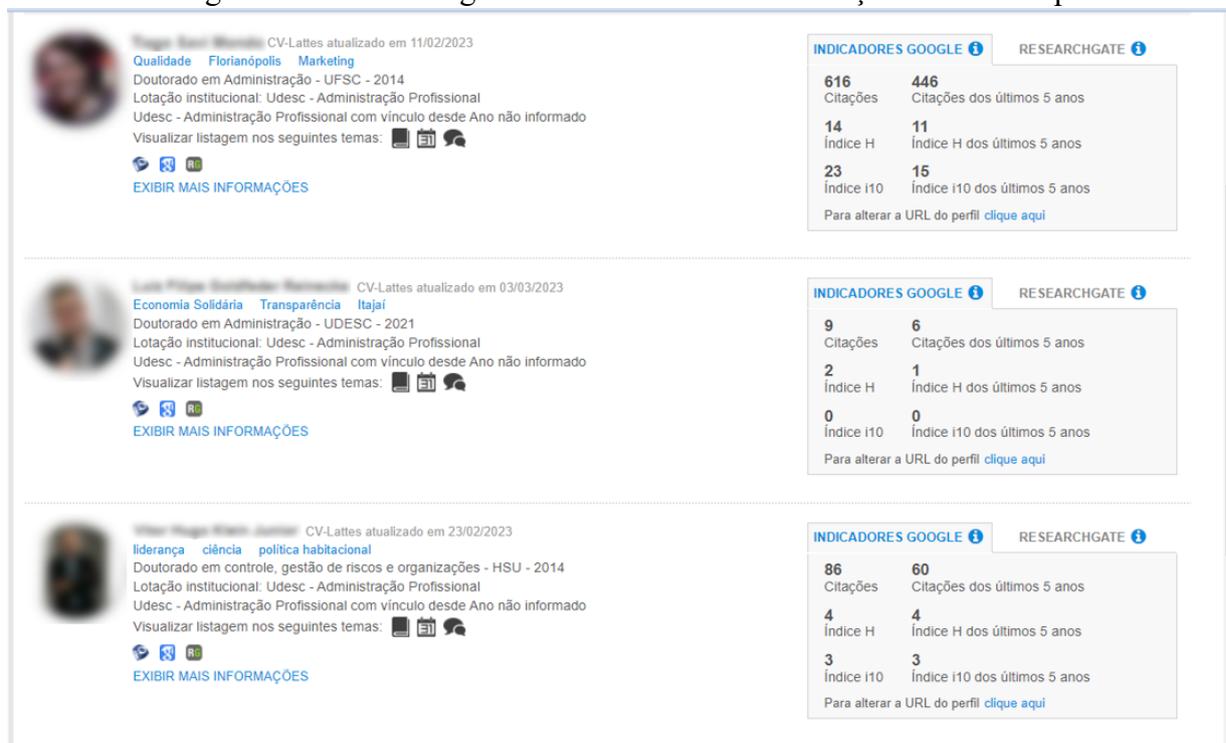
At the bottom right, it says 'Powered by StelaExperta StelaTek InstitutoStela'.

Fonte: Plataforma Stela Experta.

Com a identificação dos perfis dos egressos no LinkedIn e no CV Lattes e a completa coleta de informações, foi possível iniciar a tarefa de preparação dos dados. No caso dos perfis do LinkedIn, esse trabalho foi executado manualmente e resultou em uma tabela de dados, enquanto os dados do CV Lattes foram processados pela Plataforma Stela Experta, resultando em recursos (*e.g.*, lista de pessoas, mapa de tópicos), relatórios e gráficos sobre os *alumni* do PPG. Assim, ao utilizar a Plataforma Stela Experta, as tarefas do processo de mensuração foram completamente executadas, tendo em vista que a ferramenta oferece uma série de relatórios gerados a partir de estatísticas descritivas pré-selecionadas, com processos de ETL para o tratamento e junção de dados, carga de dados em repositórios e disponibilidade de gráficos e relatórios. Além disso, a Plataforma Stela Experta também integrou de forma automática outros perfis de redes sociais, como ResearchGate e Google Acadêmico. A Figura

40 apresenta a funcionalidade de lista de pessoas com os egressos a partir do perfil extraído do CV Lattes, Google Acadêmico e ResearchGate.

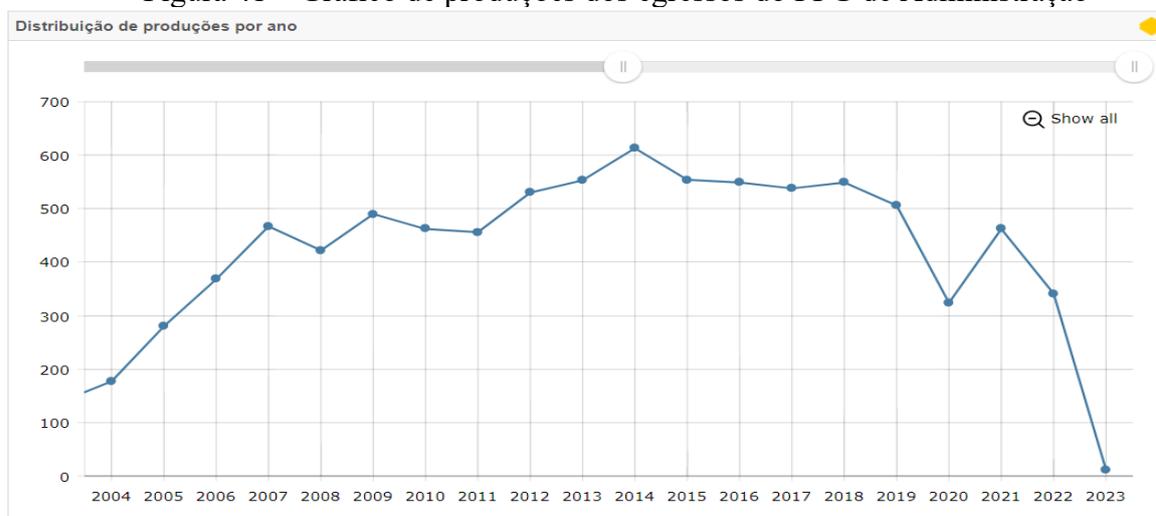
Figura 40 – Lista de egressos no PPG de Administração no Stela Experta



Fonte: Plataforma Stela Experta.

Além da lista de egressos com seus perfis, a Plataforma Stela Experta permite comparar e observar a evolução das produções dos egressos. A Figura 41 a seguir apresenta o número total de produções, independente de tipo, produzidas e registradas nos perfis do CV Lattes dos egressos do PPG de Administração Profissional da UDESC.

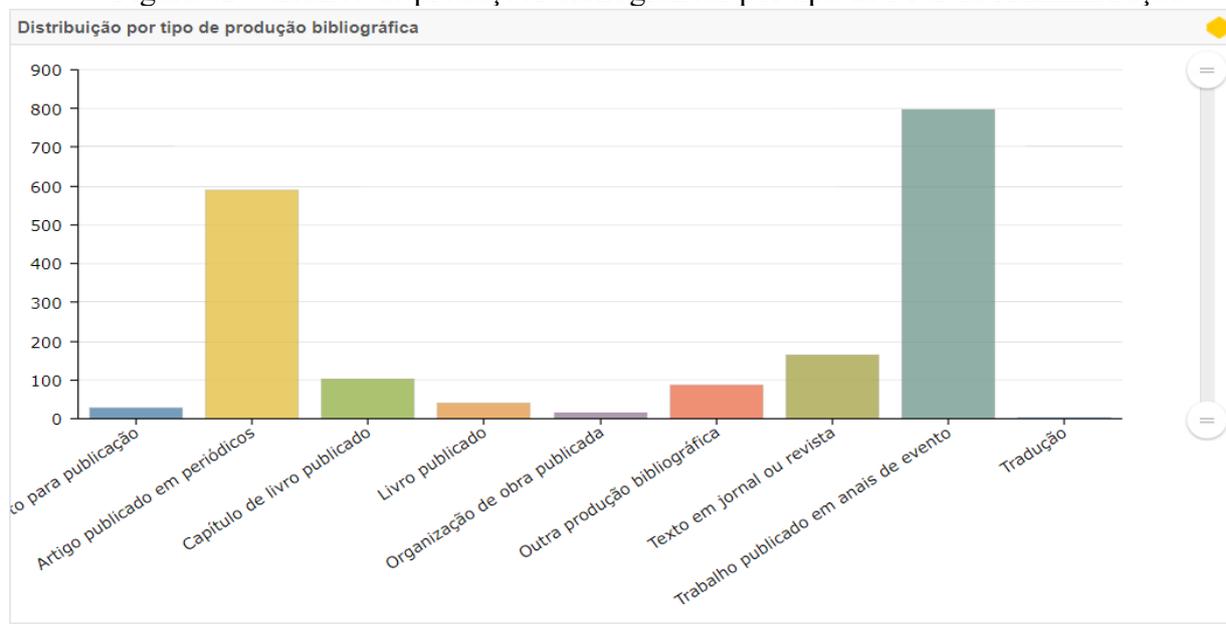
Figura 41 – Gráfico de produções dos egressos do PPG de Administração



Fonte: Plataforma Stela Experta.

A Figura 42 a seguir apresenta o número total de produções bibliográficas por tipo, que foram produzidas e registradas nos perfis do CV Lattes dos egressos do PPG de Administração Profissional da UDESC.

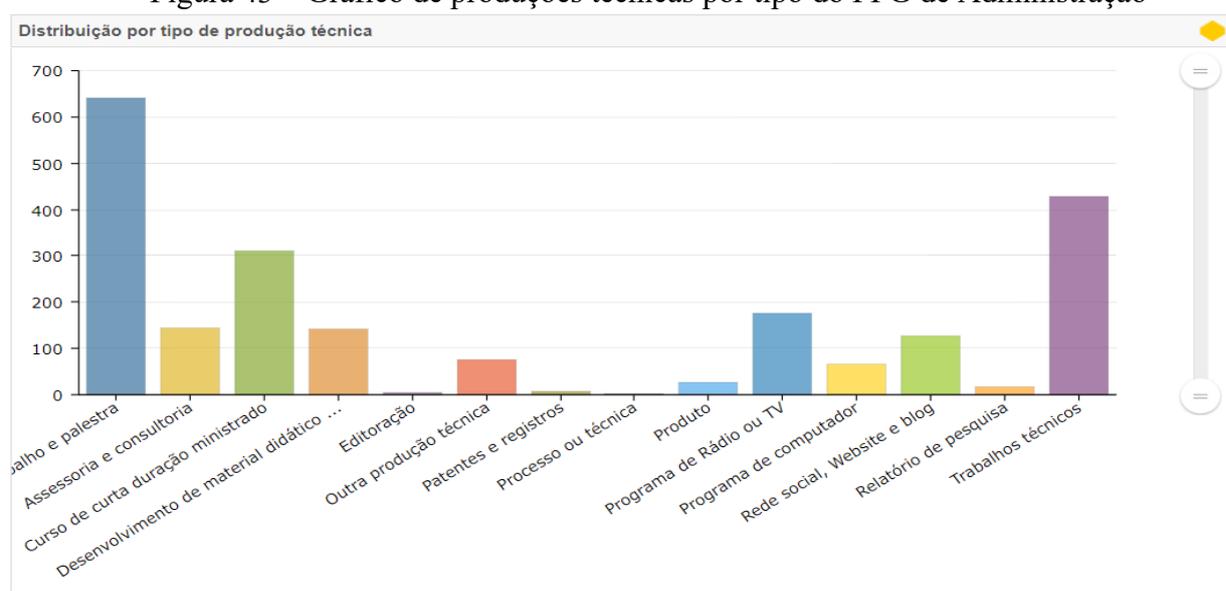
Figura 42 – Gráfico de produções bibliográficas por tipo do PPG de Administração



Fonte: Plataforma Stela Experta.

Ainda em relação aos gráficos comparativos, a Figura 43 a seguir apresenta o número total de produções técnicas por tipo, que foram produzidas e registradas nos perfis do CV Lattes dos egressos do PPG de Administração Profissional da UDESC.

Figura 43 – Gráfico de produções técnicas por tipo do PPG de Administração



Fonte: Plataforma Stela Experta.



PPG. Com os dados da atuação profissional atual dos egressos tabelados, criou-se um banco de dados de extensão ao Stela Experta para gerenciar os dados relacionados ao LinkedIn.

Por fim, a execução do processo de mensuração do ACDK para o PPG de Administração Profissional da UDESC permitiu obter uma visão mais clara das informações geradas pelos egressos do programa e que podem ser utilizadas na gestão do seu Capital *Alumni*. Com a carga de dados nos repositórios de dados, a verificação das conformidades e a montagem de gráficos e relatórios, encerra-se o processo de mensuração. Os resultados obtidos durante a execução do processo podem ser observados nos relatórios e *dashboards* disponíveis no Stela Experta, nos dados encontrados em sua base de dados complementados com as informações do LinkedIn extraídas manualmente, e na demonstração do Plano de mensuração. Com este processo concluído, é iniciado o processo de análise descrito na próxima seção.

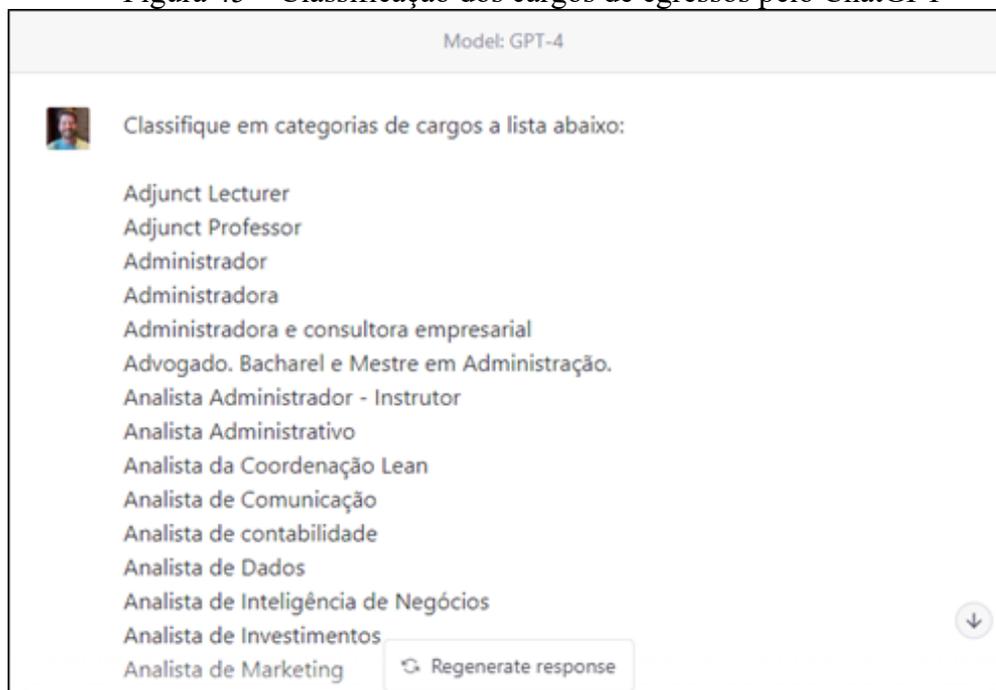
#### 4.3.2.3 Análise

O processo de análise tem como objetivo oferecer uma compreensão mais aprofundada dos dados coletados e mensurados. Dessa forma, utilizando a Plataforma Stela Experta para a geração de relatórios e *dashboards*, incluindo sua base de dados incrementada com dados do LinkedIn, esta seção descreve a execução deste processo do ACDK para explorar os ativos intangíveis do Capital *Alumni*. É importante destacar que a exploração dos dados serve para demonstrar a execução do processo e que não há a intenção de explorar em profundidade as possibilidades de análises. Cada Programa de Pós-Graduação pode ter diferentes necessidades e criar diferentes recursos conforme suas necessidades. Além disso, os programas podem executar diversas vezes o processo do ACDK até que os seus objetivos estratégicos sejam atendidos.

Para responder aos indicadores de nível de contribuição do PPG em seu desenvolvimento profissional e de expectativas atendidas em relação ao PPG, explorou-se os dados extraídos do perfil do LinkedIn. Com os dados da atuação profissional atual dos egressos tabelados, classificou-se os cargos com o auxílio da ferramenta ChatGPT, conforme Figura 45 apresenta. Essa classificação pode explicar de forma indireta se o PPG contribuiu com o desenvolvimento profissional e se as expectativas foram atendidas em relação à proposta do PPG. O resultado dessa classificação dos cargos do LinkedIn pela ferramenta ChatGPT gerou 20 categorias a partir dos dados extraídos do LinkedIn. A ferramenta ChatGPT criou um ponto de partida para essa classificação que foi complementada e revisada manualmente. Assim, foi possível criar uma lista com os totais de cargos classificados em categorias para determinar

quais são as áreas de atuação dos egressos do PPG de Administração Profissional da UDESC, conforme apresenta a Figura 46.

Figura 45 – Classificação dos cargos de egressos pelo ChatGPT



Fonte: ChatGPT.

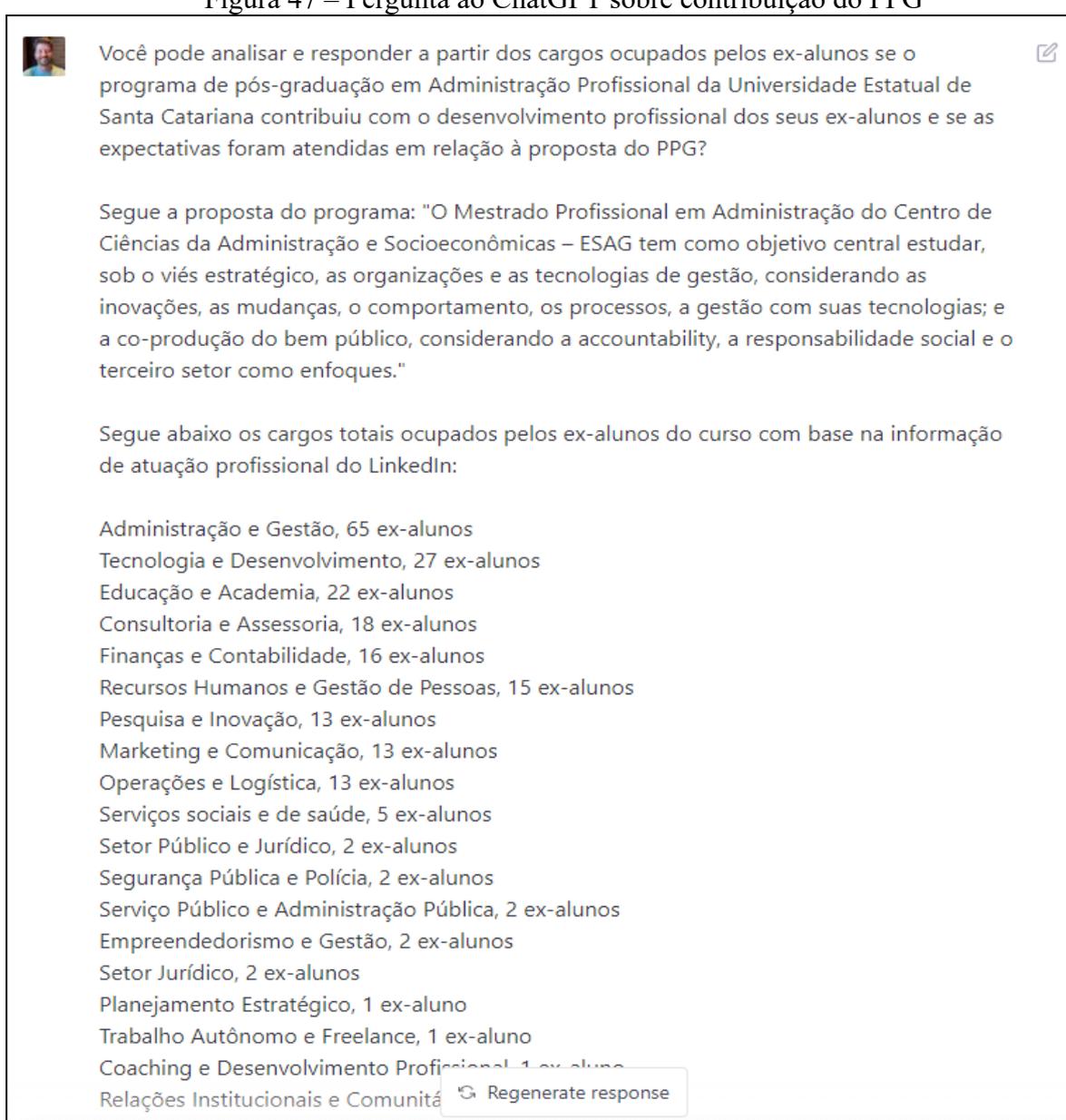
Figura 46 – Total de cargos por categoria ocupados pelos egressos do PPG.

Categoria	Total	%
Administração e Gestão	65	29,28%
Tecnologia e Desenvolvimento	27	12,16%
Educação e Academia	22	9,91%
Consultoria e Assessoria	18	8,11%
Finanças e Contabilidade	16	7,21%
Recursos Humanos e Gestão de Pessoas	15	6,76%
Pesquisa e Inovação	13	5,86%
Marketing e Comunicação	13	5,86%
Operações e Logística	13	5,86%
Serviços sociais e de saúde	5	2,25%
Setor Público e Jurídico	2	0,90%
Segurança Pública e Polícia	2	0,90%
Serviço Público e Administração Pública	2	0,90%
Empreendedorismo e Gestão	2	0,90%
Setor Jurídico	2	0,90%
Planejamento Estratégico	1	0,45%
Trabalho Autônomo e Freelance	1	0,45%
Coaching e Desenvolvimento Profissional	1	0,45%
Relações Institucionais e Comunitárias	1	0,45%
Investimento e Mercado Financeiro	1	0,45%

Fonte: elaborado pelo autor.

Essa lista de cargos resumida em categorias foi então usada para criar análises descritivas e prescritivas com o uso da Inteligência Artificial da ferramenta ChatGPT. Perguntou-se à ferramenta se seria possível analisar e responder, a partir dos cargos ocupados pelos *alumni*, se o PPG contribuiu com o desenvolvimento profissional dos seus *alumni* e se as expectativas foram atendidas em relação à proposta do PPG. A Figura 47 abaixo apresenta esse questionamento feito à IA, com a resposta apresentada na Figura 48. Destaca-se o grande número de cargos *C-Level* exercidos pelos *alumni*, totalizando 16 cargos de diretoria. Além disso, foram identificados 14 cargos de professores ou pesquisadores.

Figura 47 – Pergunta ao ChatGPT sobre contribuição do PPG



Você pode analisar e responder a partir dos cargos ocupados pelos ex-alunos se o programa de pós-graduação em Administração Profissional da Universidade Estadual de Santa Catarina contribuiu com o desenvolvimento profissional dos seus ex-alunos e se as expectativas foram atendidas em relação à proposta do PPG?

Segue a proposta do programa: "O Mestrado Profissional em Administração do Centro de Ciências da Administração e Socioeconômicas – ESAG tem como objetivo central estudar, sob o viés estratégico, as organizações e as tecnologias de gestão, considerando as inovações, as mudanças, o comportamento, os processos, a gestão com suas tecnologias; e a co-produção do bem público, considerando a accountability, a responsabilidade social e o terceiro setor como enfoques."

Segue abaixo os cargos totais ocupados pelos ex-alunos do curso com base na informação de atuação profissional do LinkedIn:

- Administração e Gestão, 65 ex-alunos
- Tecnologia e Desenvolvimento, 27 ex-alunos
- Educação e Academia, 22 ex-alunos
- Consultoria e Assessoria, 18 ex-alunos
- Finanças e Contabilidade, 16 ex-alunos
- Recursos Humanos e Gestão de Pessoas, 15 ex-alunos
- Pesquisa e Inovação, 13 ex-alunos
- Marketing e Comunicação, 13 ex-alunos
- Operações e Logística, 13 ex-alunos
- Serviços sociais e de saúde, 5 ex-alunos
- Setor Público e Jurídico, 2 ex-alunos
- Segurança Pública e Polícia, 2 ex-alunos
- Serviço Público e Administração Pública, 2 ex-alunos
- Empreendedorismo e Gestão, 2 ex-alunos
- Setor Jurídico, 2 ex-alunos
- Planejamento Estratégico, 1 ex-aluno
- Trabalho Autônomo e Freelance, 1 ex-aluno
- Coaching e Desenvolvimento Profissional, 1 ex-aluno
- Relações Institucionais e Comunitárias, 1 ex-aluno

Regenerate response

Fonte: ChatGPT.

Figura 48 – Resposta do ChatGPT sobre contribuição do PPG



Com base nos dados fornecidos, pode-se inferir que o programa de pós-graduação em Administração Profissional da Universidade Estadual de Santa Catarina contribuiu significativamente para o desenvolvimento profissional de seus ex-alunos, visto que os cargos ocupados pelos mesmos são bem diversificados e abrangem diversas áreas de atuação.

É interessante observar que a maioria dos ex-alunos está trabalhando em cargos relacionados à Administração e Gestão, Tecnologia e Desenvolvimento, Educação e Academia, Consultoria e Assessoria, Finanças e Contabilidade, e Recursos Humanos e Gestão de Pessoas, o que indica que o programa foi capaz de preparar seus alunos para atuar em áreas-chave do mercado de trabalho.

Além disso, a presença de ex-alunos em áreas como Pesquisa e Inovação, Marketing e Comunicação, Operações e Logística e Empreendedorismo e Gestão sugere que o programa foi capaz de fornecer habilidades e conhecimentos relevantes para áreas emergentes e em constante evolução.

Outro ponto importante a destacar é a presença de ex-alunos atuando em setores sociais e de saúde, bem como em áreas de Segurança Pública e Polícia, Administração Pública, Planejamento Estratégico e Relações Institucionais e Comunitárias. Isso sugere que o programa também contribuiu para o desenvolvimento de habilidades e conhecimentos relevantes para esses setores, que são importantes para a sociedade.

No entanto, a presença de apenas um ex-aluno trabalhando em Trabalho Autônomo e Freelance, Coaching e Desenvolvimento Profissional, e Investimento e Mercado Financeiro sugere que o programa pode precisar ajustar ou expandir seus currículos para atender melhor as necessidades dessas áreas específicas.

Em resumo, com base nos cargos ocupados pelos ex-alunos do programa de pós-graduação em Administração Profissional da Universidade Estadual de Santa Catarina, pode-se inferir que o programa contribuiu significativamente para o desenvolvimento profissional de seus ex-alunos, fornecendo habilidades e conhecimentos relevantes para áreas-chave do mercado de trabalho e emergentes, bem como para setores importantes para a sociedade.

Fonte: ChatGPT.

Esta resposta do ChatGPT conclui que o PPG, que tem como objetivo central “estudar, sob o viés estratégico, as organizações e as tecnologias de gestão, considerando as inovações, as mudanças, o comportamento, os processos, a gestão com suas tecnologias; e a coprodução

do bem público, considerando a *accountability*, a responsabilidade social e o terceiro setor como enfoques”<sup>63</sup>, contribuiu de forma significativa com o desenvolvimento profissional e forneceu habilidades importantes aos seus *alumni*. Assim, pode-se concluir que o Capital *Alumni* deste programa é relevante e permite um envolvimento para se avançar em ações conjuntas ao PPG. Essa conclusão também vai ao encontro dos depoimentos<sup>64</sup> encontrados no site do programa.

Com base nessa pergunta feita ao ChatGPT, pediu-se à IA que classificasse sua resposta em escala Likert. A Figura 49 apresenta a pergunta realizada, enquanto a Figura 50 apresenta a resposta da IA. Assim como observado no argumento anterior, a resposta da IA classificada em escala Likert demonstra que o programa contribuiu significativamente nas profissões dos seus *alumni* e no seu grau de satisfação com o curso recebido.

Figura 49 – Pergunta ao ChatGPT sobre contribuição do PPG em escala Likert



Com base nessa resposta, você poderia responder as perguntas abaixo em escala Likert?

Questão 1:  
Considerando a atuação profissional dos ex-alunos do programa de pós-graduação em Administração Profissional da Universidade Estadual de Santa Catarina, qual a sua opinião sobre a contribuição do programa para o desenvolvimento profissional dos seus ex-alunos?

1 - Não contribuiu em nada  
2 - Contribuiu pouco  
3 - Contribuiu moderadamente  
4 - Contribuiu bastante  
5 - Contribuiu extremamente

Questão 2:  
Considerando a proposta do programa de pós-graduação em Administração Profissional da Universidade Estadual de Santa Catarina, qual a sua opinião sobre se as expectativas foram atendidas em relação à proposta do PPG?

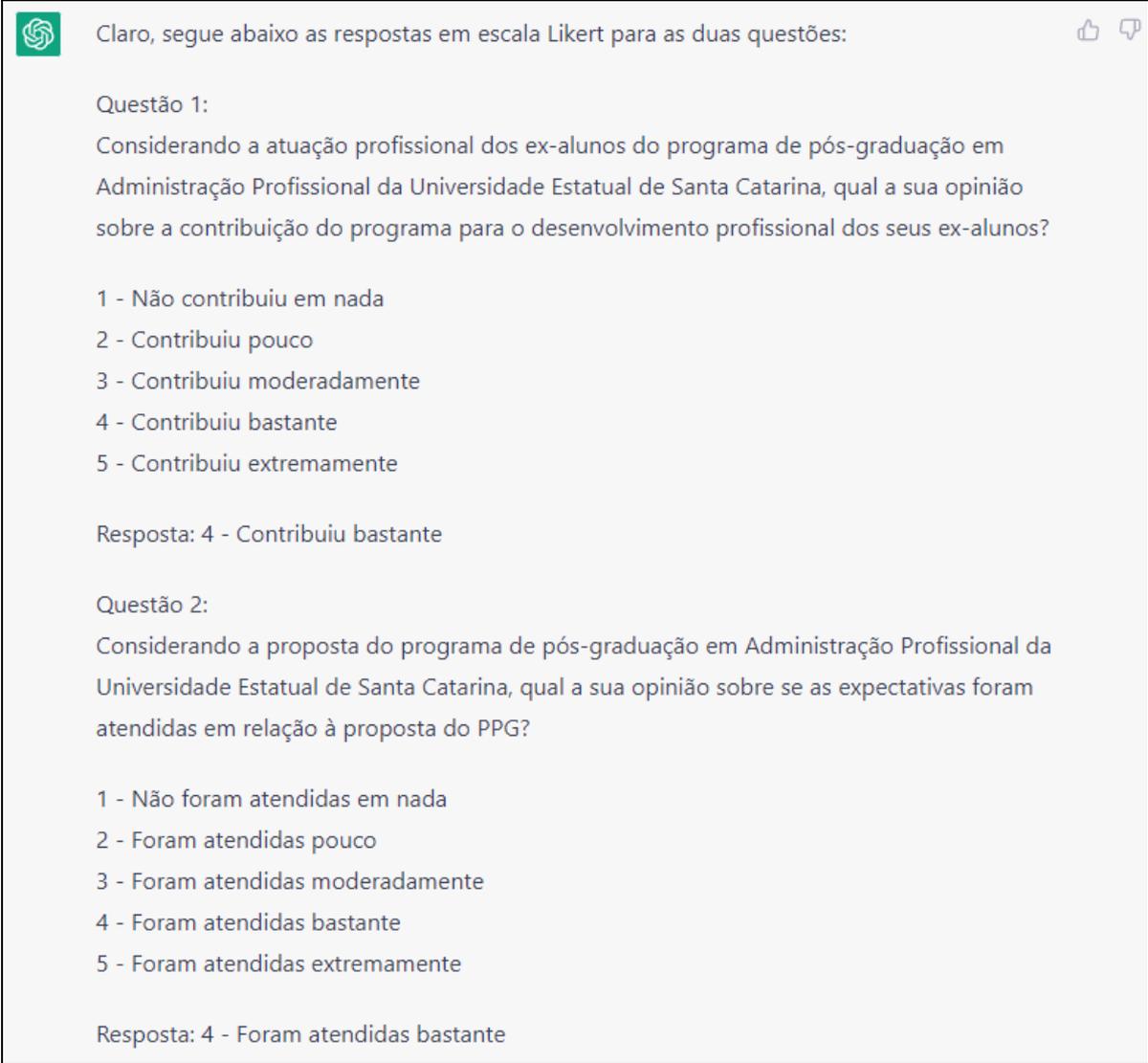
1 - Não foram atendidas em nada  
2 - Foram atendidas pouco  
3 - Foram atendidas moderadamente  
4 - Foram atendidas bastante  
5 - Foram atendidas extremamente

Fonte: ChatGPT.

<sup>63</sup> Mestrado Profissional da ESAG/UDESC. Disponível em: <https://www.udesc.br/esag/mestradoprofissional>.

<sup>64</sup> Depoimentos de egressos do Mestrado Profissional da UDESC. Disponível em: <https://www.udesc.br/esag/mestradoprofissional/egressos>.

Figura 50 – Resposta do ChatGPT sobre contribuição do PPG em escala Likert



Claro, segue abaixo as respostas em escala Likert para as duas questões: 👍 🗨

Questão 1:  
Considerando a atuação profissional dos ex-alunos do programa de pós-graduação em Administração Profissional da Universidade Estadual de Santa Catarina, qual a sua opinião sobre a contribuição do programa para o desenvolvimento profissional dos seus ex-alunos?

1 - Não contribuiu em nada  
2 - Contribuiu pouco  
3 - Contribuiu moderadamente  
4 - Contribuiu bastante  
5 - Contribuiu extremamente

Resposta: 4 - Contribuiu bastante

Questão 2:  
Considerando a proposta do programa de pós-graduação em Administração Profissional da Universidade Estadual de Santa Catarina, qual a sua opinião sobre se as expectativas foram atendidas em relação à proposta do PPG?

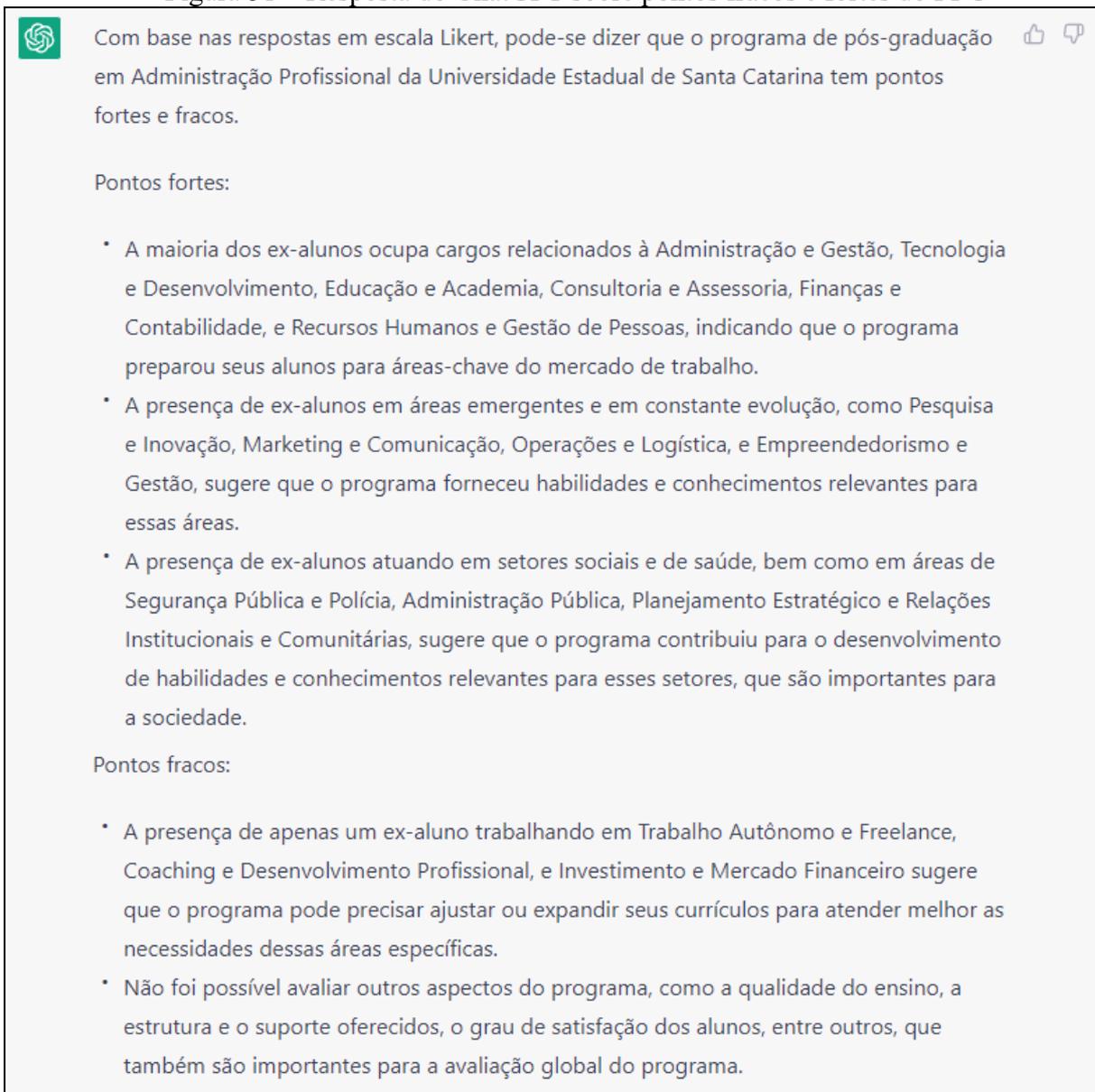
1 - Não foram atendidas em nada  
2 - Foram atendidas pouco  
3 - Foram atendidas moderadamente  
4 - Foram atendidas bastante  
5 - Foram atendidas extremamente

Resposta: 4 - Foram atendidas bastante

Fonte: ChatGPT.

Por fim, para concluir essa análise utilizando a IA do ChatGPT, perguntou-se à ferramenta quais eram os pontos fortes e fracos do programa com base nos cargos e nas inferências geradas pela IA. Como resultado esperado de uma resposta humana, o ChatGPT concluiu que os pontos fortes estão relacionados aos cargos ligados à Administração e Gestão, com um número representativo de *alumni* em Tecnologia e Desenvolvimento, Educação e Academia (professores), e RH e Gestão de Pessoas. Para categorias com poucos cargos, a ferramenta sugeriu a análise do currículo para o PPG expandir sua área de atuação. Além disso, destacou que apenas os aspectos relacionados a cargos foram considerados nessa análise, sendo necessário avaliar a qualidade do ensino, a estrutura oferecida, a satisfação e outros elementos para ter uma avaliação global do programa.

Figura 51 – Resposta do ChatGPT sobre pontos fracos e fortes do PPG



Com base nas respostas em escala Likert, pode-se dizer que o programa de pós-graduação em Administração Profissional da Universidade Estadual de Santa Catarina tem pontos fortes e fracos.

Pontos fortes:

- A maioria dos ex-alunos ocupa cargos relacionados à Administração e Gestão, Tecnologia e Desenvolvimento, Educação e Academia, Consultoria e Assessoria, Finanças e Contabilidade, e Recursos Humanos e Gestão de Pessoas, indicando que o programa preparou seus alunos para áreas-chave do mercado de trabalho.
- A presença de ex-alunos em áreas emergentes e em constante evolução, como Pesquisa e Inovação, Marketing e Comunicação, Operações e Logística, e Empreendedorismo e Gestão, sugere que o programa forneceu habilidades e conhecimentos relevantes para essas áreas.
- A presença de ex-alunos atuando em setores sociais e de saúde, bem como em áreas de Segurança Pública e Polícia, Administração Pública, Planejamento Estratégico e Relações Institucionais e Comunitárias, sugere que o programa contribuiu para o desenvolvimento de habilidades e conhecimentos relevantes para esses setores, que são importantes para a sociedade.

Pontos fracos:

- A presença de apenas um ex-aluno trabalhando em Trabalho Autônomo e Freelance, Coaching e Desenvolvimento Profissional, e Investimento e Mercado Financeiro sugere que o programa pode precisar ajustar ou expandir seus currículos para atender melhor as necessidades dessas áreas específicas.
- Não foi possível avaliar outros aspectos do programa, como a qualidade do ensino, a estrutura e o suporte oferecidos, o grau de satisfação dos alunos, entre outros, que também são importantes para a avaliação global do programa.

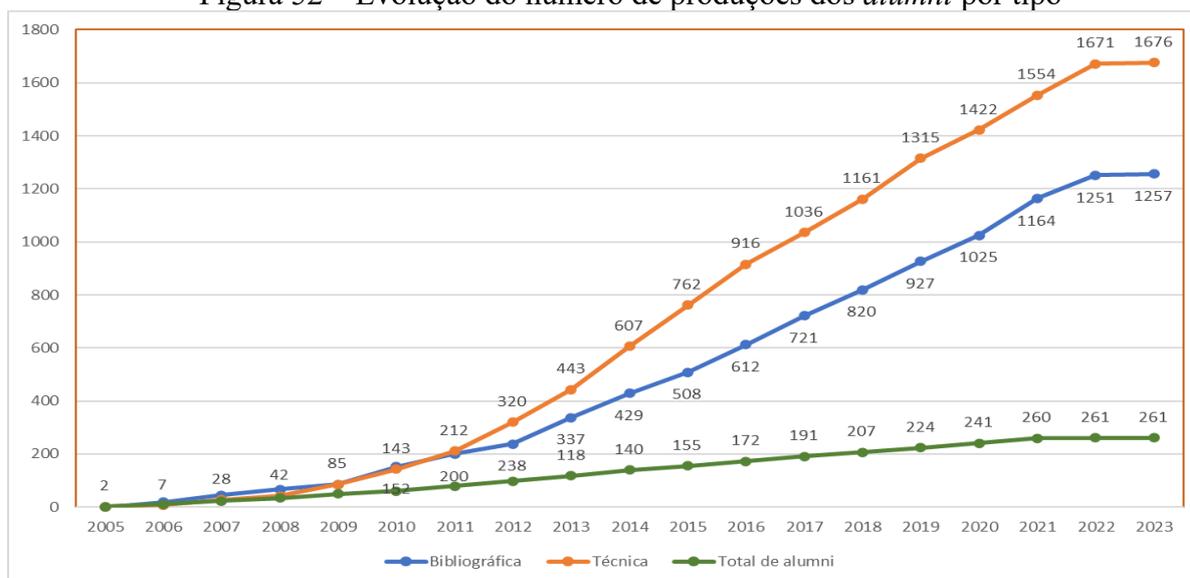
Fonte: ChatGPT.

Com relação ao indicador de número de egressos participantes em ações de ensino, pesquisa e extensão do PPG descrito no Planejamento estratégico, não foram encontrados ex-alunos que estão trabalhando nessas ações e áreas no PPG. As informações disponíveis no LinkedIn e o CV Lattes não foram suficientes para responder a esse indicador. Entretanto, dos 281 *alumni* identificados, 8 possuem a organização de vínculo atual a UDESC ou a ESAG. Desses 8 *alumni*, 3 são professores, 3 trabalham como técnicos ou administradores, 1 é pesquisador, e 1 é diretor de extensão, cultura e comunidade.

Com relação aos indicadores de número de produções bibliográficas e técnicas elaboradas pelos *alumni*, as informações geradas pela Plataforma Stela Experta são suficientes

para responder, como apresentado na Figura 52 e Figura 53. Em 2023, o total de produções técnicas produzidas pelos egressos chegou a 1.676, segundo as informações contidas no CV Lattes, enquanto o total de produções bibliográficas chegou a 1.257. A Figura 52 apresenta as linhas de evolução desses números de produções técnicas e bibliográficas nas cores laranja e azul, respectivamente. Além disso, o gráfico apresenta a evolução do número de egressos em cada ano na linha de cor verde.

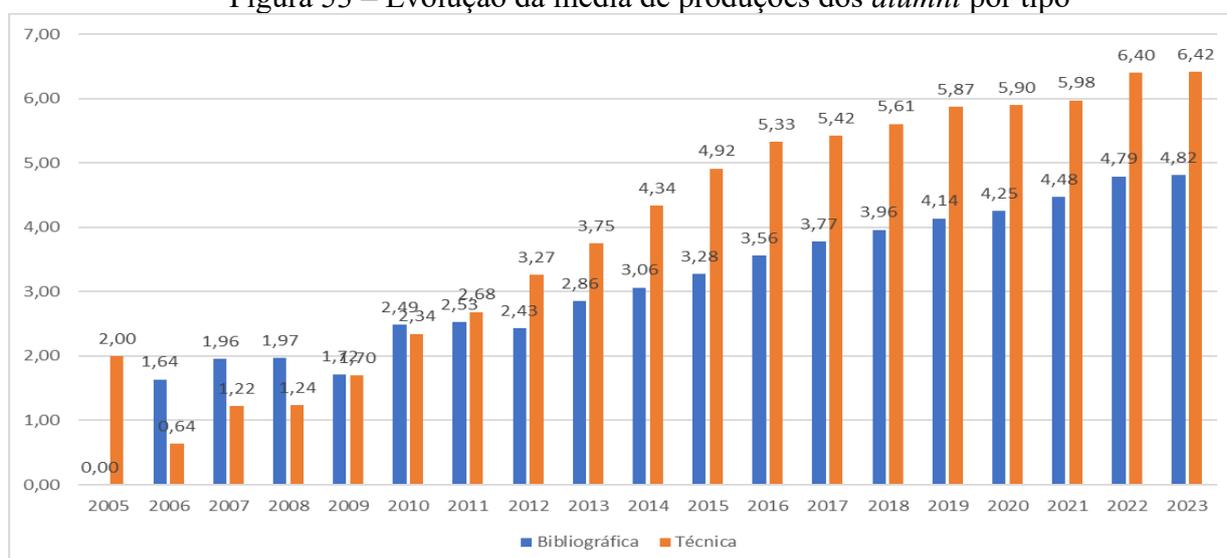
Figura 52 – Evolução do número de produções dos *alumni* por tipo



Fonte: elaborado pelo autor.

A Figura 53, por sua vez, apresenta a evolução da média de produções dos *alumni* do PPG. Para apresentar esse gráfico de evolução, foram somadas as produções produzidas pelos egressos no ano, dividido pelo número total de egressos no ano.

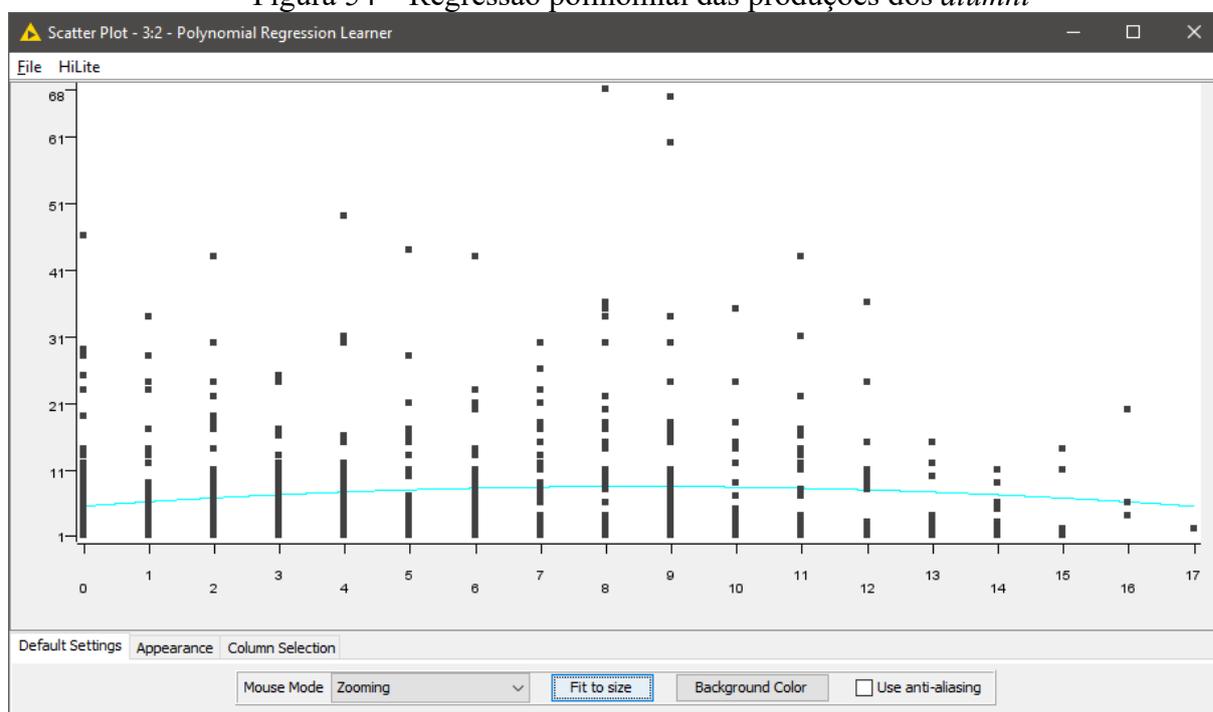
Figura 53 – Evolução da média de produções dos *alumni* por tipo



Fonte: elaborado pelo autor.

Também buscou-se explorar esses dados com uma análise avançada, de modo a tentar responder com análises preditivas o número de produções que serão produzidos pelos *alumni* conforme o tempo da obtenção do título de mestre. Para essa análise, foram utilizadas as ferramentas KNIME Analytics<sup>65</sup> e o pacote de Análise de Dados<sup>66</sup> do Excel. Segundo informações em seu site, o KNIME Analytics é um “*software* para criar e produzir Ciência de Dados usando um ambiente fácil e intuitivo, permitindo que todas as partes interessadas no processo de Ciência de Dados se concentrem no que fazem de melhor”. A Análise de Dados do Excel é uma ferramenta que “permite que você entenda seus dados por meio de consultas de linguagem natural que permitem fazer perguntas sobre seus dados sem ter que escrever fórmulas complicadas. Além disso, Analisar Dados fornece resumos visuais de alto nível, tendências e padrões”. A tentativa mais bem-sucedida para criar uma regressão que possibilite observar as tendências de elaboração de produções com o passar dos anos pelos *alumni* é apresentada na Figura 54.

Figura 54 – Regressão polinomial das produções dos *alumni*



Fonte: elaborado pelo autor.

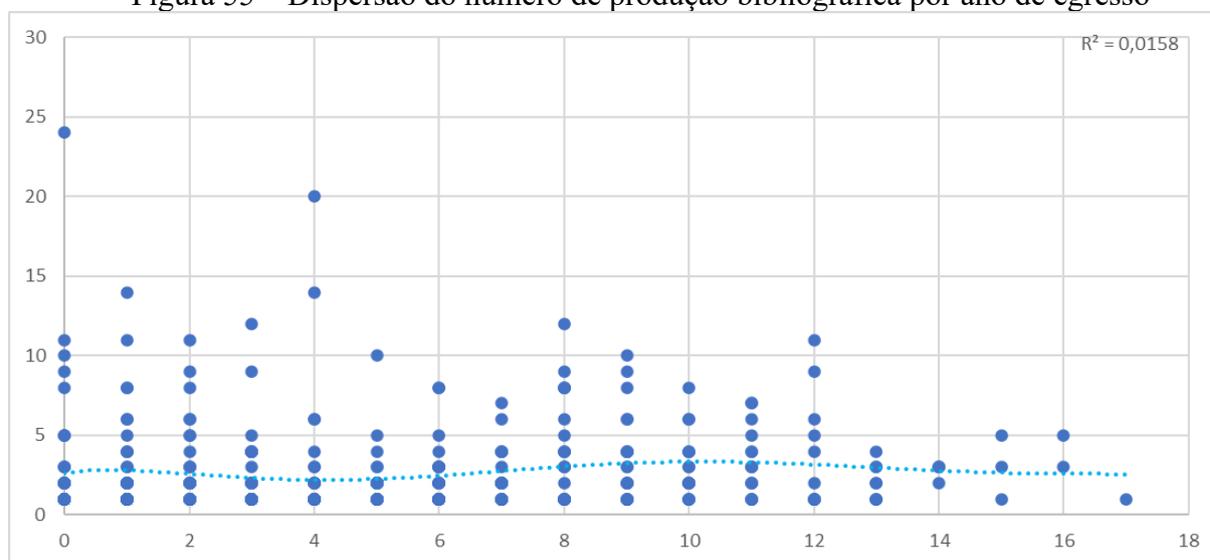
<sup>65</sup> KNIME Analytics. Disponível em: <https://www.knime.com/>.

<sup>66</sup> Pacote de Análise de Dados do Excel. Disponível em: <https://support.microsoft.com/pt-br/office/an%C3%A1lise-de-dados-no-excel-3223aab8-f543-4fda-85ed-76bb0295ffc4>.

A Figura 54 apresenta o total de produções registradas para cada egresso de acordo com o ano de formação, considerando 0 como o ano da obtenção do título de mestre. Para essa análise, foram testadas duas regressões: uma linear e uma polinomial. A regressão polinomial apresentou o maior coeficiente  $R^2$  registrado, indicando um melhor poder preditivo do modelo de regressão. A linha em azul claro representa a tendência do número de produções ao longo do tempo após a formação pelo egresso. No entanto, segundo a análise realizada por Jaison Amantino Probst, pós-graduando em *Data Science Analytics* pela Universidade de São Paulo e colaborador desta tese, essa amostra não apresenta um modelo adequado, de acordo com seus testes com Box-Cox e Shapiro-Francia. Dessa forma, outros algoritmos poderiam ser testados para verificar modelos com melhor predição.

A Figura 55 e a Figura 56 apresentam gráficos de dispersão que representam o total de produções registradas no CV Lattes de cada egresso. No eixo X, tem-se o ano após a obtenção do título de mestre, enquanto o eixo Y representa o total de produções para aquele ano. Cada ponto no gráfico representa a produção de um egresso naquele ano. A Figura 55 apresenta o número de produções bibliográficas na cor azul e a linha de tendência na cor azul clara.

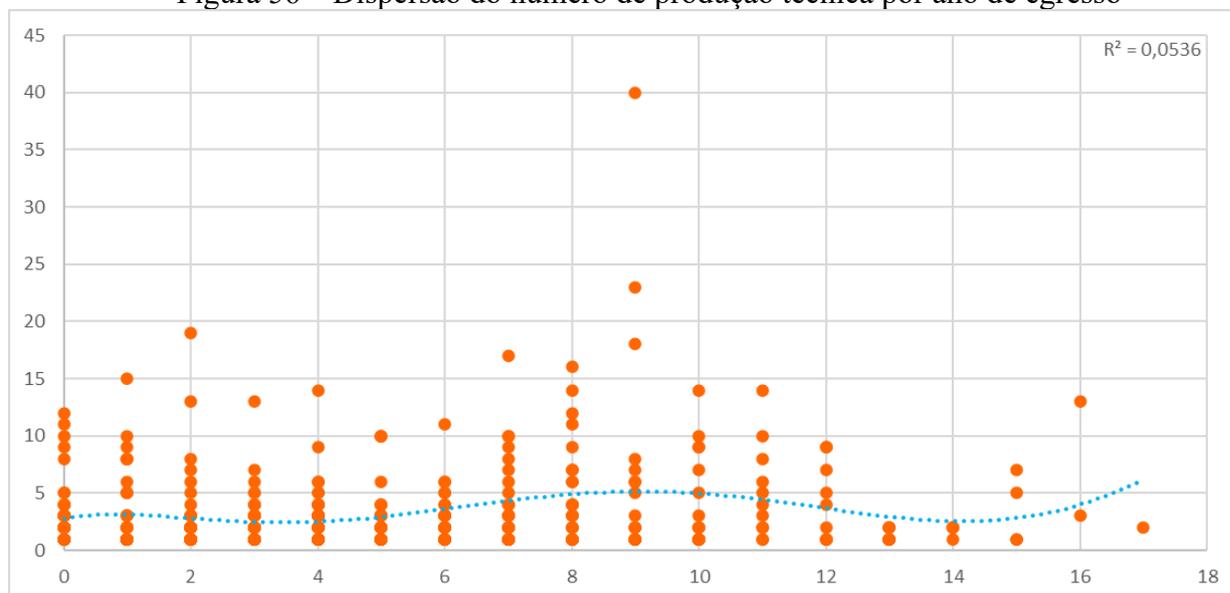
Figura 55 – Dispersão do número de produção bibliográfica por ano de egresso



Fonte: elaborado pelo autor.

A Figura 56 apresenta o número de produções técnicas na cor laranja e a linha de tendência na cor azul claro. Assim como na Figura 55, o eixo X representa o ano após a obtenção do título de mestre e o eixo Y representa o total de produções para aquele ano.

Figura 56 – Dispersão do número de produção técnica por ano de egresso



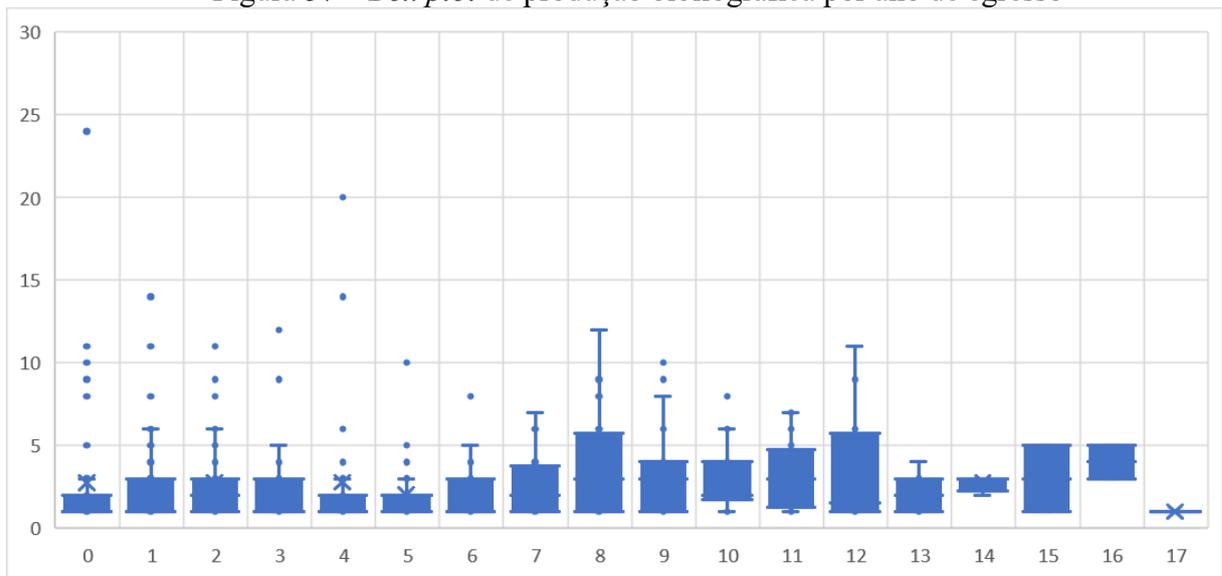
Fonte: elaborado pelo autor.

Nos gráficos das Figura 55 e Figura 56, não é possível observar um padrão exato na linha de tendência. No entanto, nota-se que há um aumento no número de produções, bibliográficas e técnicas, nos primeiros dois anos após a obtenção do título de mestre, seguido por uma pequena queda nos 3 a 5 anos seguintes. Após esse período, há um novo aumento no número de produções, entre 6 e 12 anos, seguido por outra queda nos 13 aos 15 anos, com uma última elevação no número de produções. Uma hipótese para esse aumento no número de produções entre 6 e 12 anos é a realização de uma nova formação em nível de doutorado pelos *alumni*. No entanto, para confirmar essa hipótese, é necessário incluir dados sobre formação em nível de doutorado e realizar novas análises.

A Figura 57 e Figura 58 apresentam gráficos de *box plot* com as informações sobre as produções registradas pelos egressos ao longo dos anos após a titulação. Esses gráficos contêm os mesmos valores apresentados na Figura 55 e Figura 56, com o eixo X representando o ano após a obtenção do título de mestre e o eixo Y representando o total de produções para aquele ano. No entanto, a função do *box plot*, ou “caixa estreita” em português, foi adicionada ao gráfico de dispersão para representar a distribuição dos dados. A caixa estreita é uma ferramenta útil para identificar *outliers* (valores extremos) e para comparar a distribuição dos dados entre diferentes grupos ou períodos. A ferramenta permite observar a mediana, quartis e a dispersão dos dados de maneira simplificada e objetiva. O gráfico de caixa estreita, por sua vez, é uma variação útil para visualização de múltiplas caixas em um mesmo gráfico e facilita a comparação entre as distribuições dos dados. Essa representação é composta por uma caixa e

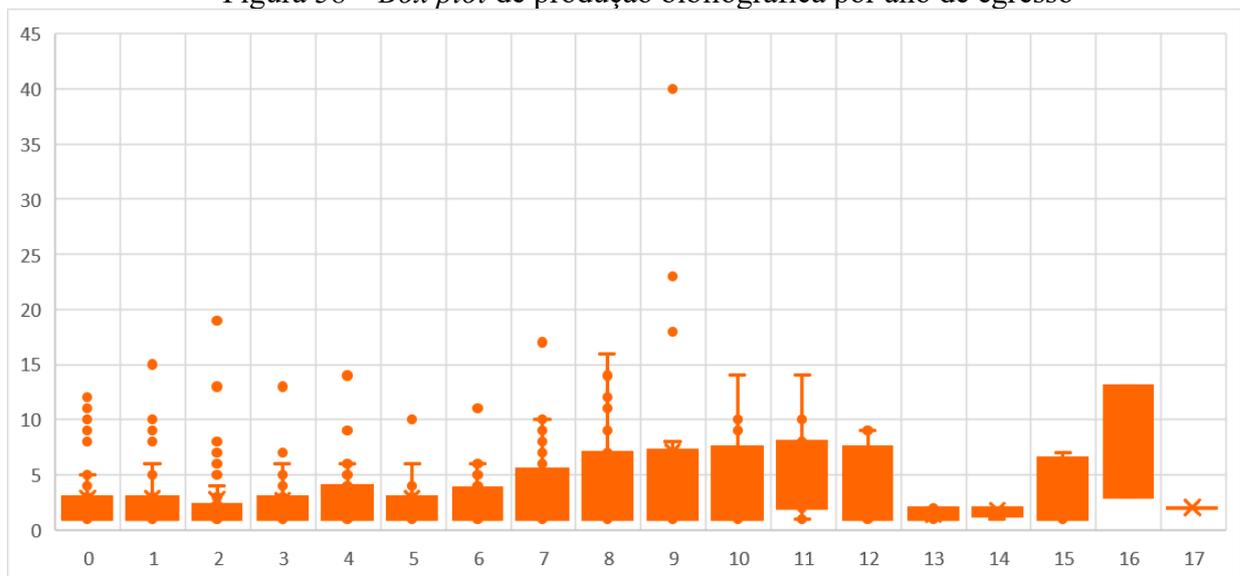
dois “bigodes” (linhas que se estendem a partir da caixa), que representam a amplitude dos dados e a dispersão dos valores. A caixa é traçada entre o primeiro e o terceiro quartis dos dados, com uma linha no meio representando a mediana. Os “bigodes” são traçados a partir dos limites inferior e superior da caixa até os valores extremos, que estão dentro de um intervalo estabelecido (tipicamente 1,5 vezes o comprimento da caixa ou até o valor máximo/mínimo dos dados).

Figura 57 – *Box plot* de produção bibliográfica por ano de egresso



Fonte: elaborado pelo autor.

Figura 58 – *Box plot* de produção bibliográfica por ano de egresso



Fonte: elaborado pelo autor.

Finalmente, com as análises apresentadas ao longo desta seção, encerra-se a demonstração da execução do processo de análise dos dados do Programa de Pós-Graduação

Profissional em Administração. Em seguida, será apresentada a demonstração da execução do processo de avaliação com base nos artefatos gerados.

#### 4.3.2.4 Avaliação

Este processo do ACDK orienta a avaliação das informações e conhecimentos gerados no decorrer da execução dos processos de planejamento, mensuração e análise. Os artefatos utilizados como entrada para essa análise são o Plano de mensuração e os Relatórios e *dashboards*.

A primeira tarefa executada foi envolver os interessados, representados pelo Professor Denilson Sell e pelo especialista Fernando Borges Montenegro. Ao examinar os resultados obtidos, percebeu-se o potencial em analisar as informações dos *alumni* por meio das ferramentas utilizadas no processo de mensuração e análise.

Os cinco indicadores propostos na demonstração do Plano de mensuração foram mensurados e analisados. O indicador que não apresentou resultados, devido à falta de informações no LinkedIn, foi o número de egressos participantes em ações de ensino, pesquisa e extensão do PPG. Para este indicador, sugere-se a inclusão de mais fontes de dados ou entrevistas com grupos específicos.

Para os indicadores de nível de contribuição do PPG em desenvolvimento profissional e expectativas atendidas em relação ao PPG, foram utilizados os dados do LinkedIn e da IA do ChatGPT. As análises descritivas e prescritivas geraram resultados promissores, tanto na ajuda para criação de categorias para análise dos cargos quanto nas análises e respostas obtidas em uma inferência sobre o nível de contribuição do PPG nas carreiras profissionais dos *alumni*. Como observação, a IA ponderou que seria necessário ter mais informações, como qualidade de ensino, estrutura e satisfação dos *alumni*, para chegar a uma avaliação global do PPG de Administração Profissional. Além disso, é importante observar que o ChatGPT oferece suporte a essas tarefas de análise, mas é necessário utilizar outras fontes para maior precisão. Ao se questionar o grau de confiança das respostas do ChatGPT, a própria ferramenta explica esse ponto com o texto a seguir.

Como um modelo de linguagem treinado pela OpenAI, o ChatGPT está programado para fornecer respostas precisas e relevantes com base em seu treinamento em grandes conjuntos de dados. No entanto, é importante lembrar que as respostas fornecidas pelo ChatGPT são geradas automaticamente e podem não ser perfeitamente precisas em todas as situações. É recomendável usar as respostas do ChatGPT apenas como uma fonte adicional de informação e sempre verificar a precisão das informações com outras fontes confiáveis. O ChatGPT não pode ser responsabilizado por quaisquer danos ou prejuízos resultantes do uso das informações fornecidas.

Os indicadores de número de produções bibliográficas e número de produções técnicas foram explorados com base nos dados da Plataforma Stela Experta, com informações do CV Lattes. As informações de totais por tipos geraram o resultado esperado. As médias e evoluções no número de produções também trouxeram informações relevantes ao contexto, permitindo a criação de análises descritivas. Contudo, essa primeira iteração para gerar análises avançadas, como análise preditiva, não gerou o resultado esperado, pois não foi observado um padrão de tendência para se criar uma predição. Como recomendação para próximas análises, sugere-se a inclusão de novos dados e a verificação com outras técnicas. Quanto à utilização do mapa de tópicos, essa função ajudou na identificação de padrões de conceitos explorados em conjunto, indicando possíveis tendências de pesquisas realizadas pelos *alumni* do PPG. Essas tendências podem ser exploradas com mais profundidade em uma próxima iteração.

#### 4.3.2.5 Comunicação

Na execução do ciclo padrão do *framework* do ACDK, este é o último processo a ser instanciado. A tarefa de planejar e elaborar o conteúdo da execução dos processos anteriores se materializa nessas seções, que descrevem a instanciação do *framework* com os processos de planejamento, mensuração, análise e avaliação. O conteúdo gerado nesta seção 4.3.2 descreve a execução dos processos e demonstra a viabilidade do *framework* proposto, contribuindo com uma análise sobre as informações dos ativos intangíveis ligados ao Capital *Alumni* do PPG Profissional em Administração da ESAG/UEDESC. Como uma tarefa futura, pode-se enviar o resultado dessa análise na demonstração do ACDK ao coordenador do PPG e ao colegiado. Dessa forma, encerra-se este ciclo e permite-se que um novo ciclo de execução do *framework* do ACDK seja iniciado com mais fontes de dados, propostas de indicadores e interessados envolvidos.

## 5 CONCLUSÕES, CONTRIBUIÇÕES E TRABALHOS FUTUROS

Este capítulo apresenta as conclusões da pesquisa realizada sobre os temas de Capital Intelectual, Ciência de Dados e Engenharia do Conhecimento para apoio à gestão do Capital *Alumni* em Programas de Pós-Graduação, que resultou no desenvolvimento do *framework* ACDK. Serão apresentados os principais resultados alcançados, as contribuições desta pesquisa e sugestões para trabalhos futuros. Além disso, apresenta-se um resumo da pesquisa realizada para a conclusão desta tese.

Primeiramente, é importante retomar a origem desta pesquisa. Durante o doutorado, o autor desta tese participou da atividade acadêmica estratégica da comissão da Plataforma Sucupira do PPGEGC. Essa participação permitiu ao autor conhecer em profundidade o processo de avaliação realizado pela CAPES nos PPGs, conforme apresentado na seção 1.1. O autor teve contato com a Plataforma Sucupira, utilizada para o preenchimento dos dados do PPG, incluindo informações sobre o programa, linhas de pesquisa, docentes, discentes, disciplinas, turmas, projetos de pesquisa, produções, entre outros. Ao observar o trabalho demandado aos coordenadores de PPGs, surgiram ideias para tentar tornar esse processo mais simples por meio da Engenharia do Conhecimento. Apesar do grande trabalho para preencher essas informações, o ponto de maior destaque foi a solicitação de informações de egressos na quadrienal de 2020 pela CAPES. Dada a experiência do autor na construção de tecnologias para *expertise location* e extração de informações da Plataforma CV Lattes, entendia-se que os coordenadores de PPGs precisariam de apoio para preencher de forma eficaz e eficiente essas informações de egressos, conforme a seção 3.3.1 apresenta.

A partir de uma pesquisa exploratória na literatura sobre o tema, concluiu-se que havia uma possibilidade de avançar em soluções práticas para orientar o processo de análises de informações sobre egressos. Essa conclusão é descrita na seção 3.3.2, na qual as pesquisas realizadas buscaram analisar soluções teóricas e empíricas de abordagens para observar trajetórias de egressos. Com essa possibilidade de contribuição, iniciou-se um processo estruturado de pesquisa com as orientações do orientador e coorientador. A partir desse ponto, foram estudados os arcabouços relacionados à *Design Science Research* para a realização de uma pesquisa fortemente embasada que contribuísse para o avanço da ciência, com relevância, ineditismo e não trivialidade. A pesquisa sobre arcabouços da DSR evidenciou que a metodologia era adequada para se trabalhar com as análises de trajetórias de egressos. Dado o contexto do PPGEGC, onde as pesquisas realizadas precisam estar alinhadas com as definições

e linhas de pesquisas do programa, além do tema egressos, foram adicionados a esta pesquisa os temas de Capital Intelectual e Engenharia do Conhecimento. O Capital Intelectual fornece métodos para a gestão e mensuração do Capital Humano, Relacional e Estrutural, e a Engenharia do Conhecimento fornece processos de modelagem de conhecimento para criação de SBCs e métodos e técnicas para a descoberta de conhecimento como KDD e KDT. Ao se explorar essas técnicas de descoberta de conhecimento, observou-se outras técnicas que estavam relacionadas à teoria da Ciência de Dados. Com esse aporte teórico do Capital Intelectual, Engenharia do Conhecimento e Ciência de Dados, iniciou-se uma pesquisa integrativa da literatura para observar o estado da arte dessas teorias aplicadas ao contexto de egressos em Programas de Pós-Graduação. A seção 3.3.3 detalha essa pesquisa integrativa, mostrando a não existência de trabalhos realizados com essas teorias no contexto dos egressos.

O resultado da pesquisa integrativa guiou a definição dos objetivos da solução proposta nesta tese e possibilitou a criação do conteúdo de fundamentação teórica apresentado nas seções 2.1 e 2.2, onde são analisadas as teorias do Capital Intelectual e da Ciência de Dados, trazendo as definições basilares desta pesquisa. Além disso, foram adicionadas as definições sobre o Capital *Alumni* e sobre o termo *alumni* adotado nesta tese. A partir dessa fundamentação e dos objetivos da solução, com base na metodologia da DSR, iniciou-se o processo de projeto da solução, descrito na seção 4.1. Os constructos da solução apresentam o ambiente com seus diversos atores e sistemas, a integração da base de conhecimento (CI, CD e EC) e a solução teórica proposta. Essa solução teórica permitiu o desenvolvimento do artefato do tipo *framework*, batizado de ACDK (*Alumni Capital Data and Knowledge*), que propõe processos de planejamento, mensuração, análise, avaliação e comunicação para que um PPG possa desenvolver uma solução para mensurar e analisar seu Capital *Alumni*. A solução resultante da execução do ACDK possibilita a gestão dos ativos intangíveis relacionados ao Capital *Alumni* do PPG, permitindo a instrumentalização do PPG para abordar esse tema de egressos, melhorar sua gestão dos *alumni* e obter mais informações para o preenchimento de dados sobre os *alumni* no processo de avaliação da CAPES.

Durante a realização desta pesquisa, foram seguidas as sete diretrizes para a condução de uma DSR apresentadas por Hevner (2004) no Quadro 15. Essencialmente, o objetivo desta pesquisa foi criar um constructo e um *framework* para ajudar os PPGs na gestão do seu Capital *Alumni*. Essa gestão é importante para garantir a satisfação dos alunos do programa e também para criar oportunidades valiosas de relacionamento, conforme a definição de Capital *Alumni* apresentada nesta tese. Além disso, partiu-se de um cenário em que a agência reguladora da

pós-graduação brasileira incluiu em seus critérios de avaliação informações sobre os egressos dos PPGs, obrigando os PPGs a terem mais informações sobre seus *alumni* para apresentar informações relevantes sobre seus destaques e realizações. Portanto, cumpriu-se a 1ª e 2ª diretriz proposta por Hevner (2004) com a construção de artefatos tecnológicos para a resolução de problemas importantes e relevantes. Na 3ª diretriz, o autor orienta a execução da avaliação do projeto, demonstrando a sua qualidade. Como 4ª e 5ª diretrizes, Hevner (2004) orienta que a pesquisa utilize métodos rigorosos para a construção dos artefatos e que o artefato proposto utilize os meios tecnológicos disponíveis para satisfazer as regras do ambiente do problema. Nesta pesquisa, buscou-se trazer um resumo dos métodos da Ciência de Dados e Engenharia do Conhecimento para a criação de soluções analíticas para os PPGs. Por fim, a 7ª diretriz orienta a comunicação da pesquisa para o público adequado, o que faz parte do rito da defesa de doutorado, e também busca-se criar mais documentos de divulgação, conforme apresentado na seção 3.3.7.

Portanto, seguir a metodologia DSR garantiu a elaboração do *framework* proposto, que está alinhado com o problema contextualizado e apresentado nas seções 1.2 e 1.3 desta pesquisa. Assim, também se respondeu adequadamente à pergunta de pesquisa, criando um *framework* composto de processos, conceitos, exemplos, técnicas e indicadores para abordar a gestão do Capital *Alumni* e orientar o processo analítico de dados associados aos egressos, a fim de atender às demandas dos PPGs relacionadas à avaliação da CAPES. Além de entregar uma resposta à pergunta de pesquisa, os objetivos foram atingidos. Dessa forma, foi possível propor um *framework* para orientar o processo de gestão de demandas analíticas do Capital *Alumni* em Programas de Pós-Graduação, conforme o objetivo geral, e atender aos demais objetivos específicos. O primeiro foi definir uma abordagem analítica para a gestão do Capital *Alumni* de PPGs, com base nas teorias do Capital Intelectual, da Ciência de Dados e da Engenharia do Conhecimento, que pode ser analisada na seção 4.1, onde se apresentam os constructos da solução. O segundo objetivo específico foi criar uma estrutura para orientar as atividades de coleta e tratamento de dados, informações e conhecimento para apoiar as demandas analíticas de gestão do Capital *Alumni*, o que foi materializado na seção 4.2 com o *framework* proposto. Por último, o terceiro objetivo específico foi instanciar o *framework* proposto e avaliá-lo a partir da perspectiva de contribuição de conhecimento da *Design Science Research (DSR)*. A instanciação do *framework* ocorreu no contexto do Programa de Pós-Graduação de Administração Profissional da ESAG/UDESC. Nessa instanciação, foram abordadas ferramentas para a coleta e mensuração de dados dos egressos do PPG, além da

criação de análises descritivas, preditivas e prescritivas. Essa instanciação pode ser analisada na seção 4.3.2 e a avaliação quanto à DSR pode ser observada na seção 3.3.6.

Com relação à avaliação da solução proposta, na perspectiva de contribuição de conhecimento da DSR, observa-se que esta pesquisa está localizada nos quadrantes de melhoria e exaptação no *framework* de contribuição de conhecimento em DSR de Gregor e Hevner (2013). Melhoria por criar um caminho comum para guiar os PPGs nas tarefas de análise dos seus egressos, trazendo a visão do Capital *Alumni* e a gestão dos seus ativos intangíveis. E exaptação por agregar diferentes teorias de conhecimento, como o Capital Intelectual, a Ciência de Dados e a Engenharia do Conhecimento, para propor uma solução teórica e um *framework* que conduz um *workflow* completo para a gestão, mensuração e análises avançadas (predição e prescrição) dos ativos do Capital *Alumni*. O detalhamento dessa contribuição pode ser visto na seção 3.3.6.

Ainda em relação aos resultados desta pesquisa, a etapa de instanciação do *framework* proporcionou uma visão geral dos quesitos/itens sobre egressos das 49 áreas de avaliação. Essa análise resultou na criação de um catálogo de indicadores presentes nas fichas de avaliação da CAPES de 2020. Essa análise permite identificar indicadores que não foram mapeados na literatura do Capital Intelectual em relação ao componente do Capital *Alumni*, permitindo assim a expansão da literatura que aborda a mensuração do Capital Intelectual em IES. Os principais trabalhos analisados nesta pesquisa que mensuram o Capital Intelectual em IES são os trabalhos de Pedro (2018) e Ramírez e Gordillo (2014), que foram utilizados no desenvolvimento do *framework* ACDK. Entretanto, esses trabalhos não detalham os indicadores de *alumni*, conforme o catálogo de indicadores apresentado na seção 4.3.1. O mesmo ocorre para os trabalhos correlatos de modelos de mensuração do Capital Intelectual apresentados no Quadro 13. A seguir, discutem-se as contribuições desta tese.

## 5.1 CONTRIBUIÇÕES

Como resultado do objetivo geral desta pesquisa, criou-se uma proposta de *framework* para orientar o processo de gestão de demandas analíticas do Capital *Alumni* em Programas de Pós-Graduação. Esse *framework*, batizado de ACDK, permite aos coordenadores de PPG observarem os processos necessários para a gestão do Capital *Alumni* de seus programas. Essa gestão permite uma identificação melhor dos ativos intangíveis relacionados aos *alumni* por meio de processos de mensuração e análise. Assim, entende-se que o principal resultado desta tese também representa a maior contribuição desta pesquisa. Além disso, esta pesquisa

contribui na apresentação de uma solução teórica para a gestão do Capital *Alumni*, que pode ser explorada de forma diferente do *framework* proposto nesta tese. Essa solução pode ser incorporada, por exemplo, em trabalhos que abordam exclusivamente modelos para mensuração do Capital Intelectual em IES. Essa solução teórica apresenta uma proposta atrelada à gestão e mensuração do CI, permitindo análises descritivas e avançadas sobre os ativos intangíveis do Capital *Alumni*.

A instanciação do *framework* traz três contribuições importantes. A primeira está relacionada ao conhecimento dos ativos intangíveis ligados ao Capital *Alumni* do PPG de Administração Profissional da ESAG/UEDESC. A instanciação do *framework* nesse contexto, mesmo que para efeitos de demonstração, trouxe *insights* relevantes que podem ser apresentados ao PPG e podem ser trabalhados com mais fontes de dados para uma melhor análise. Essa instanciação também serve de modelo para outras instancicações, como, por exemplo, para uma segunda instância relacionada aos dados de *alumni* do PPGECC. A segunda contribuição está relacionada aos indicadores das 49 áreas de avaliação sobre egressos, nos quais é possível analisar quais são os indicadores comuns a todas as áreas e priorizar os mais relevantes nos contextos dos PPGs. Por exemplo, observa-se que os indicadores de produções técnicas são mais solicitados pelos PPGs da modalidade profissional, conforme análise das fichas de avaliação, enquanto os indicadores de produções bibliográficas são explorados por todos os PPGs da modalidade acadêmica. A terceira contribuição está na utilização de ferramentas para ajudar nas análises descritivas, preditivas e prescritivas. A ferramenta KNIME e o ChatGPT, principalmente, apresentaram excelentes funcionalidades que podem ajudar tanto uma equipe técnica quanto pessoas sem conhecimento em IA para efetuar análises avançadas. O ChatGPT, em especial, é uma tecnologia que está gerando um *breakthrough*, assim como a internet gerou quando foi lançada. Inúmeros usos poderão ser pensados para a utilização desta IA no contexto do *framework* ACCK.

A descrição do arcabouço da DSR e a execução da DSR nesta pesquisa também podem ser vistas como contribuições desta tese. A descrição dos arcabouços de DSR ajuda a entender e integrar diferentes *frameworks* para se trabalhar uma pesquisa em DS, como processos, artefatos esperados, avaliação, validade e contribuição. A execução, por sua vez, demonstra o uso desses diferentes *frameworks* da DSR integrados na pesquisa e resolução de um problema prático que possui relevância, ineditismo e não trivialidade.

Quanto ao embasamento teórico da literatura, esta pesquisa integra diferentes teorias e propõe um caminho comum para a gestão do Capital *Alumni*. Esse conceito do CA, inclusive, é

expandido nesta tese com elementos da pós-graduação, o que também permite a expansão da literatura relacionada ao Capital Intelectual. Adicionalmente, esta pesquisa traz a Ciência de Dados como uma teoria emergente, que pode contribuir para a Engenharia do Conhecimento, que é uma disciplina que une a estatística, análise de dados, aprendizado de máquina e outras metodologias relacionadas, a fim de entender e analisar fenômenos reais com dados e informações de domínio para gerar novos conhecimentos. Essa junção entre Ciência de Dados e Engenharia do Conhecimento possibilita a criação de sistemas inteligentes, conforme apresentado na seção 2.1.3.4. Essa colaboração entre as áreas pode criar uma simbiose que permite a expansão das duas áreas de conhecimento com métodos e técnicas emergentes, como os grafos de conhecimento, que podem complementar ontologias já existentes.

Por último, a explicação do papel do cientista de dados e das metodologias para Ciência de Dados também oferece um embasamento para outras pesquisas que decidirem seguir essa linha de junção entre a CD e a EC. O cientista de dados, apesar do avanço no número de cursos para formar esses profissionais, ainda é escasso. Entender esse papel e sua contribuição na criação de análises ajuda na formação de equipes para instanciar o *framework* ACDK em PPGs e na realização de suas atividades. A seção a seguir, apresenta a conclusão desta tese com os trabalhos futuros.

## 5.2 TRABALHOS FUTUROS

Na realização desta pesquisa, surgiram questões interessantes, limitações e delimitações. Esta seção tem por objetivo apresentar esses pontos. O primeiro ponto a ser discutido e sugerido como trabalho futuro é a adaptação do *framework* para uso além do contexto do Capital *Alumni* e Programas de Pós-Graduação propostos. Entende-se que os processos de planejamento, mensuração, análise, avaliação e comunicação podem ser tratados de forma genérica para adequar este *framework* na gestão do Capital Intelectual em IES, em um contexto mais amplo. Para essa generalização, sugere-se a utilização de indicadores do contexto de IES e a apresentação de exemplos relacionados a esse novo contexto.

Outra sugestão para trabalhos futuros é a expansão dos exemplos de indicadores apresentados no processo de planejamento do *framework* ACDK. Sendo assim, sugere-se explorar novas possibilidades de indicadores, a partir das propostas de indicadores das fichas de avaliação da CAPES sobre egressos, por exemplo. Essa expansão poderia incluir explicações de cada indicador e ações prescritivas em caso de valores inadequados para o contexto.

A instanciação em diferentes Programas de Pós-Graduação foi uma limitação desta pesquisa devido ao cronograma de entrega. Portanto, sugere-se a aplicação do *framework* ACDK em diferentes PPGs, inclusive com programas de características semelhantes (*e.g.*, área de avaliação, nota, tamanho do corpo docente, tempo de funcionamento), para que seja possível a realização de comparações entre os PPGs. A partir dessa instanciação, sugere-se também a avaliação do *framework* proposto por diferentes coordenadores e especialistas, a fim de confirmar as contribuições para a gestão do Capital *Alumni* em diferentes programas.

Esta tese teve uma limitação relacionada à epistemologia sociológica, política e cultural do Capital Intelectual, focando-se em questões pragmáticas para a gestão do Capital *Alumni*, a partir das lentes da Ciência de Dados e da Engenharia do Conhecimento, e avançando sobre os elementos da estratégia e do contexto regulatório do SNPG. Para futuros trabalhos, recomenda-se a pesquisa voltada a questões sociológicas, políticas e culturais relacionadas ao Capital Intelectual, a fim de permitir uma visão por múltiplos prismas da gestão dos ativos intangíveis relacionados aos *alumni* de PPGs.

Por fim, no que diz respeito à Ciência de Dados e à Engenharia do Conhecimento, esta tese não teve a pretensão de comparar em profundidade a aplicação de ferramentas e técnicas (*e.g.*, regressão linear, aprendizado de máquina, ferramentas para criação de ontologias e tipos de ontologias) para o tratamento dos dados na geração de indicadores relacionados ao Capital *Alumni*. Essa delimitação pode ser explorada em trabalhos futuros, expandindo, assim, os exemplos de abordagens para modelagem apresentados no processo de análise do ACDK.

## REFERÊNCIAS

- ABHAYAWANSA, S. A. A review of guidelines and frameworks on external reporting of intellectual capital. **Journal of Intellectual Capital**, v. 15, n. 1, p. 100-141, 2014. DOI <https://doi.org/10.1108/JIC-04-2013-0046>.
- ALAVI, M.; LEIDNER, D. E. Review: knowledge management and knowledge management systems: conceptual foundations and research issues. **MIS Quarterly**, v. 25, n. 1, p. 107-136, 2001. DOI <https://doi.org/10.2307/3250961>.
- ALBATS, E.; BOGERS, M.; PODMETINA, D. Companies' human capital for university partnerships: a micro-foundational perspective. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 157, p. 120085, 2020. DOI <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2020.120085>.
- ALUMNI USP. **Ferramentas e vantagens**. 2022. Disponível em: <http://www.alumni.usp.br/ferramentas-vantagens>. Acesso em: 16 abr. 2022.
- AALST, W. van der. **Process mining: data science in action**. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 2016. DOI <https://doi.org/10.1007/978-3-662-49851-4>.
- ALVES, V. C. **A relação entre perfis multi e interdisciplinares de atores acadêmicos do sistema nacional de ciência, tecnologia e inovação e os seus produtos tecnológicos**. 2021. Tese (Doutorado em Engenharia e Gestão do Conhecimento) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2021.
- AMARANTE, N. P. do. **Gestão do conhecimento no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Brasília (IFB): um diagnóstico pelo método Organizational Knowledge Assessment (OKA)**. 2015. Dissertação (Mestrado em Gestão em Organizações Aparentes) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2015.
- APPOLINÁRIO, F. Ciência: uma visão geral. In: APPOLINÁRIO, F. **Metodologia da ciência: filosofia e prática da pesquisa**. 2. ed. São Paulo: Cenage Learning, 2012. p. 3-14.
- ASCAPES; SINDGCT. **O papel da CAPES e do Sistema Nacional de Pós-Graduação no desenvolvimento brasileiro: implicações do seu desmonte**. 2021. Disponível em: <https://afipeasindical.org.br/content/uploads/2021/03/Artigo-6-O-Papel-da-CAPES-ASCAPES-E-SINDGCT.pdf>. Acesso em: 26 jan. 2023.
- AVERSANO, N.; NICOLÒ, G.; SANNINO, G.; TARTAGLIA POLCINI, P. The integrated plan in Italian public universities: new patterns in intellectual capital disclosure. **Meditari Accountancy Research**, v. 28, n. 4, p. 655-679, 2020. DOI <https://doi.org/10.1108/MEDAR-07-2019-0519>.
- AZEVEDO, A.; SANTOS, M. F. KDD, SEMMA and CRISP-DM: a parallel overview. In: IADIS EUROPEAN CONFERENCE DATA MINING, 2008, Amsterdam, The Netherlands. 2008. p. 182-185, 2008. **Proceedings [...]**. Amsterdam, The Netherlands: IADIS, 2008. Disponível em: <http://recipp.ipp.pt/bitstream/10400.22/136/3/KDD-CRISP-SEMMA.pdf>. Acesso em: 4 mar. 2023.
- AZEVEDO, M. L. N. de; OLIVEIRA, J. F. de; CATANI, A. M. O Sistema Nacional de Pós-graduação (SNPG) e o Plano Nacional de Educação (PNE 2014-2024): regulação, avaliação e

financiamento. **Revista Brasileira de Política e Administração da Educação**: periódico científico editado pela ANPAE, v. 32, n. 3, p. 783-803, 2016. DOI <https://doi.org/10.21573/vol32n32016.68576>.

BARBOSA, A. 5 rivais que competem direta ou indiretamente com o ChatGPT. **Forbes**, 2 mar. 2023. Disponível em: <https://forbes.com.br/forbes-tech/2023/03/5-rivais-que-competem-direta-ou-indiretamente-com-o-chatgpt>. Acesso em: 2 mar. 2023.

BARBOSA, D. M. de M.; GUTFILEN, B.; GASPARETTO, E. L.; KOCH, H. A. Análise do perfil dos egressos do Programa de Pós-Graduação em Medicina (Radiologia) da Faculdade de Medicina da Universidade Federal do Rio de Janeiro. **Radiologia Brasileira**, v. 42, n. 2, p. 121-124, 2009. DOI <https://doi.org/10.1590/s0100-39842009000200011>.

BARBOSA, G. da R.; OLIVEIRA, C. C. S. **Egressos da pós-graduação**: áreas estratégicas. 2018. Relatório técnico da DAV 1/2017. p. 38. Disponível em: <https://www.gov.br/capes/pt-br/centrais-de-conteudo/19122018-cartilha-dav-egressos-pdf>. Acesso em: 25 maio 2021.

BARBOSA, S. C. **O impacto do capital intelectual na performance**: um estudo aplicado a uma organização de ensino superior. 2015. Dissertação (Mestrado em Contabilidade e Finanças) – Instituto de Contabilidade e Administração do Porto, Porto, 2015.

BARBOSA, S.; VALE, J.; TEIXEIRA VALE, V.; CASTELO BRANCO, M. Intellectual capital and performance in higher education organizations. *In*: INTERNATIONAL CONFERENCE THEORY AND APPLICATIONS IN THE KNOWLEDGE ECONOMY, 2016, Aveiro, Portugal. **Proceedings** [...]. Aveiro, Portugal: ISCAP, 2016. p. 670-681.

BELLUCCI, M.; MARZI, G.; ORLANDO, B.; CIAMPI, F. Journal of Intellectual Capital: a review of emerging themes and future trends. **Journal of Intellectual Capital**, v. 22, n. 4, p. 744-767, 2021. DOI <https://doi.org/10.1108/JIC-10-2019-0239>.

BISOGNO, M.; DUMAY, J.; MANES ROSSI, F.; TARTAGLIA POLCINI, P. Identifying future directions for IC research in education: a literature review. **Journal of Intellectual Capital**, v. 19, n. 1, p. 10-33, 2018. DOI <https://doi.org/10.1108/JIC-10-2017-0133>.

BONTIS, N. Intellectual capital: an exploratory study that develops measures and models. **Management Decision**, v. 32, n. 6, p. 63-76, 1998. DOI <http://dx.doi.org/10.1108/00251749810204142>.

BONTIS, N. Managing organizational knowledge by diagnosing intellectual capital: framing and advancing the state of the field. **International Journal of Technology Management**, v. 18, n. 5, p. 433-462, 1999. DOI <https://doi.org/10.1504/ijtm.1999.002780>.

BOTELHO, L. L. R.; CUNHA, C. C. de A.; MACEDO, M. O método da revisão integrativa nos estudos organizacionais. **Gestão e Sociedade**, v. 5, n. 11, p. 121, 2011. DOI <https://doi.org/10.21171/ges.v5i11.1220>.

BRASIL, A. Building a national system of research and graduate education: how did the university become the house of science in Brazil? **Revista Nupem**, v. 12, n. 27, p. 222-253, 2020. DOI <https://doi.org/10.33871/nupem.2020.12.27.222-253>.

BUTTER, M. C.; AGUILERA, E. M.; QUINTANA, M. G. B.; PÉREZ, L. J.; VALENZUELA, E. S. Quality assurance for postgraduate programs: design of a model applied on a university in Chile. **The international Review of Research in Open and Distance Learning**, v. 18, n. 1, p.

266-292, 2017. DOI <https://doi.org/10.19173/irrodl.v18i1.2670>.

CABRITA, M. do R.; BONTIS, N. Intellectual capital and business performance in the Portuguese banking industry. **International Journal of Technology Management**, v. 43, n. 1-3, p. 212-237, 2008. DOI <https://doi.org/10.1504/IJTM.2008.019416>.

CALZA, F.; DEZI, L.; SCHIAVONE, F.; SIMONI, M. The intellectual capital of business incubators. **Journal of Intellectual Capital**, v. 15, n. 4, p. 597-610, 2014. DOI <https://doi.org/10.1108/JIC-07-2014-0086>.

CAMPANELLA, F.; PERUTA, M. R. Della; DEL GIUDICE, M. Creating conditions for innovative performance of science parks in europe. How manage the intellectual capital for converting knowledge into organizational action. **Journal of Intellectual Capital**, v. 15, n. 4, p. 576-596, 2014. DOI <https://doi.org/10.1108/JIC-07-2014-0085>.

CAO, L. Data science and analytics: a new era. **International Journal of Data Science and Analytics**, v. 1, n. 1, p. 1-2, 2016. DOI <https://doi.org/10.1007/s41060-016-0006-1>.

CAO, L. Data science: a comprehensive overview. **ACM Computing Surveys**, v. 50, n. 3, 2017a. DOI <https://doi.org/10.1145/3076253>.

CAO, L. Data science: challenges and directions. **Communications of the ACM**, v. 60, n. 8, p. 59-68, 2017b. DOI <https://doi.org/10.1145/3015456>.

CAPES. **Acesso à informação**. 2022a. Disponível em: <https://www.gov.br/capes/pt-br/acesso-a-informacao>. Acesso em: 25 out. 2022.

CAPES. **Ficha de avaliação da área interdisciplinar - 2020**. 2020a. Disponível em: [https://www.gov.br/capes/pt-br/centrais-de-conteudo/FICHA\\_INTERDISCIPLINAR.pdf](https://www.gov.br/capes/pt-br/centrais-de-conteudo/FICHA_INTERDISCIPLINAR.pdf). Acesso em: 14 maio 2021.

CAPES. **Os Planos Nacionais de Pós-Graduação (PNPG): uma discussão sobre a política de C&T nacional e a formação da agenda de pesquisa**. 2020b. Disponível em: <https://www.gov.br/capes/pt-br/centrais-de-conteudo/documentos/avaliacao/RelatrioTcnicoPNPGs.pdf>. Acesso em: 21 jan. 2023.

CAPES. **Relatório do Seminário de Meio Termo - Engenharias III**. 2019. Disponível em: [https://www.capes.gov.br/images/Seminário\\_de\\_meio\\_2019/HISTORIA.pdf](https://www.capes.gov.br/images/Seminário_de_meio_2019/HISTORIA.pdf). Acesso em: 29 abr. 2022.

CAPES. **Sobre as áreas de avaliação**. 2022b. Disponível em: <https://www.gov.br/capes/pt-br/acesso-a-informacao/acoes-e-programas/avaliacao/sobre-a-avaliacao/areas-avaliacao/sobre-as-areas-de-avaliacao/sobre-as-areas-de-avaliacao>. Acesso em: 10 dez. 2022.

CAVALCANTI, M. Knowledge management: using information technology to obtain knowledge in a competitive environment. **Corporate Ownership and Control**, v. 7, n. 1, p. 232-243, 2009. DOI <https://doi.org/10.22495/cocv7i1c1p7>.

CHAPMAN, P.; CLINTON, J.; KERBER, R.; KHABAZA, T.; REINARTZ, T.; SHEARER, C.; RUDIGER, W. **Crisp-Dm 1.0: step-by-step Data Mining Guide**, 2000. p. 78. Disponível em: <http://www.statoo.com/CRISP-DM.pdf>. Acesso em: 11 mar. 2023.

CHATGPT. **ChatGPT: optimizing language models for dialogue**. 2023. Disponível em:

<https://chat.openai.com/chat>. Acesso em: 10 jan. 2023.

CHATTERJI, N.; KIRAN, R. Relationship between university performance and dimensions of intellectual capital: an empirical investigation. **Eurasian Journal of Educational Research**, v. 2017, n. 71, p. 215-231, 2017. DOI <https://doi.org/10.14689/ejer.2017.71.12>.

CHEN, Z.; WANG, Y.; ZHAO, B.; CHENG, J.; ZHAO, X.; DUAN, Z. Knowledge Graph Completion: a review. **Ieee Access**, v. 8, p. 192435-192456, 2020. Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE). DOI <http://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.3030076>.

CHOI, B.; LEE, H. Knowledge management strategy and its link to knowledge creation process. **Expert Systems with Applications**, v. 23, n. 3, p. 173-187, 2002. DOI [https://doi.org/10.1016/S0957-4174\(02\)00038-6](https://doi.org/10.1016/S0957-4174(02)00038-6).

CHOONG, K. K. Intellectual capital: definitions, categorization and reporting models. **Journal of Intellectual Capital**, v. 9, n. 4, p. 609-638, 2008. DOI <https://doi.org/10.1108/14691930810913186>.

CLARKE, M.; SENG, D.; WHITING, R. H. Intellectual capital and firm performance in Australia. **Journal of Intellectual Capital**, v. 12, n. 4, p. 505-530, 2011. DOI <https://doi.org/10.1108/14691931111181706>.

CLEVELAND, W. S. Data science: an action plan for expanding the technical areas of the field of statistics. **International Statistical Review**, v. 69, n. 1, p. 21-26, 2001. DOI <https://doi.org/10.2307/1403527>.

COREA, F. **An introduction to data: everything you need to know about AI, Big Data and Data Science**. Cham, Switzerland: Springer International Publishing, 2018. 131 p. (Studies in Big Data). ISBN 9783030044688.

CORRÊA, F. Sim, o ChatGPT pode alavancar sua carreira. Saiba como usar. **Forbes**, 13 fev. 2023b. Disponível em: <https://forbes.com.br/carreira/2023/02/sim-o-chat-gpt-pode-alavancar-sua-carreira-saiba-como-tirar-o-melhor/>. Acesso em: 15 fev. 2023.

COSER, A. **Modelo para análise da influência do capital intelectual sobre a performance dos projetos de software**. 2012. Tese (Doutorado em Engenharia e Gestão do Conhecimento) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2012.

CRESWELL, J. W. Seleção de um projeto de pesquisa. In: CRESWELL, J. W. **Projeto de pesquisa: métodos qualitativo, quantitativo e misto**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2010. p. 25-47.

CUADRADO-BARRETO, G. Gestión del conocimiento en la universidad: cuestionario para la evaluación institucional. **Revista Iberoamericana de Educación Superior**, v. 11, n. 30, p. 201-218, 2020. DOI <https://doi.org/10.22201/iisue.20072872e.2020.30.596>.

CUPANI, A. A tecnologia como problema filosófico: três enfoques. **Scientiae Studia**, v. 2, n. 4, p. 493-518, 2004. DOI <https://doi.org/10.1590/s1678-31662004000400003>.

CUPANI, A. La peculiaridad del conocimiento tecnológico. **Scientiae Studia**, v. 4, n. 3, p. 353-371, 2006. DOI <https://doi.org/10.1590/S1678-31662006000300002>.

DABIĆ, M.; VLAČIĆ, B.; SCUOTTO, V.; WARKENTIN, M. Two decades of the Journal of

Intellectual Capital: a bibliometric overview and an agenda for future research. **Journal of Intellectual Capital**, v. 22, n. 3, p. 458-477, 2020. DOI <https://doi.org/10.1108/JIC-02-2020-0052>.

DAI, K.; VILAS, A. F.; REDONDO, R. P. D. The workforce analyzer: group discovery among LinkedIn public profiles. **Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing**, v. 9, n. 6, p. 2025-2034, 2018. DOI <https://doi.org/10.1007/s12652-017-0484-6>.

DARAIO, C.; SIMAR, L.; WILSON, P. W. Quality as a latent heterogeneity factor in the efficiency of universities. **Economic Modelling**, v. 99, n. 105485, 2021. DOI <https://doi.org/10.1016/j.econmod.2021.03.004>.

DAVENPORT, T. H.; PATIL, D. J. **Data scientist: the sexiest job of the 21st century**. **Harvard Business Review**, out. 2012. Disponível em: <https://hbr.org/2012/10/data-scientist-the-sexiest-job-of-the-21st-century>. Acesso em: 24 jan. 2022.

DAVENPORT, T. H.; PATIL, D. J. Is data scientist still the sexiest job of the 21st century? **Harvard Business Review**, jul. 2022. Disponível em: <https://hbr.org/2022/07/is-data-scientist-still-the-sexiest-job-of-the-21st-century>. Acesso em: 2 jan. 2023.

DAVID, J.-M.; KRIVINE, J.-P.; SIMMONS, R. Second generation expert systems: a step forward in knowledge engineering. *In*: DAVID, J.-M.; KRIVINE, J.-P.; SIMMONS, R. (ed.). **Second Generation Expert Systems**, p. 3-23, 1993. DOI [https://doi.org/10.1007/978-3-642-77927-5\\_1](https://doi.org/10.1007/978-3-642-77927-5_1).

DE FRUTOS-BELIZÓN, J.; MARTÍN-ALCÁZAR, F.; SÁNCHEZ-GARDEY, G. An intellectual capital approach to explaining the determinants of scientific productivity in the field of management. **European Management Review**, v. 17, n. 4, p. 943-959, 2020. DOI <https://doi.org/10.1111/emre.12406>.

DE SILVA, T.-A.; STRATFORD, M.; CLARK, M. Intellectual capital reporting: a longitudinal study of New Zealand companies. **Journal of Intellectual Capital**, v. 15, n. 1, p. 157-172, 2014. DOI <https://doi.org/10.1108/JIC-03-2013-0034>.

DESLANDES, S.; MAKSUD, I. Teaching methodologies in human and social sciences in graduate studies programs in public health (2002-2016). **Cadernos de Saúde Pública**, v. 36, n. 5, p. 1-15, 2020. DOI <https://doi.org/10.1590/0102-311X00133619>.

DHAR, B. V. Data science and prediction. **Communications of the ACM**, v. 56, n. 12, p. 64-73, 2013. DOI <https://doi.org/10.1145/2500499>.

DING, Y.; YU, K.; HUANG, J. Data science techniques in biomolecular force field development. **Current Opinion In Structural Biology**, v. 78, n. 1, fev. 2023. DOI <https://doi.org/10.1016/j.sbi.2022.102502>.

DOMINO. **The practical guide to managing data science at scale: lessons from the field on managing data science projects and portfolios**. Whitepaper. 2017. p. 1-25. Disponível em: <https://www.dominodatalab.com/resources/managing-data-science/>. Acesso em 11 mar. 2022.

DONOHU, D. 50 years of data science. **Journal of Computational and Graphical Statistics**, v. 26, n. 4, p. 745-766, 2017. DOI <https://doi.org/10.1080/10618600.2017.1384734>.

DRUCKER, P. F. The New Productivity Challenge. *In*: RUBEN, B. D. **Quality in Higher Education**. New York: Routledge, 1995. Cap. 10. p. 34-44. DOI <https://doi.org/10.4324/9781351293563>.

DUMAY, J. A critical reflection on the future of intellectual capital: from reporting to disclosure. **Journal of Intellectual Capital**, v. 17, n. 1, p. 168-184, 2016. DOI <https://doi.org/10.1108/JIC-08-2015-0072>.

EDVINSSON, L. IC 21: reflections from 21 years of IC practice and theory. **Journal of Intellectual Capital**, v. 14, n. 1, p. 163-172, 2013. DOI <https://doi.org/10.1108/14691931311289075>.

EDVINSSON, L.; MALONE, M. S. **Capital intelectual**: descobrindo o valor real das suas empresas pela identificação de seus valores internos. São Paulo: Makron Books, 1998. ISBN 9788534608817.

EDVINSSON, L.; SULLIVAN, P. Developing a model for managing intellectual capital. **European Management Journal**, v. 14, n. 4, p. 356-364, 1996. DOI [https://doi.org/10.1016/0263-2373\(96\)00022-9](https://doi.org/10.1016/0263-2373(96)00022-9).

EKA WIDJAJA, H. A.; MEYLIANA; FERNANDO, E.; SURJANDY; CONDRUBIMO, A. R.; GRADY, D.; LIEJAYA, B.; SIWI, M. P. Analysis measurement of implementation enterprise resource planning on human resource management in University XYZ. *In*: INTERNATIONAL CONFERENCE ON COMPUTING ENGINEERING AND DESIGN, 6., 2020, Sukabumi, Indonesia. **Proceedings** [...]. Sukabumi, Indonesia: IEEE, 2020. p. 1-6. DOI <https://doi.org/10.1109/icced51276.2020.9415764>.

EMC EDUCATION SERVICES. **Data science & big data analytics**: discovering, analyzing, visualizing and presenting data. Indianapolis, In: Wiley, 2015. 410 p. ISBN 9781118876138.

ENTRINGER, T. C.; FERREIRA, A. da S. F.; NASCIMENTO, D. C. de O. Comparative analysis of the main business process modeling methods: a bibliometric study. **Gestão e Produção**, v. 28, n. 2, 2021. DOI <https://doi.org/10.1590/1806-9649-2020V28E5211>.

ESCOBAR, H. Orçamento 2021 compromete o futuro da ciência brasileira. **Jornal da USP**, São Paulo, 9 abr. 2021. Seção Ciências. Disponível em: <https://jornal.usp.br/ciencias/orcamento-2021-compromete-o-futuro-da-ciencia-brasileira>. Acesso em: 25 jan. 2023.

FARSI, J. Y.; TALEBI, K. Application of knowledge management for research commercialization. **World Academy of Science, Engineering and Technology**, v. 37, p. 451-455, 2009.

FAYYAD, U.; PIATETSKY-SHAPIRO, G.; SMYTH, P. From data mining to knowledge discovery in databases. **AI Magazine**, v. 17, n. 3, p. 37, 1996. DOI <https://doi.org/10.1609/AIMAG.V17I3.1230>.

FEITOSA, R. M. **Uma aplicação de mineração de dados para recomendação social**. 2013. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Eletricidade) – Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 2013.

FERENHOF, H. A.; DURST, S.; BIALECKI, M. Z.; SELIG, P. M. Intellectual capital dimensions: state of the art in 2014. **Journal of Intellectual Capital**, v. 16, n. 1, p. 58-100,

2015. DOI <https://doi.org/10.1108/JIC-02-2014-0021>.

FERNANDES, V.; PACHECO, R. C. dos S.; DZIEDZIC, M.; FLORIT, L.; SAMPAIO, C. A. C.; PHILIPPI JUNIOR, A. Sistema Nacional de Pós-Graduação e Agenda 2030: uma conexão oportuna. *In*: SAMPAIO, C. A. C.; PHILIPPI JR., A. **Impacto das ciências ambientais na Agenda 2030 da ONU**. São Paulo: Universidade de São Paulo: Instituto de Estudos Avançados, 2021. v. 1, p. 15-36. *E-book*. DOI <https://doi.org/10.11606/9786587773186>.

FERNANDES, V.; SALVIANO, L. R. **Indicadores JCR, SNIP, SJR e Google Scholar**. Brasília, 12 maio 2016. Apresentação de Power Point. Disponível em: <http://portal.utfpr.edu.br/pesquisa-e-pos-graduacao/indicadores/indicadores-externos/indicadores-externos>. Acesso em: 25 maio 2021.

FERREIRA, A. C. S. P.; FERENC, A. V. F.; WASSEM, J. Trabalho docente e avaliação da Capes: estranhamento e naturalização. **Educação & Realidade**, v. 43, n. 4, p. 1321-1341, 2018. DOI <https://doi.org/10.1590/2175-623684892>.

FULLER, B. Phase I document 1: inventory of world resources, human trends, and needs (1963). *In*: **World design science decade (pp. 1965-1975)**. Southern Illinois University Carbondale, Illinois: World Resources Inventory, 1965. Disponível em: [https://www.bfi.org/wp-content/uploads/2014/02/wdsd\\_phase1\\_doc3\\_thinking.pdf](https://www.bfi.org/wp-content/uploads/2014/02/wdsd_phase1_doc3_thinking.pdf). Acesso em 2 dez. 2021.

GAMA, A. P.; GAITÁN, A. A. A. Intellectual assets and knowledge engineering method: a contribution. *In*: UDEN, L.; HERRERA, F.; BAJO PÉREZ, J.; CORCHADO RODRÍGUEZ, J. (ed.). **7th International Conference on Knowledge Management in Organizations: service and cloud computing**. Advances in Intelligent Systems and Computing. Springer, Berlin, Heidelberg, 2013. v. 172, p. 209-218. DOI [https://doi.org/10.1007/978-3-642-30867-3\\_19](https://doi.org/10.1007/978-3-642-30867-3_19).

GANDER, M.; GIRARDI, A.; PAULL, M. The careers of university professional staff: a systematic literature review. **Career Development International**, v. 24, n. 7, p. 597-618, 2019. DOI <https://doi.org/10.1108/CDI-07-2018-0191>.

GIBERT, K.; HORSBURGH, J. S.; ATHANASIADIS, I. N.; HOLMES, G. Environmental Data Science. **Environmental Modelling and Software**, v. 106, p. 4-12, 2018. DOI <https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2018.04.005>.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2017. ISBN 9788597012927.

GMAC. **Alumni perspectives survey: 2015 survey report**. Disponível em: <https://www.gmac.com/-/media/files/gmac/research/measuring-program-roi/2015-alumni-perspectives-report-web-release.pdf>. Acesso em: 14 maio 2021.

GODSEY, B. **Think like a data scientist**. New York: Manning, 2017. ISBN 9781633430273.

GRADIM, A.; NERIS, E.; VALE, J.; MATOS, F. The perceived effect of intellectual capital on the performance of a higher education institution: a case study. **European Conference on Knowledge Management**, v. 23, n. 1, p. 469-477, 2022. DOI <https://doi.org/10.34190/eckm.23.1.459>.

GREGOR, S.; HEVNER, A. R. Positioning and presenting design science research for

maximum impact. **MIS Quarterly: Management Information Systems**, v. 37, n. 2, p. 337-355, 2013. DOI <https://doi.org/10.25300/MISQ/2013/37.2.01>.

GU, J.; ZHANG, L. Data, DIKW, big data and data science. **Procedia Computer Science**, v. 31, p. 814-821, 2014. DOI <https://doi.org/10.1016/j.procs.2014.05.332>.

GUAN, N.; SONG, D.; LIAO, L. Knowledge graph embedding with concepts. **Knowledge-Based Systems**, v. 164, p. 38-44, jan. 2019. DOI <https://doi.org/10.1016/j.knosys.2018.10.008>.

HARRIS, H. D.; MURPHY, S. P.; VAISMAN, M. **Analysing the analysers: an introspective survey of data scientists and their work**. Gravenstein Highway North, Sebastopol, CA: O'Reilly Media, Inc, 2013. *E-book*. ISBN 9781449371760.

HASSANI, H.; SILVA, E. S. The Role of ChatGPT in Data Science: how ai-assisted conversational interfaces are revolutionizing the field. **Big Data Cognitive Computing**. 2023. DOI <https://doi.org/10.3390/bdcc7020062>.

HAYASHI, C. What is data science? Fundamental concepts and a heuristic example. *In*: HAYASHI, C.; YAJIMA, K.; BOCK, H. H.; OHSUMI, N.; TANAKA, Y.; BABA, Y. (ed.). **Data science, classification, and related methods: studies in classification, data analysis, and knowledge organization**. Tokyo: Springer, 1998. p. 40-51. DOI [https://doi.org/10.1007/978-4-431-65950-1\\_3](https://doi.org/10.1007/978-4-431-65950-1_3).

HEVNER, A. R.; MARCH, S. T.; PARK, J.; RAM, S. Design science in information systems research. **MIS Quarterly: Management Information Systems**, v. 28, n. 1, p. 75-105, 2004. DOI <https://doi.org/10.2307/25148625>.

HMELJEVSKI, J. I.; ALVES, J. B. da M.; TODESCO, J. L. O sistemismo de Mário Bunge. *In*: CONGRESSO INTERNACIONAL DE CONHECIMENTO E INOVAÇÃO, 7., 2017, Foz do Iguaçu/PR. **Anais [...]**. Foz do Iguaçu/PR: ciKi, 2017. Disponível em: <https://proceeding.ciki.ufsc.br/index.php/ciki/article/view/286/136>. Acesso em: 11 mar. 2023.

HOEHNDORF, R.; QUERALT-ROSINACH, N. Data science and symbolic AI: synergies, challenges and opportunities. **Data Science**, v. 1, n. 1-2, p. 27-38, 2017. DOI <https://doi.org/10.3233/ds-170004>.

HORTALE, V. A.; MOREIRA, C. O. F.; BOCHNER, R.; LEAL, M. do C. Professional paths of alumni from doctorate programs in health and biological sciences. **Revista de Saúde Pública**, v. 48, n. 1, p. 1-9, 2014. DOI <https://doi.org/10.1590/S0034-8910.2014048004629>.

HOTZ, N. What is a data science life cycle? **Data Science Process Alliance**, 5 set. 2022. Disponível em: <https://www.datascience-pm.com/data-science-life-cycle>. Acesso em: 3 mar. 2023.

HOTZ, N. What is TDSP? **Data Science Process Alliance**, 14 jun. 2022. Disponível em: <https://www.datascience-pm.com/tdsp>. Acesso em: 6 mar. 2023.

HUSSINKI, H.; RITALA, P.; VANHALA, M.; Kianto, A. Intellectual capital, knowledge management practices and firm performance. **Journal of Intellectual Capital**, v. 18, n. 4, p. 904-922, 2017. DOI <https://doi.org/10.1108/JIC-11-2016-0116>.

INGA, E.; INGA, J.; CÁRDENAS, J.; CÁRDENAS, J. Planning and strategic management of higher education considering the vision of Latin America. **Education Sciences**, v. 11, n. 4,

2021. DOI <https://doi.org/10.3390/educsci11040188>.

INKINEN, H. Review of empirical research on intellectual capital and firm performance. **Journal of Intellectual Capital**, v. 16, n. 3, p. 518-565, 2015. DOI <https://doi.org/10.1108/JIC-01-2015-0002>.

IOWA STATE UNIVERSITY. **Google Scholar, Scopus, Web of Science**. Database Comparisons, jan. 2022. Disponível em: <https://instr.iastate.libguides.com/c.php?g=901522&p=6492159>. Acesso em: 31 mar. 2022.

JONES, N.; MEADOW, C.; SICILIA, M.-A. Measuring intellectual capital in higher education. **Journal of Information and Knowledge Management**, v. 8, n. 2, p. 113-136, 2009. DOI <https://doi.org/10.1142/S0219649209002282>.

JORDÃO, R. V. D.; NOVAS, J. C. Knowledge management and intellectual capital in networks of small- and medium-sized enterprises. **Journal of Intellectual Capital**, v. 18, n. 3, p. 667-692, 2017. DOI <https://doi.org/10.1108/JIC-11-2016-0120>.

KAMPAKIS, S. **The decision maker's handbook to data science: a guide for non-technical executives, managers, and founders**. London, UK: Apress, 2020. DOI <https://doi.org/10.1007/978-1-4842-5494-3>.

KAMUKAMA, N.; AHIAUZU, A.; NTAYI, J. M. Intellectual capital and performance: testing interaction effects. **Journal of Intellectual Capital**, v. 11, n. 4, p. 554-574, 2010. DOI <https://doi.org/10.1108/14691931011085687>.

KANTER, M. **The data science machine: emulating human intelligence in data science endeavors**. 2015. Master Thesis (Master of Engineering in Electrical Engineering and Computer Science) – Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, Massachusetts, 2015. Disponível em: [https://dai.lids.mit.edu/wp-content/uploads/2018/03/Kanter\\_thesis.pdf](https://dai.lids.mit.edu/wp-content/uploads/2018/03/Kanter_thesis.pdf). Acesso em: 1 fev. 2022.

KASABOV, N. K. **Foundations of neural networks, fuzzy systems, and knowledge engineering**. London, England: The MIT Press, 1997. v. 35. Disponível em: <http://boente.eti.br/fuzzy/ebook-fuzzy-kazabov.pdf>. Acesso em: 22 mar. 2022.

KATZ, J. A. The chronology and intellectual trajectory of American entrepreneurship education 1876-1999. **Journal of Business Venturing**, v. 18, n. 2, p. 283-300, 2003. DOI [https://doi.org/10.1016/S0883-9026\(02\)00098-8](https://doi.org/10.1016/S0883-9026(02)00098-8).

KAUFMANN, L.; SCHNEIDER, Y. Intangibles: a synthesis of current research. **Journal of Intellectual Capital**, v. 5, n. 3, p. 366-388, 2004. DOI <https://doi.org/10.1108/14691930410550354>.

KDD89. **IJCAI-89 Workshop on Knowledge Discovery in Databases**. 1989. Disponível em: <https://ns2.kdnuggets.com/meetings-past/kdd89/index.html>. Acesso em: 19 fev. 2022.

KERN, V. M. O sistemismo de Bunge: fundamentos, abordagem metodológica e aplicação a sistemas de informação. *In*: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DA INFORMAÇÃO, 12., 2011, Brasília. **Anais [...]**. Brasília: UnB, 2011. p. 2693-2709. Disponível em: <http://hdl.handle.net/20.500.11959/brapci/182574>. Acesso em: 31 maio 2022.

- KHALIQUE, M.; BONTIS, N.; BIN SHAARI, J. A. N.; ISA, A. H. M. Intellectual capital in small and medium enterprises in Pakistan. **Journal of Intellectual Capital**, v. 16, n. 1, p. 224-238, 2015. DOI <https://doi.org/10.1108/JIC-01-2014-0014>.
- KIANTO, A.; RITALA, P.; SPENDER, J. C.; VANHALA, M. The interaction of intellectual capital assets and knowledge management practices in organizational value creation. **Journal of Intellectual Capital**, v. 15, n. 3, p. 362-375, 2014. DOI <https://doi.org/10.1108/JIC-05-2014-0059>.
- KICHUK, Y.; KUNCHENKO-KHARCHENKO, V.; HRUSHCHYNSKA, N.; ZHUKOVA, Y.; YARISH, O. Intellectual capital of institutions of higher education in the knowledge economy. **Journal of Optimization in Industrial Engineering**, v. 14, n. 1, p. 159-166, 2021. DOI <https://doi.org/10.22094/JOIE.2020.677844>.
- KNELLER, G. **A ciência como atividade humana**. Rio de Janeiro: Zahar, 1980.
- KRISTANDL, G.; BONTIS, N. Constructing a definition for intangibles using the resource based view of the firm. **Management Decision**, v. 45, n. 9, p. 1510-1524, 2007. DOI <https://doi.org/10.1108/00251740710828744>.
- LACERDA, D. P.; DRESCH, A.; PROENÇA, A.; ANTUNES JÚNIOR, J. A. V. Design science research: a research method to production engineering. **Gestão & Produção**, v. 20, n. 4, p. 741-761, 2013. DOI <https://doi.org/10.1590/S0104-530X2013005000014>.
- LARSON, D.; CHANG, V. A review and future direction of agile, business intelligence, analytics and data science. **International Journal of Information Management**, v. 36, n. 5, p. 700-710, 2016. DOI <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2016.04.013>.
- LI, L.; ZHENG, G.; PELTSVERGER, S.; ZHANG, C. Career trajectory analysis of information technology alumni: a linked in perspective. *In*: ANNUAL CONFERENCE ON INFORMATION TECHNOLOGY EDUCATION, 17., 2016, Boston, Massachusetts. **Proceedings** [...]. Boston, Massachusetts: Association for Computing Machinery, 2016. p. 2-6. DOI <https://doi.org/10.1145/2978192.2978221>.
- LI, R. History of data mining. **KDnuggets**, 2016. Disponível em: <https://www.kdnuggets.com/2016/06/rayli-history-data-mining.html>. Acesso em: 25 fev. 2022.
- LIU, C.-C. Developing measures of value creation at private universities. **International Journal of Management in Education**, v. 1, n. 1-2, p. 86-99, 2007. DOI <https://doi.org/10.1504/ijmie.2007.014379>.
- LIU, C.-C. Prioritizing enterprise environment management indicators by intellectual capital perspective. **Journal of International Management Studies**, v. 5, n. 2, p. 110-117, 2010. Disponível em: <http://www.jimsjournal.org/14%20Chung-Chu%20Liu.pdf>. Acesso em: 28 abr. 2022.
- LOBO, F. Investimento federal em C&T retrocede mais de uma década, aponta estudo do CTS. **IPEA**, Rio de Janeiro, 26 ago. 2021. Disponível em: <https://www.ipea.gov.br/cts/pt/central-de-conteudo/noticias/noticias/282-investimento-federal-em-c-t-retrocede-mais-de-uma-decada-aponta-estudo-do-cts>. Acesso em: 25 nov. 2022.
- LOW, M.; SAMKIN, G.; LI, Y. Voluntary reporting of intellectual capital: comparing the quality of disclosures from New Zealand, Australian and United Kingdom universities.

**Journal of Intellectual Capital**, v. 16, n. 4, p. 779-808, 2015. DOI <https://doi.org/10.1108/JIC-03-2015-0022>.

MAGRASSI, P. **A taxonomy of intellectual capital**. 2002. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/279013374\\_A\\_Taxonomy\\_of\\_Intellectual\\_Capital](https://www.researchgate.net/publication/279013374_A_Taxonomy_of_Intellectual_Capital). Acesso em: 18 jan. 2022.

MANSON, N. J. Is operations research really research? **ORiON**, v. 22, n. 2, p. 155-180, 2006. DOI <https://doi.org/10.5784/22-2-40>.

MAO, J.; GAN, C.; KOHLI, P.; TENENBAUM, J. B.; WU, J. The neural-symbolic concept learner: interpreting scenes, words, and sentences from natural supervision. *In*: INTERNATIONAL CONFERENCE ON LEARNING REPRESENTATIONS, 7., New Orleans, LA, USA, 2019. **Proceedings** [...]. New Orleans, LA, USA: ICLR, 2019. p. 1-28. DOI <https://doi.org/10.48550/arXiv.1904.12584>.

MARCH, S. T.; SMITH, G. F. Design and natural science research on information technology. **Decision Support Systems**, v. 15, n. 4, p. 251-266, 1995. DOI [https://doi.org/10.1016/0167-9236\(94\)00041-2](https://doi.org/10.1016/0167-9236(94)00041-2).

MARTIN-SARDESAI, A.; GUTHRIE, J. Human capital loss in an academic performance measurement system. **Journal of Intellectual Capital**, v. 19, n. 1, p. 53-70, 2018. DOI <https://doi.org/10.1108/JIC-06-2017-0085>.

MARTINEZ, I.; VILES, E.; OLAIZOLA, I. G. Data science methodologies: current challenges and future approaches. **Big Data Research**, v. 24, n. 100183, 2021. DOI <https://doi.org/10.1016/j.bdr.2020.100183>.

MATOS, F. A theoretical model for the report of intellectual capital. **Electronic Journal of Knowledge Management**, v. 11, n. 4, p. 339-360, 2013. Disponível em: <https://academic-publishing.org/index.php/ejkm/article/view/1002>. Acesso em 23 fev. 2023.

MERITUM. **Guidelines for managing and reporting on intangibles (Intellectual Capital Report)**. Madrid: Vodafone Foundation, 2002. Disponível em: <https://crisinachaminade.files.wordpress.com/2018/07/meritum-guidelines.pdf>. Acesso em 29 abr. 2022.

MICROSOFT. **What is the team data science process?** 2022. Disponível em: <https://docs.microsoft.com/en-us/azure/architecture/data-science-process/overview>. Acesso em: 11 mar. 2022.

MINSKY, M. L. Logical versus analogical or symbolic versus connectionist or neat versus scruffy. **AI Magazine**, v. 12, n. 2, p. 34, 1991. DOI <https://doi.org/10.1609/AIMAG.V12I2.894>.

MOLODCHIK, M. A.; SHAKINA, E. A.; BARAJAS, A. Metrics for the elements of intellectual capital in an economy driven by knowledge. **Journal of Intellectual Capital**, v. 15, n. 2, p. 206-226, 2014. DOI <https://doi.org/10.1108/JIC-08-2013-0091>.

MOREIRA, M. L.; VELHO, L. Trajetória de egressos da pós-graduação do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais: uma ferramenta para avaliação. **Avaliação: revista da avaliação da educação superior**, Campinas, v. 17, n. 1, p. 255-288, 2012. DOI <https://doi.org/10.1590/s1414->

40772012000100013.

MORENO-DELGADO, A.; ORDUÑA-MALEA, E.; REPISO, R. LinkedIn as a data source to rank universities according to graduate's employability in top companies. **Transinformação**, v. 32, 2020. DOI <https://doi.org/10.1590/2318-0889202032E200023>.

MORENO-DELGADO, A.; ORDUÑA-MALEA, E.; REPISO, R. Relevancia de la ubicación en la relación universidad-empresa: análisis de la procedencia de los egresados de universidades españolas en empresas del IBEX35. **Revista General de Información y Documentación**, v. 30, n. 1, p. 297-312, 2020. DOI <https://doi.org/10.5209/rgid.70071>.

MORGAN, G. Paradigms, metaphors, and puzzle solving in organization theory. **Administrative Science Quarterly**, v. 26, n. 1, p. 101-140, 1981. DOI <https://doi.org/10.2307/2392607>.

MORREL, A. J. H. (org.). Information processing. *In*: INTERNATIONAL CONFERENCE ON INFORMATION PROCESS, 4., Edinburgh, UK, August 1968. **Proceedings [...]**. Edinburgh, UK: IFIP, 1968. v. 2, p. 5-10. ISBN 9780720420326.

MOURITSEN, J. **Reporting intellectual capital to augment research, development and innovation in SME's**: report to the Commission of the High Level Expert Group on RICARDIS. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2006. ISBN 9789279021497.

MOYLE, S.; JORGE, A. RAMSYS: a methodology for supporting rapid remote collaborative data mining projects. *In*: **ECML/PKDD Workshop Integrating Aspects Data Mining Decision Support**, 2001. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/247329752\\_RAMSYS-A\\_methodology\\_for\\_supporting\\_rapid\\_remote\\_collaborative\\_data\\_mining\\_projects](https://www.researchgate.net/publication/247329752_RAMSYS-A_methodology_for_supporting_rapid_remote_collaborative_data_mining_projects). Acesso em: 11 mar. 2022.

MUIÑA, F. E. G.; MARTÍN DE CASTRO, G.; LÓPES-SÁEZ, P. A measurement model of technological knowledge in professional firms. **International Journal of Services, Technology and Management**, v. 5, n. 5-6, p. 565-578, 2004. DOI <https://doi.org/10.1504/IJSTM.2004.006273>.

NASCIMENTO, J. O. do. **Redes sociais e complexas**: redes semânticas do ensino de física brasileiro. 2019. Tese (Doutorado em Modelagem Computacional e Tecnologia Industrial) – Universitário SENAI CIMATEC, Salvador, 2019.

NAUR, P. "Datalogy", the science of data and data processes, and its place in education. *In*: MORRELL, A. J. H. (org.). **Proceedings of the IFIP Congress 68**: North-Holland, 1968. p. 1383-1387.

NAUR, P. **Concise survey of computer methods**. Lund, Sweden: Studentlitteratur, 1974. ISBN 0884053148. Disponível em: <http://www.naur.com/Conc.Surv.html>. Acesso em: 15 fev. 2022.

NAZÁRIO, D. C.; DANTAS, M. A. R.; TODESCO, J. L. Knowledge engineering: survey of methodologies, techniques and tools. **IEEE Latin America Transactions**, v. 12, n. 8, p. 1553-1559, 2014. DOI <https://doi.org/10.1109/TLA.2014.7014527>.

NONAKA, I.; TAKEUCHI, H. **The knowledge-creating company**. New York: Oxford

Universit Press, 1995. ISBN 9780195092691.

NORONHA, D. P.; POBLACIÓN, D. A.; DE ASSIS, L. da S.; HYODO, T. Egress of graduate programs in information science: where the doctors go? **Perspectivas em Ciência da Informação**, v. 14, n. 2, p. 94-107, 2009. DOI <https://doi.org/10.1590/s1413-99362009000200007>.

NUNES-SILVA, L.; MALACARNE, A.; MACEDO, R. F.; DE-BORTOLI, R. Generation of intangible assets in higher education institutions. **Scientometrics**, v. 121, n. 2, p. 957-975, 2019. DOI <https://doi.org/10.1007/s11192-019-03226-5>.

NUNES, D. C. (ed.). EDITORIAL. **Alumni**: Revista Discente da UNIABEU, Belford Roxo, v. 5, p. 4, jun. 2017. Semestral. Disponível em: <https://revista.uniabeu.edu.br/index.php/alu/issue/download/110/10>. Acesso em: 19 abr. 2022.

OMONA, W. Towards a framework for managing knowledge assets in higher education. **International Journal of Humanities Social Sciences and Education**, v. 5, n. 10, p. 67-79, 2018. Disponível em: <https://www.arcjournals.org/pdfs/ijhsse/v5-i10/8.pdf>. Acesso em 29 maio 2022.

OSINSKI, M.; SELIG, P. M.; MATOS, F.; ROMAN, D. J. Methods of evaluation of intangible assets and intellectual capital. **Journal of Intellectual Capital**, v. 18, n. 3, p. 470-485, 2017. DOI <https://doi.org/10.1108/JIC-12-2016-0138>.

PACHECO, R. C. dos S. Coprodução em ciência, tecnologia e inovação: fundamentos e visões. *In*: PEDRO, J. M.; FREIRE, P. de S. (ed.). **Interdisciplinaridade: universidade e inovação social e tecnológica**, Curitiba: CRV, 2016. p. 21-62.

PACHECO, R. C. dos S. **Mapeando e construindo indicadores para avaliar a pós-graduação**. Brasília, 3 out. 2018. Apresentação de Power Point. Disponível em: [https://www.gov.br/capes/pt-br/centrais-de-conteudo/20181003\\_AvaliacaoComparadaPG\\_RobertoPacheco\\_UFSC.pdf](https://www.gov.br/capes/pt-br/centrais-de-conteudo/20181003_AvaliacaoComparadaPG_RobertoPacheco_UFSC.pdf). Acesso em: 29 abr. 2022.

PACHECO, R. C. dos S.; OLIVEIRA, T. M. de. **Sistemas de informações para a pós-graduação**. [S. l.: s. n.], 2016. Disponível em: <https://www.gov.br/capes/pt-br/centrais-de-conteudo/14.DesafiosCienciaDigitalSIPPGRobertoPacheco2.pdf>. Acesso em: 29 abr. 2022.

PACHECO, R. C. dos S.; SANTOS, N.; WAHRHAFTIG, R. Transformação digital na educação superior: modos e impactos na universidade. **Revista Nupem**, v. 12, n. 27, p. 94-128, 2020. DOI <https://doi.org/10.33871/nupem.2020.12.27.94-128>.

PACHECO, R. C. dos S.; TOSTA, K. C. B. T.; FREIRE, P. de S. Interdisciplinaridade vista como um processo complexo de construção do conhecimento: uma análise do Programa de Pós-Graduação EGC/UFSC. **Revista Brasileira de Pós-Graduação**, v. 7, n. 12, p. 136-159, 2010. Disponível em: <https://rbpg.capes.gov.br/rbpg/article/view/185>. Acesso em: 22 jan. 2023.

PAOLONI, P.; MODAFFARI, G.; MATTEI, G. Knowledge resources in the university context: an overview of the literature. **Journal of Intellectual Capital**, v. 22, n. 4, p. 703-724, 2020. DOI <https://doi.org/10.1108/JIC-01-2020-0010>.

PAOLONI, P.; MODAFFARI, G.; MATTEI, G. The traditional Italian universities' reaction to

the pandemic emergency: the role of the intellectual capital. **Journal of Intellectual Capital**, v. 23, n. 5, p. 1138-1159, 2021. DOI <https://doi.org/10.1108/jic-07-2020-0241>.

PEDRO, E. de M. **Ensaaios sobre capital intelectual das instituições de ensino superior: taxonomia, mensuração e impactos**. 2018. Tese (Doutorado em Gestão) – Universidade da Beira Interior, Covilhã, 2018. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10400.6/6321>. Acesso em 12 jan. 2021.

PEDRO, E. de M.; ALVES, H.; LEITÃO, J. In search of intangible connections: intellectual capital, performance and quality of life in higher education institutions. **Higher Education**, v. 83, n. 2, p. 243-260, 2022. DOI <https://doi.org/10.1007/s10734-020-00653-9>.

PEDRO, E. de M.; LEITÃO, J.; ALVES, H. Back to the future of intellectual capital research: a systematic literature review. **Management Decision**, v. 56, n. 11, p. 2502-2583, 2018a. DOI <https://doi.org/10.1108/MD-08-2017-0807>.

PEDRO, E. de M.; LEITÃO, J.; ALVES, H. Bridging intellectual capital, sustainable development and quality of life in higher education institutions. **Sustainability**, v. 12, n. 2, 2020. DOI <https://doi.org/10.3390/su12020479>.

PEDRO, E. de M.; LEITÃO, J.; ALVES, H. Intellectual capital and performance: taxonomy of components and multi-dimensional analysis axes. **Journal of Intellectual Capital**, v. 19, n. 2, p. 407-452, 2018b. DOI <https://doi.org/10.1108/JIC-11-2016-0118>.

PEDRO, E. de M.; LEITÃO, J.; ALVES, H. The intellectual capital of higher education institutions: operationalizing measurement through a strategic prospective lens. **Journal of Intellectual Capital**, v. 20, n. 3, p. 355-381, 2019. DOI <https://doi.org/10.1108/JIC-07-2018-0117>.

PEFFERS, K.; TUUNANEN, T.; ROTHENBERGER, M. A.; CHATTERJEE, S. A design science research methodology for information systems research. **Journal of Management Information Systems**, v. 24, n. 3, p. 45-77, 2007. DOI <https://doi.org/10.2753/MIS0742-1222240302>.

PHUSAVAT, K.; COMEPA, N.; SITKO-LUTEK, A.; OOI, K.-B. Interrelationships between intellectual capital and performance: empirical examination. **Industrial Management & Data Systems**, v. 111, n. 6, p. 810-829, 2011. DOI <https://doi.org/10.1108/02635571111144928>.

PIATETSKY-SHAPIRO, G. CRISP-DM, still the top methodology for analytics, data mining, or data science projects. **KDnuggets**, 28 out. 2014. Disponível em: <https://www.kdnuggets.com/2014/10/crisp-dm-top-methodology-analytics-data-mining-data-science-projects.html>. Acesso em: 11 mar. 2022.

PLOTNIKOVA, V.; DUMAS, M.; MILANI, F. Adaptations of data mining methodologies: a systematic literature review. **PeerJ Computer Science**, v. 6, n. e267, 2020. DOI <https://doi.org/10.7717/peerj-cs.267>.

PPGEGC. **Linhas de pesquisa**. 2022. Disponível em: <https://ppgegc.paginas.ufsc.br/linhas-de-pesquisa>. Acesso em: 1 maio 2022.

PRESS, G. A very short history of data science. **Forbes**, 28 maio 2013. Disponível em: <https://www.forbes.com/sites/gilpress/2013/05/28/a-very-short-history-of-data-science/?sh=6800181b55cf>. Acesso em: 24 fev. 2022.

PROVOST, F.; FAWCETT, T. Data science and its relationship to big data and data-driven decision making. **Big Data**, v. 1, n. 1, p. 51-59, 2013a. DOI <https://doi.org/10.1089/big.2013.1508>.

PROVOST, F.; FAWCETT, T. **Data science for business: what you need to know about data mining and data-analytic thinking**. 1. ed. Gravenstein Highway North, Sebastopol, CA: O'Reilly Media, Inc, 2013. 409 p. ISBN 9781449361327.

QUARCHIONI, S.; PATERNOSTRO, S.; TROVARELLI, F. Knowledge management in higher education: a literature review and further research avenues. **Knowledge Management Research and Practice**, v. 20, n. 2, p. 304-319, 2020. DOI <https://doi.org/10.1080/14778238.2020.1730717>.

RAMADAN, B. M.; DAHIYAT, S. E.; BONTIS, N.; AL-DALAHMEH, M. A. Intellectual capital, knowledge management and social capital within the ICT sector in Jordan. **Journal of Intellectual Capital**, v. 18, n. 2, p. 437-462, 2017. DOI <https://doi.org/10.1108/JIC-06-2016-0067>.

RAMÍREZ, Y.; GORDILLO, S. Recognition and measurement of intellectual capital in Spanish universities. **Journal of Intellectual Capital**, v. 15, n. 1, p. 173-188, 2014. DOI <https://doi.org/10.1108/JIC-05-2013-0058>.

RAMÍREZ, Y.; TEJADA, Á. University stakeholders' perceptions of the impact and benefits of, and barriers to, human resource information systems in Spanish universities. **International Review of Administrative Sciences**, v. 88, n. 1, p. 171-188, 2022. DOI <https://doi.org/10.1177/0020852319890646>.

RASHEVA-YORDANOVA, K.; ILIEV, E.; NIKOLOVA, B. Analytical thinking as a key competence for overcoming the data science divide. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON EDUCATION AND NEW LEARNING TECHNOLOGIES, 10., 2018, Palma, Spain. **Proceedings** [...]. Palma, Spain: EDULEARN, 2018. v. 1, p. 7892-7898. DOI <https://doi.org/10.21125/edulearn.2018.1833>.

RAUTENBERG, S.; CARMO, P. R. V. do. Big data e ciência de dados. **Brazilian Journal of Information Science: research trends**, v. 13, n. 1, p. 56-67, 2019. DOI <https://doi.org/10.36311/1981-1640.2019.v13n1.06.p56>.

RAUTERNBERG, S. **Modelo de conhecimento para mapeamento de instrumentos da gestão do conhecimento e de agentes computacionais da engenharia do conhecimento baseado em ontologias**. 2009. Tese (Doutorado em Engenharia e Gestão do Conhecimento) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2009.

RIBEIRO, R.; BISSOLI, B. C.; FARIA, T. G.; MELHEM, L. **Análise do sistema CAPES de avaliação da pós-graduação no Brasil: 2010-2020**. Belo Horizonte:[s. n.], 2020. 705 p. Disponível em: [https://www.adusp.org.br/files/universidade/rel\\_pesq.pdf](https://www.adusp.org.br/files/universidade/rel_pesq.pdf). Acesso em: 29 abr. 2022.

RIBEIRO, V. S.; GARCIA, L. F.; CAUMO, W.; CAPP, E. Desempenho acadêmico de doutores egressos do programa de pós-graduação em medicina: ciências médicas da faculdade de medicina da UFRGS. **Clinical & Biomedical Research**, v. 40, n. 3, p. 154-160, 2021. DOI <https://doi.org/10.22491/2357-9730.89660>.

ROLLINS, J. B. Metodologia de Base para Ciência de Dados. **IBM analytics**, p. 1-6, 2015. Disponível em: <https://www.ibm.com/downloads/cas/B1WQ0GM2>. Acesso em: 4 mar. 2022.

ROOS, G. Knowledge management, intellectual capital, structural holes, economic complexity and national prosperity. **Journal of Intellectual Capital**, v. 18, n. 4, p. 745-770, 2017. DOI <https://doi.org/10.1108/JIC-07-2016-0072>.

ROOS, G.; ROOS, J. Measuring your company's intellectual performance. **Long Range Planning**, v. 30, n. 3, p. 413-426, 1997. DOI [https://doi.org/10.1016/s0024-6301\(97\)00022-8](https://doi.org/10.1016/s0024-6301(97)00022-8).

RUIZ-LOPEZ, F.; PEREZ-ORTEGA, J.; ORTIZ-HERNANDEZ, J.; HERNANDEZ-PEREZ, Y.; SAENZ-SANCHEZ, S. Systematic review of methodologies in data science. *In*: MEXICAN INTERNATIONAL CONFERENCE ON COMPUTER SCIENCE, 2021, Morelia, Mexico. **Proceedings** [...]. Morelia, Mexico: IEEE, 2021. DOI <https://doi.org/10.1109/ENC53357.2021.9534813>.

SALAS-VELASCO, M. Mapping the (mis)match of university degrees in the graduate labor market. **Journal for Labour Market Research**, v. 55, n. 14, 2021. DOI <https://doi.org/10.1186/s12651-021-00297-x>.

SALONIUS, H.; KÄPYLÄ, J. Exploring the requirements of regional knowledge-based management. **Journal of Knowledge Management**, v. 17, n. 4, p. 583-597, 2013. DOI <https://doi.org/10.1108/JKM-03-2013-0106>.

SALTZ, J. CRISP-DM is still the most popular framework for executing data science projects. **Data Science Process Alliance**, 2 maio 2022. Disponível em: <https://www.datascience-pm.com/crisp-dm-still-most-popular>. Acesso em: 3 mar. 2022.

SANDES, J. O perfil e o papel do cientista de dados. **BNDES**, Rio de Janeiro, v. 26, n. 52, p. 275-319, 2019. Disponível em: <http://web.bndes.gov.br/bib/jspui/handle/1408/19605>. Acesso em: 24 jan. 2022.

SANGIORGI, D.; SIBONI, B. The disclosure of intellectual capital in Italian universities: what has been done and what should be done. **Journal of Intellectual Capital**, v. 18, n. 2, p. 354-372, 2017. DOI <https://doi.org/10.1108/JIC-09-2016-0088>.

SANTOS, C. I. M. de O. **A satisfação dos alumni dos cursos superiores de marketing: uma abordagem aos elementos estruturantes da lealdade**. 2018. Tese (Doutorado em Marketing e Estratégia) – Universidade da Beira Interior, Universidade do Minho, Universidade de Aveiro, Covilhã, 2018. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10400.6/4826>. Acesso em: 29 abr. 2022.

SANTOS, T. de S.; TRIGUEIRO, F. M. C.; PEREIRA, R. da S.; ROMEIRO, M. do C. Contribuição de cursos stricto sensu em administração na trajetória profissional e social dos egressos: análise em uma universidade brasileira. **Espacios**, v. 38, n. 15, p. 17, 2017. Disponível em: <https://www.revistaespacios.com/a17v38n15/17381517.html>. Acesso em: 14 maio 2021.

SARKER, I. H. Deep learning: a comprehensive overview on techniques, taxonomy, applications and research directions. **SN Computer Science**, v. 2, n. 6, p. 1-20, 2021. DOI <https://doi.org/10.1007/s42979-021-00815-1>.

SCHMITT, M. T. B. **Inteligência competitiva na web: um framework conceitual para aquisição de ativos de conhecimento no contexto do front-end da inovação**. 2013. Dissertação

(Mestrado em Gestão do Conhecimento) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2013. Disponível em:  
<https://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/122763>. Acesso em: 21 jun 2022.

SCHREIBER, G. Chapter 25 knowledge engineering. **Foundations of Artificial Intelligence**, v. 3, n. 7, p. 929-946, 2008. DOI [https://doi.org/10.1016/S1574-6526\(07\)03025-8](https://doi.org/10.1016/S1574-6526(07)03025-8).

SCHREIBER, G.; AKKERMANS, H.; ANJEWIERDEN, A.; DE HOOG, R.; SHADBOLT, N. R.; VAN DE VELDE, W.; WIELINGA, B. J. **Knowledge Engineering and Management: The CommonKADS Methodology**. Cambridge, Massachusetts: MIT Press, 2001 (1999). *E-book*. DOI <https://doi.org/10.7551/mitpress/4073.001.0001>.

SCHUMPETER, J. A. The theory of economic development. Harvard economic studies, vol. XLVI. **Harvard Economic Studies**, v. 34, p. 255, 1934. Disponível em:  
<https://www.hup.harvard.edu/catalog.php?isbn=9780674879904>. Acesso em: 17 jan. 2022.

SCHWARTZMAN, S.; CASTRO, M. A trajetória acadêmica e profissional dos alunos da USP. **Documento de trabalho, Nupes/USP**, p. 24, 1991. Disponível em:  
<https://sites.usp.br/nupps/wp-content/uploads/sites/762/2020/12/dt9102.pdf>. Acesso em: 14 maio 2021.

SECUNDO, G.; DEL VECCHIO, P.; DUMAY, J.; PASSIANTE, G. Intellectual capital in the age of big data: establishing a research agenda. **Journal of Intellectual Capital**, v. 18, n. 2, p. 242-261, 2017. DOI <https://doi.org/10.1108/JIC-10-2016-0097>.

SECUNDO, G.; DUMAY, J.; SCHIUMA, G.; PASSIANTE, G. Managing intellectual capital through a collective intelligence approach: an integrated framework for universities. **Journal of Intellectual Capital**, v. 17, n. 2, p. 298-319, 2016. DOI <https://doi.org/10.1108/JIC-05-2015-0046>.

SECUNDO, G.; ELENA-PEREZ, S.; MARTINAITIS, Ž.; LEITNER, K. H. An intellectual capital maturity model (ICMM) to improve strategic management in European universities: a dynamic approach. **Journal of Intellectual Capital**, v. 16, n. 2, p. 419-442, 2015. DOI <https://doi.org/10.1108/JIC-06-2014-0072>.

SECUNDO, G.; MASSARO, M.; DUMAY, J.; BAGNOLI, C. Intellectual capital management in the fourth stage of IC research: a critical case study in university settings. **Journal of Intellectual Capital**, v. 19, n. 1, p. 157-177, 2018. DOI <https://doi.org/10.1108/JIC-11-2016-0113>.

SELEIM, A.; BONTIS, N. National intellectual capital and economic performance: empirical evidence from developing countries. **Knowledge and Process Management**, v. 20, n. 3, p. 131-140, 2013. DOI <https://doi.org/10.1002/KPM.1412>.

SENGER, M. H.; CAMPOS, M. C. G.; SERVIDONI, M. de F. C. P.; PASSERI, S. M. R. R.; VELHO, P. E. N. F.; TORO, I. F. C.; BICUDO, A. M.; AMARAL, E. M. Trajetória profissional de egressos do curso de Medicina da Universidade de Campinas (Unicamp), São Paulo, Brasil: o olhar do ex-aluno na avaliação do programa. **Interface: comunicação, saúde, educação**, v. 22, p. 1443-1455, 2018. Suplemento 1. DOI <https://doi.org/10.1590/1807-57622017.0190>.

SHARABATI, A. A. A.; JAWAD, S. N.; BONTIS, N. Intellectual capital and business

performance in the pharmaceutical sector of Jordan. **Management Decision**, v. 48, n. 1, p. 105-131, 2010. DOI <https://doi.org/10.1108/00251741011014481>.

SHARDA, R.; DELEN, D.; TURBAN, E. **Analytics, Data Science, & Artificial Intelligence: systems for decision support**. 11. ed. River Street, Hoboken, Nj: Pearson Education, 2020. 832 p. ISBN 9780135192016.

SILVA, A. C. C. **A divulgação de capital intelectual através de páginas de internet: um estudo aplicado a instituições de ensino superior**. 2017. Dissertação (Mestrado em Contabilidade e Finanças) – Instituto de Contabilidade e Administração do Porto, Porto, 2017. Disponível em: <https://recipp.ipp.pt/handle/10400.22/11168>. Acesso em: 29 abr. 2022.

SILVA, A. B. da. Produtivismo acadêmico multinível: mercadoria performativa na pós-graduação em administração. **Revista de Administração de Empresas**, v. 59, n. 5, p. 341-352, 2019. DOI <https://doi.org/10.1590/s0034-759020190504>.

SILVA, E. L. da; MENEZES, E. M. Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação. **Portal**, 2005. Disponível em: [https://tccbiblio.paginas.ufsc.br/files/2010/09/024\\_Metodologia\\_de\\_pesquisa\\_e\\_elaboracao\\_de\\_teses\\_e\\_dissertacoes1.pdf](https://tccbiblio.paginas.ufsc.br/files/2010/09/024_Metodologia_de_pesquisa_e_elaboracao_de_teses_e_dissertacoes1.pdf). Acesso em: 2 dez. 2021.

SILVA, G. M. da. **Análise do perfil profissional e acadêmico dos egressos dos cursos técnicos do Instituto Oswaldo Cruz**. 2019. 167 f. Dissertação (Mestrado em Ensino em Biociências e Saúde) – Instituto Oswaldo Cruz, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, 2019.

SILVA, P. R. C.; DIAS, S. M.; BRANDÃO, W. C.; SONG, M. A.; ZÁRATE, L. E. Formal concept analysis applied to professional social networks analysis. *In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON ENTERPRISE INFORMATION SYSTEMS*, 19., 2017, Porto, Portugal. **Proceedings** [...]. Porto, Portugal: ICEIS, 2017. v. 1, p. 123-134. DOI <https://doi.org/10.5220/0006333401230134>.

SIMON, H. A. **The sciences of the artificial**. London, England: MIT Press, 1996. ISBN 9780262193740.

SINGH, S.; MAHMOOD, A. The NLP cookbook: modern recipes for transformer based deep learning architectures. **IEEE Access**, v. 9, p. 68675-68702, 2021. DOI <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3077350>.

SKIENA, S. **Data science design**. [S. l.: s. n.], 2017. *E-book*. Disponível em: <http://link.springer.com/10.1007/978-3-319-55444-0>. Acesso em: 24 jan. 2022.

STEWART, T. A. **Capital intelectual: a nova vantagem competitiva das empresas**. 5. ed. Rio de Janeiro: Campus, 1998. ISSN 8535202471.

STUDER, R.; BENJAMINS, V. R.; FENSEL, D. Knowledge engineering: principles and methods. **Data and Knowledge Engineering**, v. 25, n. 1-2, p. 161-197, 1998. DOI [https://doi.org/10.1016/S0169-023X\(97\)00056-6](https://doi.org/10.1016/S0169-023X(97)00056-6).

SUBRAMANIAM, M.; YOUNDT, M. A. The influence of intellectual capital on the types of innovative capabilities. **Academy of Management Journal**, v. 48, n. 3, p. 450-463, 2005. DOI <https://doi.org/10.5465/AMJ.2005.17407911>.

SUNDARESAN, N. **The history of data science**. 2017. Disponível em:

[https://www.huffpost.com/entry/the-history-of-data-scien\\_b\\_10116442](https://www.huffpost.com/entry/the-history-of-data-scien_b_10116442). Acesso em: 15 fev. 2022.

SVEIBY, K. E. **A nova riqueza das organizações: gerenciando e avaliando patrimônios de conhecimento**. Rio de Janeiro: Campus, 1998. ISBN 8535202773.

TAKEDA, H.; VEERKAMP, P.; TOMIYAMA, T.; YOSHIKAWA, H. Modeling design processes. **AI Magazine**, v. 11, n. 4, p. 37-48, 1990.

TAXWEILER, R. N. do N. **Um modelo para a extração de perfil de especialista aplicado às ferramentas de expertise location e apoio à gestão do conhecimento**. 2016. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Gestão do Conhecimento) – Universidade Federal de Santa Catarina Florianópolis, 2016. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/169664>. Acesso em 5 nov. 2021.

TIFFIN, S.; KUNC, M. A survey of management PhD programmes in Latin America. **International Journal of Management in Education**, v. 3, n. 1, p. 82-103, 2009. Disponível em: <https://www.inderscienceonline.com/doi/10.1504/IJMIE.2009.02309>. Acesso em: 29 abr. 2022.

TIMOTEO, M. E. **Acompanhamento de egressos e avaliação de cursos de pós-graduação stricto sensu: uma proposta para mestrados profissionais**. 2011. 96 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Saúde Pública) – Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, 2011.

TODERICIU, R.; ŞERBAN, A. Intellectual capital and its relationship with universities. **Procedia Economics and Finance**, v. 27, n. 15, p. 713-717, 2015. DOI [https://doi.org/10.1016/s2212-5671\(15\)01052-7](https://doi.org/10.1016/s2212-5671(15)01052-7).

TOWER, G.; PLUMMER, J.; RIDGEWELL, B.; GOFORTH, E.; TOWER, S. The world's best Anglo-American universities knowledge management attributes. **Contemporary Issues In Education Research**, v. 2, n. 1, p. 17-26, 2009. DOI <https://doi.org/10.19030/cier.v2i1.1101>.

TSUI, E.; WANG, W. M.; CAI, L.; CHEUNG, C. F.; LEE, W. B. Knowledge-based extraction of intellectual capital-related information from unstructured data. **Expert Systems with Applications**, v. 41, n. 4, parte 1, p. 1315-1325, 2014. DOI <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2013.08.029>.

TUKEY, J. W. The future of data analysis. **The Annals of Mathematical Statistics**, v. 33, n. 1, p. 1-67, 1962. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/2237638>. Acesso em 9 fev. 2022.

TUKEY, J. W. **Exploratory data analysis**. Reading MA: Addison-Wesley, 1977. v. 2. *E-book*. Disponível em: <https://www.oreilly.com/library/view/visualizing-data/9780596514556/ch01.html>. Acesso em: 19 fev. 2022.

VAGNONI, E.; OPPI, C. Investigating factors of intellectual capital to enhance achievement of strategic goals in a university hospital setting. **Journal of Intellectual Capital**, v. 16, n. 2, p. 331-363, 2015. DOI <https://doi.org/10.1108/JIC-06-2014-0073>.

VAISHNAVI, V.; KUECHLER, B. **Design science research in information systems**. 2021. Disponível em: <http://www.desrist.org/design-research-in-information-systems>. Acesso em: 2 dez. 2021.

VANCE, A. **Data analytics**: crunching the future - bloomberg. 2011. Disponível em: <https://www.bloomberg.com/news/articles/2011-09-08/data-analytics-crunching-the-future>. Acesso em: 24 fev. 2022.

VELTRI, S.; MASTROLEO, G.; SCHAFFHAUSER-LINZATTI, M. Measuring intellectual capital in the university sector using a fuzzy logic expert system. **Knowledge Management Research and Practice**, v. 12, n. 2, p. 175-192, 2014. DOI <https://doi.org/10.1057/kmrp.2012.53>.

VELTRI, S.; PUNTILLO, P. On intellectual capital management as an evaluation criterion for university managers: a case study. **Journal of Management and Governance**, v. 24, p. 135-167, 2020. DOI <https://doi.org/10.1007/s10997-019-09461-5>.

VELTRI, S.; SILVESTRI, A. The free state university integrated reporting: a critical consideration. **Journal of Intellectual Capital**, v. 16, n. 2, p. 443-462, 2015. DOI <https://doi.org/10.1108/JIC-06-2014-0077>.

VOGEL, M. J. M.; KOBASHI, N. Y. Avaliação da pós-graduação no Brasil: seus critérios. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM CIÊNCIA DA INFORMAÇÃO, 16., 2015. São Paulo. **Anais [...]**. São Paulo: ECA/USP, 2015. Disponível em: <http://hdl.handle.net/20.500.11959/brapci/186950>. Acesso em: 26 jan. 2023.

VORAKULPIPAT, C.; REZGUI, Y. Value creation: the future of knowledge management. **Knowledge Engineering Review**, v. 23, n. 3, p. 283-294, 2008. DOI <https://doi.org/10.1017/S0269888908001380>.

WALLER, M. A.; FAWCETT, S. E. Data science, predictive analytics, and big data: a revolution that will transform supply chain design and management. **Journal of Business Logistics**, v. 34, n. 2, p. 77-84, 2013. DOI <https://doi.org/10.1111/jbl.12010>.

YAMAMOTO, E. Plataforma Alumni USP atinge a marca de 100 mil inscritos. **Jornal da USP**, 21 mar. 2022. Seção Institucional. Disponível em: <https://jornal.usp.br/institucional/plataforma-alumni-usp-atinge-a-marca-de-100-mil-inscritos>. Acesso em: 16 abr. 2022.

YU, B.; KUMBIER, K. Veridical data science. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v. 117, n. 8, p. 3920-3929, 2020. DOI <https://doi.org/10.1073/pnas.1901326117>.

ZACK, M. H. Managing codified knowledge. **Sloan Management Review**, v. 40, n. 4, p. 45-58, 1999. Disponível em: <https://sloanreview.mit.edu/article/managing-codified-knowledge>. Acesso em: 12 abr. 2022.

ZHOMARTKYZY, G.; BALOVA, T. The development of information models and methods of university scientific knowledge management. In: HAMMOUDI, S.; MACIASZEK, L.; TENIENTE, E.; CAMP, O.; CORDEIRO, J. (ed.). **Enterprise Information Systems: 17th International Conference, ICEIS 2015, Barcelona, Spain, April 27-30, 2015, Revised Selected Papers**. Springer, 2015. v. 241, p. 429-451. DOI [https://doi.org/10.1007/978-3-319-29133-8\\_21](https://doi.org/10.1007/978-3-319-29133-8_21).

## APÊNDICE A – PERIÓDICOS DE ENGENHARIA DO CONHECIMENTO E INDICADORES

Quadro 30 – Periódicos de Engenharia do Conhecimento e indicadores

ISSN	Nome	País	Tipo de mídia	Editora	Maior Estrato (2016)	Estrato Qualis (2020)	JCR (2020)	SJR (2020)	Google H5 (2020)	SNIP (2020)
0942-251X	Applied data & knowledge engineering	Áustria	Impresso							
2704-3916	Book of abstracts – International conference on smart technologies and advanced	Filipinas	Impresso							
0974-9578	CiT international journal of data mining and knowledge engineering (Online)	Índia	Online						5	
0974-9683	CiT international journal of data mining and knowledge engineering (Print)	Índia	Impresso						5	
2717-4123	Computer and knowledge engineering (Online)	Irã	Online							
2538-5453	Computer and knowledge engineering (Print)	Irã	Impresso							
0169-023X	Data & knowledge engineering	Holanda	Impresso	Elsevier	A2	A3	1,747			1,162
1872-6933	Data & knowledge engineering (Online)	Holanda	Online	Elsevier				0,48	24	
2516-4007	Data and knowledge engineering (London)	Reino Unido	Impresso						24	
2636-4867	Frontier of Knowledge International Journal of Engineering Technology Creativity and	Nigéria	Impresso							
1040-6433	Heuristics (Rockville, Md.) – Journal of knowledge engineering	Estados Unidos	Impresso							
2326-3865	IEEE transactions on knowledge and data engineering (CD-ROM)	Estados Unidos	Disco	IEEE					87	
1558-2191	IEEE transactions on knowledge and data engineering (Online)	Estados Unidos	Online	IEEE		A1			87	

ISSN	Nome	País	Tipo de mídia	Editora	Maior Estrato (2016)	Estrato Qualis (2020)	JCR (2020)	SJR (2020)	Google H5 (2020)	SNIP (2020)
1041-4347	IEEE transactions on knowledge and data engineering (Print)	Estados Unidos	Impresso	IEEE	A1	A1	5,201	1,360	87	4,097
2512-2258	Integrating food science and engineering knowledge into the food chain (Online)	Estados Unidos	Online							
2512-2223	Integrating food science and engineering knowledge into the food chain (Print)	Estados Unidos	Impresso							
2367-6450	International Conference on Big Data, Knowledge and Control Systems Engineering -	Bulgária	Impresso							
2157-099X	International Conference on ICT and Knowledge Engineering (Online)	Estados Unidos	Online	IEEE				0,141	8	
2157-0981	International Conference on ICT and Knowledge Engineering (Print)	Estados Unidos	Impresso	IEEE					8	
2694-4804	International Conference on Knowledge and Systems Engineering (Online)	Estados Unidos	Online						12	
2643-279X	International eConference on Computer and Knowledge Engineering (Online)	Estados Unidos	Online	IEEE					14	
0976-5824	International journal of knowledge engineering (Online)	Índia	Online						13	
0976-5816	International journal of knowledge engineering (Print)	Índia	Impresso					0,242	13	
1755-2095	International journal of knowledge engineering and data mining (Online)	Reino Unido	Online	Inderscience						
1755-2087	International journal of knowledge engineering and data mining (Print)	Reino Unido	Impresso	Inderscience						
2316-6517	International Journal of Knowledge Engineering and Management	Brasil	Online		B4	B1				
2319-832X	International journal of knowledge engineering and	Índia	Online							

ISSN	Nome	País	Tipo de mídia	Editora	Maior Estrato (2016)	Estrato Qualis (2020)	JCR (2020)	SJR (2020)	Google H5 (2020)	SNIP (2020)
	research									
1755-3229	International journal of knowledge engineering and soft data paradigms (Online)	Reino Unido	Online	Inderscience						
1755-3210	International journal of knowledge engineering and soft data paradigms (Print)	Reino Unido	Impresso	Inderscience						
1327-2314	International journal of Knowledge-based intelligent Engineering Systems	Holanda	Impresso	IOS Press	B3		0,000			0,761
1875-8827	International journal of knowledge-based intelligent engineering systems (Online)	Holanda	Online	IOS Press						0,761
0218-1940	International journal of software engineering and knowledge engineering	Singapura	Impresso	World Scientific	B1	B1	0,766	0,236	19	0,760
1793-6403	International journal of software engineering and knowledge engineering (Online)	Singapura	Online	World Scientific					19	
2541-4461	JKIE (Journal Knowledge Industrial Engineering) (Online)	Indonésia	Online							
2460-0113	Journal Knowledge Industrial Engineering (JKIE)	Indonésia	Impresso							
0975-6752	Journal of information, knowledge and research in biomedical engineering	Índia	Online							
0975-6744	Journal of information, knowledge and research in civil engineering	Índia	Online							
0975-6760	Journal of information, knowledge and research in computer engineering	Índia	Online							
0975-6736	Journal of information, knowledge and research in electrical engineering	Índia	Online							
0975-668X	Journal of information, knowledge and research in mechanical engineering	Índia	Online							

ISSN	Nome	País	Tipo de mídia	Editora	Maior Estrato (2016)	Estrato Qualis (2020)	JCR (2020)	SJR (2020)	Google H5 (2020)	SNIP (2020)
2413-6794	Journal of knowledge-based engineering and innovation	Áustria	Online							
2518-0479	Journal of knowledge-based engineering and innovation (Print)	Áustria	Impresso							
2287-6502	Journal on knowledge and data engineering	Coréia do Sul	Impresso							
2287-6510	Journal on knowledge and data engineering (Online)	Coréia do Sul	Online							
2280-1014	Knowledge engineering	Itália	Impresso							
1050-6314	Knowledge engineering and artificial intelligence	Reino Unido	Impresso							
2597-4602	Knowledge engineering and data science	Indonésia	Impresso							
2597-4637	Knowledge engineering and data science (Online)	Indonésia	Online							
2067-1180	Knowledge engineering principles and techniques	Romênia	Impresso							
1469-8005	Knowledge engineering review (Online)	Reino Unido	Online	Cambridge University Press	B1	A4				2,436
0269-8889	Knowledge engineering review (Print)	Reino Unido	Impresso	Cambridge University Press	B1	A4	1,331			2,436
2788-7820	Knowledge-based engineering and sciences (Print)	Áustria	Impresso						19	
2788-7839	Knowledge-based engineering and sciences (Online)	Áustria	Online					0,477	19	
1538-568X	Proceedings – International Conference on Knowledge-Based Intelligent Engineering	Estados Unidos	Impresso						12	
1068-3062	Proceedings – Knowledge-based Software Engineering Conference	Estados Unidos	Impresso	IEEE					12	

ISSN	Nome	País	Tipo de mídia	Editora	Maior Estrato (2016)	Estrato Qualis (2020)	JCR (2020)	SJR (2020)	Google H5 (2020)	SNIP (2020)
2687-7171	Proceedings (International Conference on Intelligent System and Knowledge	Estados Unidos	Online						12	
2687-718X	Proceedings (International Conference on Intelligent System and Knowledge	Estados Unidos	Impresso							
2164-2508	Proceedings (International Conference on Knowledge and Systems Engineering)	Estados Unidos	Impresso							
2325-9086	Proceedings (International Conference on Software Engineering and Knowledge	Estados Unidos	Online							
2375-1304	Proceedings of the Internatinal eConference on Computer and Knowledge Engineering	Estados Unidos	Impresso							
2325-9000	Proceedings of the International Conference on Software Engineering and Knowledge Engineering, SEKE	Estados Unidos	Impresso					0,155	15	
1793-0995	Series on software engineering and knowledge engineering	Singapura	Impresso							
0921-3406	Theory and decision library. Series D, System theory, knowledge engineering and	Holanda	Impresso							

Fonte: elaborado pelo autor.

## APÊNDICE B – TRABALHOS DA REVISÃO INTEGRATIVA DA LITERATURA

Quadro 31 – Resultados da busca integrativa para definição dos objetivos da DSRM

# 67	Título	Ano	Autores	Base	Tipo	Scopus 68	WoS <sup>69</sup>	Google 70	Pré-sel.	Selecionado
1	The readiness of workforce for the world of work in 2030: Perceptions of university students	2022	Pandya B., Patterson L., Ruhi U.	WoS e Scopus	Artigo	0	0	1	Sim	
2	Decision-making on human individual capital investment	2021	Apatova N.V., Ostapenko I.N., Usenko R.S.	Scopus	Artigo em conferência	0	-	2	Sim	
3	Journal of Intellectual Capital: a review of emerging themes and future trends	2021	Bellucci M., Marzi G., Orlando B., Ciampi F.	WoS e Scopus	Artigo	17	19	30	Sim	
4	AI-enabled recruiting in the war for talent	2021	Black J.S., Van Esch P.	WoS	Artigo	-	3	6	Sim	
5	Corrigendum to “Exploring the impact of big data analytics capabilities on business model innovation: The mediating role of entrepreneurial orientation”. [J. Bus. Res. 123 (2021) 1–13](S0148296320306068)(10.1016/j.jbusres.2020.09.023)	2021	Ciampi F., Demi S., Magrini A., Marzi G., Papa A.	Scopus	Errata	0	-	2	Não	
6	Lag influence of entrepreneurship education on employee entrepreneurial behavior in artificial intelligence industry against the background of internet	2021	Lin J., Tang Y.	Scopus	Artigo em conferência	0	-	0	Sim	
7	Forging a new alliance between economics and engineering	2021	Mariotti S.	WoS e Scopus	Artigo	9	9	9	Sim	

<sup>67</sup> #: Número do documento. O critério que impacta no número foi o ano de publicação do documento em forma decrescente e o nome dos autores.

<sup>68</sup> Scopus: número de citações na base da Scopus no momento da busca.

<sup>69</sup> WoS: número de citações na base da Web of Science no momento da busca.

<sup>70</sup> Google: número de citações na base do Google Acadêmico<sup>®</sup> no momento da busca.

# 67	Título	Ano	Autores	Base	Tipo	Scopus 68	WoS <sup>69</sup>	Google 70	Pré-sel.	Seleccionado
8	A comparative study on the impact of artificial intelligence on employment opportunities for university graduates in Germany and the Netherlands: AI opportunities and risks	2021	Rauf M.A., Ashfaq M., Hasan R., Manju M.A.	Scopus	Artigo	0	-	1	Sim	
9	Trends in the migration of Russian scholars: The regional dimension	2021	Sudakova A.E., Tarasyev A.A., Koksharov V.A.	WoS e Scopus	Artigo	1	1	1	Sim	
10	The Use of Big Data Analytics to Improve the Supply Chain Performance in Logistics Industry	2021	Xiang L.Y., Hwang H.J., Kim H.K., Mahmood M., Dawi N.M.	Scopus	Capítulo de livro	1	-	1	Sim	
11	AI-enabled recruiting: What is it and how should a manager use it?	2020	Black J.S., Van Esch P.	WoS	Artigo	-	26	84	Sim	
12	An artificial intelligence educational strategy for the digital transformation	2020	Cantú-Ortiz F.J., Galeano Sánchez N., Garrido L., Terashima-Marin H., Brena R.F.	WoS e Scopus	Artigo	7	7	11	Sim	
13	The questions we ask: Opportunities and challenges for using big data analytics to strategically manage human capital resources	2020	Hamilton R.H., Sodeman W.A.	WoS	Artigo	-	26	78	Sim	
14	DIGITAL IMPERATIVE OF UNIVERSITY ACTIVITIES TRANSFORMATION	2020	Lukianenko D., Mozghalli O., Lukianenko O., Dvornyk I., Oriekhov M.	WoS	Artigo	-	0	0	Sim	

# 67	Título	Ano	Autores	Base	Tipo	Scopus 68	WoS <sup>69</sup>	Google 70	Pré-sel.	Selecionado
15	Prediction of academic dropout in university students using data mining: Engineering case	2020	Silva J., Matos L.F.A., Mosquera C.M., Mercado C.V., González R.B., Llinás N.O., Lezama O.B.P.	Scopus	Capítulo de livro	1	-	1	Sim	
16	Migration of scientists: Digital footprint and scientometry	2020	Sudakova A.E.	Scopus	Revisão	2	-	5	Sim	
17	Issues and paths to improve the policy in the higher professional education within the innovative development of modern society	2020	Susimenko E.V., Litvinenko E.Y.	Scopus	Artigo em conferência	0	-	0	Sim	
18	Proceedings of the European Conference on Intellectual Capital	2019	Sem autor	Scopus	Revisão da Conferência	0	-	0	Sim	
19	Análise comparativa de abordagens fuzzy AHP para segmentação de fornecedores sustentáveis com o fuzzy TOPSIS	2019	Almeida C. I.	BDTD	Dissertação	-	-	1	Sim	
20	As if ... a game theory perspective on self-access learning	2019	Edsall D.G.	WoS e Scopus	Artigo	0	0	1	Sim	
21	THE FUTURE OF LEARNING MANAGEMENT SYSTEMS IN THE CONTEXT OF INDUSTRY 4.0	2019	Goksu M. Cavus N.	WoS	Artigo em conferência	-	0	0	Sim	
22	Mapping the future curriculum: Adopting artificial intelligence and analytics in forecasting competence needs	2019	Ketamo H., Moisio A., Passi-Rauste A., Alamäki A.	WoS e Scopus	Artigo em conferência	3	2	12	Sim	
23	eRMS for research management and monitoring at Universiti Pertahanan Nasional Malaysia (UPNM)	2019	Marzukhi S., Che Hamid H.E., Ariff H., Ahmad Zainudin M.H., Abdul Latif N.S., Roslan N.F., Ramlee A.A.	Scopus	Artigo em conferência	0	-	0	Sim	
24	The impact of emotional intelligence on work performance: Perceptions and reflections from academics in malaysian higher educationobitat endiaest que	2019	Rasiah R., Turner J.J., Ho Y.F.	WoS e Scopus	Artigo	3	3	14	Sim	

# 67	Título	Ano	Autores	Base	Tipo	Scopus 68	WoS <sup>69</sup>	Google 70	Pré-sel.	Selecionado
25	Factors that influence new generation candidates to engage with and complete digital, AI-enabled recruiting	2019	Van Esch P., Black J.S.	WoS	Artigo	-	26	66	Sim	
26	Data mining algorithms for modeling international scientific migration	2018	Agarkov G.A., Koksharov V.A.	WoS e Scopus	Artigo em conferência	0	0	3	Sim	
27	The economic enterprise risk management innovation program for healthcare organizations : E2RMhealthcare	2018	Etges A.P.B.	BDTD	Tese	-	-	0	Sim	
28	University digital transformation intelligent architecture: A dual model, methods and applications	2018	Perez Gama J.A., Vega Vega A., Neira Aponte M.	Scopus	Artigo em conferência	4	-	9	Sim	
29	ANALYSIS OF MISSING DATA SCIENCE COMPETENCE IN IT SECTOR	2018	Rasheva-Yordanova K., Iliev E., Chantov V.	WoS	Artigo em conferência	-	1	2	Sim	
30	Proposta de uso do AHP e variáveis fuzzy para avaliação da produtividade em call center ativo	2017	Borges R.F.S.	BDTD	Dissertação	-	-	0	Sim	
31	Gestão do conhecimento: um estudo de caso das práticas de compartilhamento do conhecimento desenvolvidas em uma empresa pública paulista	2017	Daniel I.R.	BDTD	Dissertação	-	-	2	Sim	
32	The Changing Role of Universities in Economic Growth	2016	Kochetkov D., Larionova V.	WoS	Artigo em conferência	-	1	3	Sim	
33	Big data and intelligence: Applications, human capital, and education	2016	Landon-Murray M.	Scopus	Artigo	13	-	33	Sim	
34	Gestão do conhecimento no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Brasília (IFB): um diagnóstico pelo método Organizational Knowledge Assessment (OKA)	2015	Amarante N. P.	BDTD	Dissertação	-	-	0	Sim	
35	Analisando a relação dos volumes de exportação e de importação, pib, taxas de câmbio e inflação no período de 2004 a 2014. são bernardo do campo 2015	2015	Ambrosio R.	BDTD	Dissertação	-	-	0	Sim	

# 67	Título	Ano	Autores	Base	Tipo	Scopus 68	WoS <sup>69</sup>	Google 70	Pré-sel.	Selecionado
36	A influência das práticas pedagógicas docentes e das barreiras discentes sobre o desenvolvimento da criatividade do futuro administrador	2015	Fabrete T.C.L	BDTD	Dissertação	-	-	3	Sim	
37	MEASURING STRATEGIC BIG DATA MANAGEMENT ON INVESTMENTS, PARTICULARLY ON UNIVERSITY INVESTMENTS	2015	Kirbaslar S.I., Sart G., Dulger U.	WoS	Artigo em conferência	-	0	0	Sim	
38	Coaching e mentoring como práticas de compartilhamento do conhecimento: estudos de casos em empresas públicas paulistas	2015	Santos B.A.	BDTD	Dissertação	-	-	3	Sim	
39	The development of information models and methods of university scientific knowledge management	2015	Zhomartkyzy G., Balova T.	Scopus	Artigo em conferência	5	-	6	Sim	
40	2013 2nd International Conference on Information Technology and Management Innovation, ICITMI 2013	2013	Sem autor	Scopus	Artigo em conferência	0	-	0	Não	
41	Uma aplicação de mineração de dados para recomendação social	2013	Feitosa R.M.	BDTD	Dissertação	-	-	2	Sim	
42	Intellectual assets and knowledge engineering method: A contribution	2013	Gama A.P., Gaitán A.A.A.	WoS e Scopus	Artigo em conferência	1	0	4	Sim	
43	Maturity model and lesson learned for improve the quality of organizational knowledge and human resources management in software development	2013	Horita F.E.A., Hisatomi M.I., Gaffo F.H., De Barros R.M.	Scopus	Artigo em conferência	0	-	2	Sim	
44	Intellectual capital: A valuable resource for university technology commercialisation?	2013	Miller K., Moffett S., McAdam R., Brennan M.	Scopus	Artigo em conferência	0	-	7	Sim	
45	How to Build Innovative Knowledge High-Tech Companies: An Exploratory Analysis of 22@ Companies	2013	Pujol-Jover M., Serradell-Lopez E.	WoS	Artigo em conferência	-	1	1	Sim	
46	Framework para compartilhamento de conhecimento sob a ótica de um sistema de representações simbólico	2012	Leonardi J.	BDTD	Dissertação	-	-	2	Sim	
47	Mobile learning collaboration for state universities and colleges in the Philippines	2012	Roxas M.D.C., Urano Y.	Scopus	Artigo em conferência	1	-	2	Sim	

# 67	Título	Ano	Autores	Base	Tipo	Scopus 68	WoS <sup>69</sup>	Google 70	Pré-sel.	Selecionado
48	Confiança Interorganizacional, Desempenho da Aliança e Qualidade da Informação trocada entre Contratante e Contratadas: Um Estudo Correlacional	2011	Siqueira E.A.B.S	BDTD	Dissertação	-	-	0	Sim	
49	Intelligence Capital for a Technology Development Centre	2011	Trevino G.O., Gamboa F.J.C	WoS	Artigo em conferência	-	0	0	Sim	
50	Relational mechanisms governing multifaceted collaborative behavior of academic scientists in six fields of science and engineering	2010	Jha Y., Welch E.W.	Scopus	Artigo	35	-	58	Sim	
51	Knowledge management: Using information technology to obtain knowledge in a competitive environment	2009	Cavalcanti M.	Scopus	Artigo	0	-	2	Sim	
52	Application of knowledge management for research commercialization	2009	Farsi J.Y., Talebi K.	Scopus	Artigo	4	-	44	Sim	
53	Towards understanding of ambient intelligence and smart environments	2009	Révészová L., Palová D.	Scopus	Artigo em conferência	0	-	0	Sim	
54	E-learning as a knowledge management approach for intellectual capital utilization	2009	Shehabat I., Mahdi S.A., Khoualdi K.	Scopus	Artigo	2	-	5	Sim	
55	Using a balanced scorecard approach to enhance the management of knowledge transfer partnerships	2008	Polkinghorne M., Manville G., Petford N.	Scopus	Artigo	0	-	0	Sim	
56	Value creation: The future of knowledge management	2008	Vorakulpipat C., Rezgui Y.	Scopus	Revisão	36	-	65	Sim	
57	Proceedings - 2004 IEEE International Engineering Management Conference: Innovation and Entrepreneurship for Sustainable Development, IEMC 2004	2004	Sem autor	Scopus	Revisão da Conferência	0	-	0	Não	
58	A measurement model of technological knowledge in professional firms	2004	Muiña F.E.G., Martín De Castro G., Sáez P.L.	Scopus	Artigo	0	-	1	Sim	

# 67	Título	Ano	Autores	Base	Tipo	Scopus 68	WoS <sup>69</sup>	Google 70	Pré-sel.	Selecionado
59	JOM-e: Issues and opportunities in homeland security	2003	Maréchaux T.	Scopus	Artigo em conferência	0	-	1	Sim	
60	Knowledge management: A state of the practice summary	2002	Earl Carnes W.	Scopus	Artigo em conferência	3	-	3	Sim	

Fonte: elaborado pelo autor.

## APÊNDICE C – ANÁLISE DAS FICHAS DE AVALIAÇÃO DE 2017-2020 DA CAPES QUANTO AO TEMA DE EGRESSOS

Quadro 32 – Análise da ficha da área de avaliação de Ciência de Alimentos 2020

Quesito/ítem	PPG acadêmico	PPG profissional
<b>1 – PROGRAMA</b>		
1.4.5. Análise do planejamento relativo aos mecanismos de acompanhamento de egressos com vistas à melhoria na formação discente.	X	X
<b>2 – FORMAÇÃO</b>		
2.1.1. Será avaliada média ponderada do número de itens de produção bibliográfica e os respectivos pontos (vide tabela) com autoria de discentes e/ou egresso (titulados nos últimos cinco anos), ponderados pela pontuação dos estratos A1, A2, A3 e A4 do Qualis, dividido pelo número de dissertações/teses concluídas no Programa (2 x número de teses + 1 x número de dissertações).	X	
2.1.1. Será avaliada o total de artigos publicados em periódicos indexados com autoria e/ou participação de discentes ou egressos, titulados nos últimos 5 anos, qualificados pelos estratos A1, A2, A3, A4, B1, B2, B3, B4 do Qualis, pela quantidade de dissertações concluídas.		X
2.1.2. Será avaliada a média ponderada entre o número de itens de produção bibliográfica e os respectivos pontos (vide tabela) com autoria de discentes e/ou egressos (titulados nos últimos cinco anos), ponderados pela pontuação dos estratos A e B do Qualis, dividida pelo número de dissertações/teses concluídas no Programa (2 x número de teses + 1 x número de dissertações). Observação: Serão considerados os artigos oriundos dos trabalhos de conclusão (Mestrado ou Doutorado), com a presença de discentes e/ou egressos (até cinco anos de titulação), aderentes à Área de Avaliação, aderentes às AC/LP do PPG e sem repetição entre docentes permanentes. Todos os artigos relatados mais de uma vez serão desconsiderados.	X	
2.1.2. Será avaliada o total de produtos tecnológicos de discentes ou egressos com autoria e/ou participação de discentes ou egressos, titulados nos últimos 5 anos, pela quantidade de dissertações concluídas sendo observado a seguinte pontuação: (a) Patente depositada, concedida ou licenciada (100 pontos) (b) Desenvolvimento de softwares e/ou aplicativos (100 pontos) (c) Acordos de Transferência de Tecnologia com Empresas (100 pontos) (d) Minистраção de cursos de formação Profissional na área de Ciência e Tecnologia de Alimentos (100 pontos) (e) Artigo em Revista Técnica na área de Ciência e Tecnologia de Alimentos onde a Revista Técnica é definida como publicação exclusiva em língua Portuguesa e sem indexação em Base de Dados sendo facultativo ter o ISBN (100 pontos) (f) Artigo em websites técnicos de domínio público (blogs) na área de Ciência e Tecnologia de Alimentos (90 pontos) (g) Desenvolvimento de Material Didático (90 pontos) (h) Desenvolvimento de Métodos Analíticos (90 pontos) (i) Editoria de Livro na área de Ciência e Tecnologia de Alimentos (90 pontos) (j) Capítulos de Livro na área de Ciência e Tecnologia de Alimentos (80 pontos) (k) Organização de Eventos (70 pontos) (l) Apresentação de trabalhos em Congressos (60 pontos) (m) Programas de mídia e Palestras (60 pontos) (n) Relatório Técnico (50 pontos)		X

Quesito/item	PPG acadêmico	PPG profissional
2.2.1. Será avaliada a soma ponderada (vide tabela) de artigos publicados, qualificados nos estratos A1, A2, A3 e A4 do Qualis, dividida pela soma ponderada dos artigos publicados nos estratos A e B do Qualis, ambos com autoria de discentes matriculados em cada ano e egressos envolvidos neste tipo de produção	X	
2.2.1. Será avaliado o total de artigos publicados, qualificados nos estratos A1, A2, A3 e A4 do Qualis, com autoria e/ou participação de discentes ou egressos, titulados nos últimos 5 anos.		X
2.2.2. Será avaliada a soma ponderada de artigos publicados em periódicos com autoria de discentes ou egressos (titulados nos últimos 5 anos) dividida pelo número de discentes matriculados em cada ano	X	X
2.2.3. Será avaliado o número total de produtos técnicos/tecnológicos do Programa com coautoria de discentes e egressos, dividido pelo número de discentes matriculados em cada ano.		
2.2.4. Será avaliado o número total de resumos/trabalhos completos publicados em anais de eventos científicos e com coautoria discente e de egressos dividido pelo número de discentes matriculados em cada ano.	X	
2.3.1. Proporção de egressos (com até 5 anos de titulação) empregados na área ou em doutoramento (no caso de mestrado) ou em pós-doutorado (no caso de doutorado) em relação ao número de titulados no período.	X	
2.3.1. Será avaliada a continuidade e/ou destino profissional de egressos pelo percentual de egressos atuando na área de formação.		X
2.3.2. Proporção de egressos participando no desenvolvimento de incubadoras, startups, spin-offs a partir do Programa por discente titulado no período.		
2.4.1. Será avaliada a soma ponderada (conforme os respectivos pontos da tabela de pesos) de artigos publicados, qualificados nos estratos A1, A2, A3 e A4 do Qualis, com autoria de discentes ou egressos, titulados nos últimos 5 anos, dividida pelo número de docentes permanentes do Programa.	X	X
2.4.2. Será avaliada a soma ponderada (conforme os respectivos pontos da tabela de pesos) de artigos publicados, qualificados nos estratos A e B do Qualis, com autoria docente (com ou sem discentes ou egressos, titulados nos últimos cinco anos), dividida pelo número de docentes permanentes do Programa.	X	
2.4.2. Será avaliada a razão do total produtos tecnológicos, com participação de discentes e/ou egressos, titulados nos últimos 5 anos, pela quantidade de docentes permanentes.		X
<b>3 – IMPACTO NA SOCIEDADE</b>		
3.1.1. Será avaliada a soma ponderada do número de depósitos de patente (peso 1), licenças (peso 2) e transferências de tecnologia (peso 3) com participação de discente/egresso dividida pelo número total de docentes permanentes no Programa.	X	X

<b>Quesito/item</b>	<b>PPG acadêmico</b>	<b>PPG profissional</b>
3.1.2. Será avaliado o número de premiações acadêmicas de coautoria docente com discente/egresso em eventos técnico-científicos dividido pelo número total de docentes permanentes no Programa.	X	X
2.1.1. Será avaliada média ponderada do número de itens de produção bibliográfica e os respectivos pontos (vide tabela) com autoria de discentes e/ou egresso (titulados nos últimos cinco anos), ponderados pela pontuação dos estratos A1, A2, A3 e A4 do Qualis, dividido pelo número de dissertações/teses concluídas no Programa (2 x número de teses + 1 x número de dissertações).	X	

Fonte: elaborado pelo autor.

Quadro 33 – Análise da ficha da área de avaliação de Ciências Agrárias I 2020

<b>Quesito/item</b>	<b>PPG acadêmico</b>	<b>PPG profissional</b>
<b>1 – PROGRAMA</b>		
1.3.2. Avaliar a articulação e coerência do PEP com: (g) acompanhamento e interação com egressos e o ambiente de atuação profissional	X	X
<b>1 – FORMAÇÃO</b>		
2.2.1. Número total de artigos (estratos A1-B4) produzidos no quadriênio associado a discentes/egressos dividido pelo número total de titulados no quadriênio;	X	
2.2.2. Pontuação total da produção na forma de artigos científicos associada a discentes/egressos obtida pela soma do número de artigos nos diferentes estratos do Qualis Referência, estes ponderados pelos seus respectivos pesos (A1 = 100 pontos, A2 = 85 pontos, A3 = 70 pontos, A4 = 55 pontos, B1 = 40 pontos, B2 = 30 pontos, B3 = 20 pontos e B4 = 10 pontos) dividido pelo número total de discentes (mestres + doutores) titulados no quadriênio	X	
2.2.3. Pontuação total qualificada 1 (PTPq1) da produção na forma de artigos científicos associada a discentes/egressos obtida pela soma do número de artigos nos estratos A1 até A4 do Qualis Referência, estes ponderados pelos seus respectivos pesos (A1 = 100 pontos, A2 = 85 pontos, A3 = 70 pontos e A4 = 55 pontos) dividido pelo número total de discentes (mestres + doutores) titulados no quadriênio	X	
2.2.4. Pontuação total qualificada 2 (PTPq2) da produção na forma de artigos científicos associada a discentes/egressos obtida pela soma do número de artigos nos estratos A1 e A2 do Qualis Referência, estes ponderados pelos seus respectivos pesos (A1 = 100 pontos e A2 = 85 pontos) dividido pelo número total de discentes (mestres + doutores) titulados no quadriênio	X	

Quesito/item	PPG acadêmico	PPG profissional
2.2. produção técnica/tecnológica (PTT) produzida por docentes permanentes no quadriênio 2017-2020, necessariamente associada a discentes e egressos (cinco anos anteriores ao início do quadriênio) e aderentes a estrutura curricular do programa. O programa deverá indicar 10 PTTs (com inovação e/ou impacto no setor/sociedade) resultantes de dissertações e trabalhos de conclusão. As produções não poderão ser repetidas por docente permanente.		X
2.3.1. Avaliar as ferramentas e mecanismos de acompanhamento de egressos do programa, que deve fornecer elementos auditáveis para avaliação;	X	X
2.3.2. Os programas com até 18 docentes permanentes devem indicar e justificar a indicação de 3 egressos de destaque entre os titulados para cada um dos períodos (total de nove indicados). Para programas com mais de 18 docentes permanentes, 6 devem ser indicados 5 egressos titulados para cada um dos três períodos (total de quinze indicados).	X	
2.3.2 Os programas devem apontar e justificar a indicação de 3 egressos titulados de destaque entre os titulados para cada um dos períodos (total de 9 egressos). Deverão ser consideradas a progressão profissional, o incremento de remuneração, a criação de AgTechs/Startups/Empresas, e a participação em políticas públicas, comitês de relevância e diretorias de empresas, instituições, associações, sociedades, órgãos governamentais, ONGs, etc.		X
2.3.3 Avaliar o percentual de egressos titulados dos 3 períodos do curso de mestrado inseridos em programas de doutorado ou em atividades de ensino, pesquisa ou extensão em empresas públicas ou privadas.	X	
2.3.4. Avaliar o percentual de egressos titulados dos 3 períodos do curso de doutorado inseridos em atividades de ensino, pesquisa e extensão em empresas públicas e privadas.	X	
2.4.2. Pontuação dos melhores produtos indicados por docentes permanentes, ponderada por estrato em artigos, livros, capítulos de livro e patentes com discentes/egressos, dividida por docente permanente por ano de atuação no programa;	X	
<b>3 – IMPACTO NA SOCIEDADE</b>		
3.1.3. A programa deve indicar seus cinco artigos mais relevantes produzidos entre o quadriênio atual e anterior (2013- 2020), associados ou não a discentes/egressos.	X	

Fonte: elaborado pelo autor.

Quadro 34 – Análise da ficha da área de avaliação de Medicina Veterinária 2020

Quesito/ítem	PPG acadêmico	PPG profissional
<b>1 – PROGRAMA</b>		
N/A		
<b>2 – FORMAÇÃO</b>		
2.1.3. Avaliar a qualidade das teses e dissertações. O Programa deverá indicar quatro teses ou quatro dissertações no quadriênio (esta última para Programas apenas com mestrado) que julgar mais impactante de acordo com o perfil e a identidade do Programa, justificando de forma resumida (máximo 500 palavras) e consistente o impacto do produto gerado da dissertação ou tese: científico (produção científica vinculada), social (inserção e atividades exercidas pelo egresso no mercado de trabalho), tecnológico e de inovação (patentes e outros produtos técnicos gerados no Programa e/ou transferidos para a sociedade).	X	
2.1.3. Avaliar se a dissertação/tese foi desenvolvida a partir de uma demanda do setor público ou privado no processo de concepção para a solução de problemas específicos do exercício profissional no setor empregador do pós-graduando/egresso.		X
2.2.1. Avaliar a proporção de discentes e egressos (titulados há no máximo cinco anos) como autores de artigos científicos em relação ao total de discentes/egressos do Programa (discentes e titulados com artigos/total de discentes e titulados) por ano no quadriênio.	X	X
2.2.2. Avaliar a proporção de discentes e egressos com participação em patentes no quadriênio (discentes e titulados com patentes/total de discentes e titulados) por ano no quadriênio.	X	
2.2.2. Avaliar a qualidade da produção bibliográfica de discentes/egressos do Curso/Programa. Para este item, deverá indicar cinco produções bibliográficas mais relevantes com participação de discentes/egressos no quadriênio.		X
2.2.3. Avaliar a qualidade da produção científica de discentes e egressos. O Programa deverá indicar cinco produções bibliográficas mais relevantes no quadriênio com participação de discentes e egressos. A qualidade da produção científica será avaliada por uma comissão especial da Área que deverá considerar o impacto da produção por meio de citações, impacto no conhecimento, em políticas públicas, além de outros indicadores que a comissão julgar importante. Análise Qualitativa (Fonte: Informação do Programa no relatório Sucupira).	X	
2.2.3. Avaliar a proporção da produção técnica/tecnológica e de livros/capítulos de livros, a partir da análise de até cinco produtos técnicos/tecnológicos com a participação de egressos em relação aos docentes permanentes do Programa (Número de produtos técnicos com a participação de egressos até cinco anos/Total de docentes permanentes do Programa).		X
2.2.4. Avaliar a qualidade da produção técnica/tecnológica de discentes/egressos do Programa de acordo com a tabela de qualificação dos produtos técnicos, Anexo 1. Para este item, deverá indicar cinco produtos técnicos mais relevantes com participação de discentes/egressos para serem avaliadas no quadriênio.		X

<b>Quesito/item</b>	<b>PPG acadêmico</b>	<b>PPG profissional</b>
2.3.1.O Programa deverá descrever e justificar a atuação e inserção de dois egressos de destaque por período (2016 a 2020; 2011 a 2015; 2006 a 2010) de acordo com a formação recebida e sua trajetória, considerando o ano de titulação	X	
2.3.1. O Programa deverá descrever e justificar a atuação e inserção de dois egressos de destaque por período (2016 a 2020; 2011 a 2015; 2006 a 2010) de acordo a formação recebida e sua trajetória, considerando o ano de titulação. Considerar como inserção relevante a atuação em: - Comitês ou comissões de abrangência local, regional ou nacional em políticas públicas, ciências agrárias e tecnologia; - Assessorias e consultorias; - Instâncias decisórias da administração pública ou privada em nível regional, municipal, estadual, federal; - Startups ou empresas privadas; - Pesquisas institucionais; - Curso de Doutorado, como aluno; - Instituição de Ensino Superior, na graduação, residência ou pós-graduação como docente; - Coordenação técnica em empresas ou Instituições públicas e privadas; - Órgãos de gestão de classe e associações científicas locais, regionais, e nacionais, dentre outras de interesse da área da Medicina Veterinária.		X
<b>3 – IMPACTO NA SOCIEDADE</b>		
N/A		

Fonte: elaborado pelo autor.

Quadro 35 – Análise da ficha da área de avaliação de Área de Zootecnia/Recursos Pesqueiros 2020

<b>Quesito/item</b>	<b>PPG acadêmico</b>	<b>PPG profissional</b>
<b>1 – PROGRAMA</b>		
N/A		
<b>2 – FORMAÇÃO</b>		
2.1.2. Será avaliado o equivalente A1 (conforme pontuação descrita no Quadro 1 do item 2.2.1) das publicações com autoria de discentes e ou egressos (titulados nos últimos 5 anos), em relação ao número total de titulados no programa no quadriênio	X	X
2.1.3. Serão avaliados o percentual de produtos técnicos/tecnológicos oriundos de TCC com autoria de discentes ou egressos, titulados nos últimos 5 anos, em relação ao número total de titulados no programa no quadriênio.		X
2.2.1. A área considerará, neste item, os artigos oriundos de teses e dissertações, com a presença de discentes e ou egressos (até cinco anos de titulação), aderentes à Área de Avaliação, aderentes às AC/LP do PPG e sem repetição entre docentes permanentes.	X	X

Quesito/item	PPG acadêmico	PPG profissional
2.2.2. Avaliação de até quatro (/DP/ano de atuação no quadriênio) produções técnica/tecnológica e de livros e capítulos de livros classificados em estratos superiores pelo Qualis livros/Capes, envolvendo a participação discente ou egresso sem repetir o docente. Patentes licenciadas e registradas serão consideradas como equivalentes a A1 e A3 (do Qualis periódicos)	X	X
2.3.1. Destino dos egressos a partir das Informações fornecidas pela CAPES em avaliação quantitativa e qualitativa. Para PPG que tenham somente mestrado: Proporção de egressos do mestrado (com até cinco anos de titulação) empregados ou em doutoramento em relação a número de mestres titulados no mesmo período. Para PPG que tenham doutorado: Proporção de egressos do doutorado (com até cinco anos de titulação) empregados ou em estágio pós-doutoral em relação a número de doutores titulados no mesmo período.	X	X
2.3.2. Destino dos egressos a partir das Informações fornecidas pelo PPG. Será avaliada a trajetória profissional de egressos de destaque relatados pelo PPG ao final do quadriênio, com justificativa consubstanciada, nos seguintes períodos: Até dois egressos com tempo de titulação de até cinco anos; Até dois egressos com tempo de titulação entre cinco e dez anos; e Até dois egressos com tempo de titulação entre dez e quinze anos	X	X
2.4.2. Produção intelectual do corpo docente: 2.4.2.1. % de artigos com a participação de discentes e ou egressos e oriundos de dissertações/teses em relação ao total dos artigos produzidos no quadriênio 2.4.2.2. Avaliação de até quatro produções técnicas ou tecnológicas(/DP/ano de atuação no quadriênio (Quadro 2) e de livros e capítulos de livros classificados em estratos superiores pelo Qualis livros/Capes, envolvendo a participação discente ou egresso sem repetir o docente. Patentes licenciadas e registradas serão consideradas como equivalentes a A1 e A3 (do Qualis periódicos), respectivamente	X	X
<b>3 – IMPACTO NA SOCIEDADE</b>		
N/A		

Fonte: elaborado pelo autor.

Quadro 36 – Análise da ficha da área de avaliação de Biodiversidade 2020

Quesito/ítem	PPG acadêmico	PPG profissional
<b>1 – PROGRAMA</b>		
N/H		
<b>2 – FORMAÇÃO</b>		
2.1. Avaliar a relação do número de artigos A1- B3, relacionados às teses e dissertações, vinculados às linhas de pesquisa do Programa e com Discentes ou Egressos, por titulado Mestre Equivalente (um Doutor titulado equivale a 2,5 Mestres titulados)	X	
2.1. Avaliar a produção vinculada a teses, dissertações e equivalentes dos discentes. Número de artigos Qualis B4+ e produtos técnico-tecnológicos (PTT) T5+, com autoria de discente ou egresso / número de titulados mestre-equivalente (MScEq).		X
2.2.1. Avaliar a relação do número de artigos A1-A4, relacionados às teses e dissertações, vinculados às linhas de pesquisa do Programa e com Discentes ou Egressos, por titulado Mestre Equivalente (um Doutor titulado equivale a 2,5 Mestres titulados).	X	
2.2.1. Avaliar a produção mais qualificada vinculada a teses, dissertações e equivalentes dos discentes. Número de artigos Qualis B1+ e T3+ com autoria de discente ou egresso / número de titulados MScEq.		X
2.2.2. Avaliar a porcentagem de discentes e egressos com autoria em artigos Qualis A1- A4.	X	
2.2.2. Porcentagem de discentes e egressos com autoria em artigos Qualis B1+ e T3+.		X
2.3.1. Avaliar o destino e a atuação dos egressos do programa em relação à formação recebida, com base em dados fornecidos pela CAPES.	X	
2.3.2. Avaliar o destino e a atuação de egressos, indicados e justificados pelo programa nos intervalos: últimos cinco anos; entre cinco a dez anos. Número de egressos indicados deve representar entre 10 a 20% dos egressos das turmas tituladas até um máximo de 5 egressos em cada intervalo (dado informado no último relatório do quadriênio).	X	
2.3. Avaliar o destino e a atuação de egressos, indicados e justificados pelo programa nos intervalos: últimos cinco anos; entre cinco a dez anos. Número de egressos indicados deve representar entre 10 a 20% dos egressos das turmas tituladas até um máximo de 5 egressos em cada intervalo (dado informado no último relatório do quadriênio).		X
2.4. Avaliar a qualidade dos 4 produtos principais por docente permanente (dado informado em campo específico no último relatório do quadriênio) através do somatório dos percentis máximos (Web of Science ou Scopus) dos 4 artigos. Serão considerados até 15 docentes de maior resultado no somatório. Artigos com discente ou egresso somarão o percentil completo; artigos apenas com docente somarão 50% do valor de percentil para Programas com Doutorado e 75% para Programas que tenham apenas nível de Mestrado em funcionamento.	X	
<b>3 – IMPACTO NA SOCIEDADE</b>		

Quesito/item	PPG acadêmico	PPG profissional
N/A		

Fonte: elaborado pelo autor.

Quadro 37 – Análise da ficha da área de avaliação de Ciências Biológicas I 2020

Quesito/item	PPG acadêmico	PPG profissional
<b>1 – PROGRAMA</b>		
1.4. A avaliação será qualitativa do atendimento da descrição do processo de autoavaliação dos seguintes aspectos: política de acompanhamento de egressos.	X	X
<b>2 – FORMAÇÃO</b>		
2.2.1. Será avaliada a razão de discentes e egressos como coautores em publicações em relação ao total de discentes matriculados e titulados pelo programa no quadriênio. A produção a ser contabilizada deve ter coautoria de, pelo menos, um docente do programa.	X	
2.2.1. Avaliação qualitativa da lista dos 5 melhores produtos técnicos/tecnológicos, assim como livros/capítulos de livros, incluindo os relacionados à divulgação científica ou ensino em ciências, com participação de discente ou egresso. Deverão ser apresentadas justificativas para tais escolhas (observando seu envolvimento em PD&I, ou ensino), sem repetição do docente permanente		X
2.2.2. Será avaliada a produção considerando a média ponderada dos diferentes estratos do QUALIS periódicos e de livros/capítulos de livros com participação de discentes e/ou egressos, considerando o número total de discentes matriculados e titulados pelo programa no quadriênio	X	
2.2.2. Será avaliada a média ponderada da qualidade 10 da produção técnica/tecnológica, assim como de livros e capítulos de livro com participação de discentes ou egressos, incluindo os relacionados à divulgação científica ou ensino em ciências, em relação o número total de discentes matriculados e titulados no quadriênio. A produção a ser contabilizada deve ter coautoria de, pelo menos, um docente do programa		X
2.2.3. Será avaliada a média ponderada do fator de impacto (JCR/CiteScore) das revistas dos artigos publicados no quadriênio com autoria de discente/egresso do programa, também considerando o número total de titulados no quadriênio.	X	
2.2.3. Será avaliada a razão de discentes e egressos como coautores na produção técnica/tecnológica, assim como livros e capítulos de livro, incluindo os relacionados à divulgação científica ou ensino em ciências em relação ao número total de discentes matriculados e titulados no quadriênio		X

Quesito/item	PPG acadêmico	PPG profissional
2.2.4. Será avaliada a média ponderada da qualidade da produção técnica/tecnológica em que haja participação de discentes e egressos.	X	
2.2.4. Será avaliada a produção científica do programa com discentes e egressos como coautores, em relação ao total de discentes matriculados e titulados no quadriênio, sendo considerados o QUALIS. O programa deverá destacar as publicações (em um total de 5) que apresentam aplicabilidade e relação direta com os objetivos profissionais deste		
2.3.1. Será avaliada a trajetória profissional de egressos de destaque relatados pelo PPG ao final do quadriênio, com justificativa consubstanciada, nos seguintes períodos: até três egressos com tempo de titulação de até cinco anos e até três egressos com tempo de titulação entre seis e dez anos. Será considerada a inserção do egresso na nucleação de novos centros de pesquisa, inserção profissional nas áreas acadêmicas, impacto social e áreas de atuação na indústria e laboratórios (de pesquisa e desenvolvimento ou não) em empresas privadas.	X	X
2.3.2. Também serão considerados os destinos profissionais dos egressos: empreendedorismo, empregabilidade, setor de atuação, inserção local, regional, nacional ou mesmo internacional.	X	X
2.4.1. Será avaliada a produção dos docentes (incluindo aqui também a produção de colaboradores com coautoria discente ou egresso), considerando a média ponderada dos diferentes estratos do QUALIS periódico e livros/capítulos de livros, em relação ao número total de docentes do programa.	X	
2.4.2. Será avaliada a média ponderada do fator de impacto (JCR/CiteScore) dos artigos publicados no quadriênio (incluindo aqui também a produção de colaboradores com coautoria discente ou egresso), considerando o número total de docentes do programa. Nesse item serão valorizadas (pontuando diferencialmente) publicações em periódicos com alto fator de impacto (JCR/CiteScore) (acima de 7,0 – X1,5- e acima de 10,0 – X2,0)	X	
2.4.2. Será avaliada a média ponderada da qualidade da produção técnica/tecnológica, assim como livros e capítulos de livro, incluindo os relacionados à divulgação científica ou ensino em ciências, dos docentes (incluindo aqui também a produção de colaboradores com coautoria discente ou egresso), em relação ao número total de docentes do programa.		X
<b>3 – IMPACTO NA SOCIEDADE</b>		
N/A		

Fonte: elaborado pelo autor.

Quadro 38 – Análise da ficha da área de avaliação de Ciências Biológicas II 2020

Quesito/ítem	PPG acadêmico	PPG profissional
<b>1 – PROGRAMA</b>		
N/A		
<b>2 – FORMAÇÃO</b>		
2.1.1. A qualidade das teses e dissertações, aferida pela: i) pela razão de publicações de discentes e egressos* nos estratos Qualis A1+A2 pelo total de publicações de discentes e egressos no quadriênio; ii) pela razão da produção técnica-tecnológica de discente e egressos nos estratos T1+T2 pela produção total de discentes e egressos.	X	
2.2.1. Será avaliada a produção qualificada, bibliográfica e/ou técnica-tecnológica, dos discentes e egressos (até 5 anos após a defesa, desde que referente ao trabalho de conclusão). Serão analisadas: (i) a razão do total de artigos no estrato A de discente ou egresso pelo total de dissertações e teses no quadriênio; (ii) razão do total de artigos publicados no estrato A1+A2 com discentes ou egressos pelo total de dissertações e teses no quadriênio;	X	
2.2.1. Análise de 10 (dez) produções indicadas e justificadas pelo PPG, de discente ou egresso, oriundas de trabalhos de conclusão, sendo pelo menos 5 (cinco) produtos técnico/tecnológicos. As produções bibliográficas, na forma de artigos em periódicos e de livros ou capítulos de livro, serão avaliadas conforme o Qualis Referência e o Qualis Livro, respectivamente. Os produtos técnico-tecnológicos serão qualificados em função do seu potencial de impacto/aplicação, conforme tabela “Produtos TécnicoTecnológicos” da Área CBII (anexa).		X
2.2.2. Participação dos discentes ou egressos na produção técnica-tecnológica qualificada, com base nos seguintes parâmetros: i) número de produtos técnico-tecnológicos com autoria de discente ou egresso/número de discentes e egressos. ii) porcentagem de discentes e egressos com autoria em produtos técnico-tecnológicos		X
2.3.1. O PPG deverá fazer uma avaliação crítica (máximo: 3.000 palavras) dos egressos titulados nos últimos 10 anos, considerando-se especialmente o seu destino e a relação com a formação recebida.	X	X
2.3.2. O PPG deverá enviar lista com egressos de destaque titulados nos últimos 15 anos (períodos: até 5 anos; de 5 até 10; de 10 até 15 anos). A razão para a escolha deverá ser clara e sucintamente descrita (máximo: 250 palavras por egresso). Será avaliada a trajetória e importância da atuação do egresso em sua inserção local, regional, nacional ou internacional e a relação com a formação recebida. PPG com até 300 titulados (M+D) nos últimos 15 anos: até 2 egressos por período. PPG com mais de 300 titulados (M+D) nos últimos 15 anos: até 3 egressos por período.	X	X
<b>3 – IMPACTO NA SOCIEDADE</b>		

<b>Quesito/item</b>	<b>PPG acadêmico</b>	<b>PPG profissional</b>
3.3.3. Visibilidade: i) Existência de website em português, de fácil acesso, com todas as informações relevantes: dados do PPG, coordenação atual, critérios de seleção de estudantes, informações sobre docentes (linhas de pesquisa, Lattes de docentes permanentes etc.), link para teses e dissertações e egressos do PPG, disciplinas oferecidas, atividades de extensão e outras.	X	X

Fonte: elaborado pelo autor.

Quadro 39 – Análise da ficha da área de avaliação de Ciências Biológicas III 2020

<b>Quesito/item</b>	<b>PPG acadêmico</b>	<b>PPG profissional</b>
<b>1 – PROGRAMA</b>		
N/A		
<b>2 – FORMAÇÃO</b>		
2.1.3. Serão avaliados o número e o somatório dos fatores de impacto das publicações com autoria de discentes ou egressos, titulados nos últimos 5 anos, em relação ao número total de titulados no programa no quadriênio.	X	X
2.2.1 Será avaliada a produção em periódicos nos diferentes estratos do Qualis com participação de discentes e/ou egressos titulados há até 5 anos. Os seguintes indicadores serão calculados: i.) Média do número total de artigos com discente e/ou egresso dividido pelo número total de discentes matriculados em 31 de dezembro do respectivo ano; ii.) Percentil médio da produção total com discente, calculado pelo somatório dos artigos com discentes e/ou egressos multiplicado pelo percentil médio do estrato e dividido pelo número total de artigos com discente e/ou egresso; iii.) Percentagem de artigos publicados no estrato A1 com autoria de discentes e/ou egressos em relação ao número total de artigos com discente e/ou egresso; iv.) Somatório dos fatores de impacto dos 20 artigos de maior FI publicados no quadriênio com autoria de discente/egresso do programa.	X	X
2.3.2. Será avaliado o destino dos egressos, a partir do ano de 2007, em relação ao setor de atuação, e se esta inserção é local, regional, nacional ou internacional.	X	X
2.3.3. Será avaliada a trajetória profissional de egressos que se titularam desde a Trienal 2010 até a presente quadrienal, a partir da declaração de cinco egressos por período selecionados pelo programa.	X	X
<b>3 – IMPACTO NA SOCIEDADE</b>		

<b>Quesito/item</b>	<b>PPG acadêmico</b>	<b>PPG profissional</b>
3.1.1. Será avaliado o número de citações da produção total no quadriênio pelo Web of Science, SCOPUS e SCIELO, bem como os somatórios de citações de 20 artigos originais com discentes e/ou egressos e de 4 artigos de revisão com discentes e/ou egressos obtidos a partir dos quatro períodos avaliativos 6 anteriores (Trienais 2007, 2010 e 2013, Quadrienal 2017).	X	X
3.1.2. Será avaliada a produção total do programa, em relação à aderência às linhas de pesquisa e áreas de concentração do programa, à distribuição nos diferentes tipos de produção intelectual, à distribuição entre os docentes permanentes, e à participação de discentes e/ou egressos.	X	X

Fonte: elaborado pelo autor.

Quadro 40 – Análise da ficha da área de avaliação de Educação Física 2020

<b>Quesito/item</b>	<b>PPG acadêmico</b>	<b>PPG profissional</b>
<b>1 – PROGRAMA</b>		
N/A		
<b>2 – FORMAÇÃO</b>		
2.2.2. A produção bibliográfica com discentes e egressos (publicações até 5 anos após a titulação) na forma de artigos, capítulos de livros e livros será avaliada pela razão entre o número de produtos no quadriênio (classificados como igual ou superior a B3 ou L4 ou C4) e o número de titulações no quadriênio.	X	X
2.3.1. Os programas devem declarar nas informações complementares, a atuação dos egressos do PPG titulados nos 5 anos anteriores ao ano de avaliação. Será considerado o percentual de egressos declarados pelo programa e a porcentagem de egressos inseridos nos diferentes campos profissionais e acadêmicos, como inserção no mercado profissional, na carreira acadêmica, na continuação da formação acadêmica/profissional.	X	X
2.3.2. Será avaliado se o PPG possui egressos em posição de destaque nacional (extra PPG) e/ou internacional, considerando-se cargos de chefia universitária, liderança de sociedades/ órgãos científicos/ culturais/ profissionais/ governamentais/ sociais, entre outros. Os PPGs devem apontar até 5 egressos de destaques entre os titulados nos últimos 10 anos e, para os cursos ativos há mais de 10 anos, deve-se apontar também mais 5 egressos de destaques entre os titulados há mais de 10 anos. O item será avaliado de forma qualitativa em relação ao número e característica dos destaques indicados.	X	X

Quesito/item	PPG acadêmico	PPG profissional
2.4.1. Será avaliada a produção bibliográfica total dos docentes permanentes do PPG no quadriênio, considerando-se artigos, livros e capítulos produzidos em coautoria com os discentes/egressos. A necessidade de coautoria discente/egresso será relativizada nos programas de primeiro ciclo avaliativo e para os docentes credenciados durante o quadriênio. Esses produtos serão pontuados pelos QUALIS PERIÓDICOS E LIVROS vigentes.	X	X
<b>3 – IMPACTO NA SOCIEDADE</b>		
3.1.1. Internacionalização do PPG. Docentes ou egressos do programa em cargos relevantes no exterior. A produção intelectual dos PPGs profissionais será avaliada a partir da indicação de 1 produto TÉCNICO/TECNOLÓGICO para cada ano do docente como permanente do PPG. Esses produtos serão indicados no último ano do quadriênio e devem ser referentes às principais produções daquele docente no PPG. Cada produto indicado será, inicialmente, avaliado em relação a sua coerência epistemológica com a área 21 e os produtos que não apresentarem essa coerência serão glosados. A seguir, os produtos serão analisados em função dos QUALIS TÉCNICO/TECNOLÓGICO (T1=100, T2=75, T3=50, T4=40 e T5=30), de seu impacto (avaliação de aplicabilidade, inovação e complexidade, conforme pertinência com o tipo de produto, o que será avaliado como muito bom – bonificação de 30%, bom – bonificação de 20%, regular – bonificação de 10%, fraco – sem bonificação), da presença de discente/egresso (bonificação de 10% quando o discente/egresso estiver presente) e da relação direta com tese/dissertação (bonificação de 10% quando derivar diretamente do resultado do trabalho final de discente/egresso).		X
3.3.2. Internacionalização do PPG. Docentes ou egressos do programa em cargos relevantes no exterior.	X	X

Fonte: elaborado pelo autor.

Quadro 41 – Análise da ficha da área de avaliação de Enfermagem 2020

Quesito/item	PPG acadêmico	PPG profissional
<b>1 – PROGRAMA</b>		
1.3.3. Acompanhamento dos egressos. Os Programas têm projeto de acompanhamento dos egressos que viabilize a avaliação do programa por eles	X	X
<b>2 – FORMAÇÃO</b>		
2.2.1. [Somatório ponderado de artigos $\geq$ A2 com discentes e egressos no quadriênio/no médio de DP no quadriênio] x 100	X	X
2.2.1. [Somatório da pontuação de todos os produtos técnicos com discentes e egressos no quadriênio/no médio de discentes e titulados no quadriênio] x 100		X

Quesito/item	PPG acadêmico	PPG profissional
2.2.2. [Somatório ponderado de artigos $\geq$ A4 com discentes e egressos no quadriênio/no médio de DP no quadriênio] x 100	X	X
2.2.2. [Somatório de produtos técnicos em T1 com discentes e egressos no quadriênio /no médio de discentes e titulados no quadriênio] x 100		X
2.2.3. [Somatório ponderado de artigos $\geq$ B4 com discentes e egressos no quadriênio/no médio de discentes e titulados no quadriênio] x 100	X	X
2.2.3. [Somatório da pontuação de produtos técnicos $\geq$ T2 com discentes e egressos no quadriênio /no médio de discentes e titulados no quadriênio] x 100		X
2.2.4. [Somatório ponderado de artigos $\geq$ A2 no quadriênio com discentes e egressos no quadriênio /número médio de discentes e titulados no quadriênio] x 100	X	
2.2.3. [Somatório da pontuação de produtos técnicos $\geq$ T2 com discentes e egressos no quadriênio /no médio de discentes e titulados no quadriênio] x 100		X
2.2.5. [Somatório ponderado de artigos $\geq$ A4 no quadriênio com discentes e egressos no quadriênio /número médio de discentes e titulados no quadriênio] x 100	X	
2.2.6. Proporção de discente autor [Número de discentes e egressos autores no quadriênio/no médio de discentes e titulados no quadriênio] X 100		
2.3.1. Egressos de Destaque. Análise da trajetória profissional de egressos do programa nos períodos de 2016-2020 e 2011- 2015. O Programa deverá indicar cinco egressos de destaque por período, com justificativa para a escolha. Cada egresso receberá pontuação variando entre 1 e 5. Para identificação dos destaques considerar: - Cargo de chefia no nível local, regional, nacional ou internacional, público ou privado, nas áreas de saúde, educação ou pesquisa. - Assessoria e consultoria em Instituições de saúde, públicas ou privadas. 6 - Docente em Instituição de Ensino Superior. - Egresso de mestrado matriculado em Curso de Doutorado ou egresso de doutorado em estágio pós-doutoral. - Participação em projeto de pesquisa financiado por agência de fomento (responsável ou colaborador). - Orientação: IC, IT, TCC, Mestrado ou Doutorado. - Bolsa de estudos: Orientação IC, IT, Mestrado e Doutorado.	X	
<b>3 – IMPACTO NA SOCIEDADE</b>		
N/A		

Fonte: elaborado pelo autor.

Quadro 42 – Análise da ficha da área de avaliação de Farmácia 2020

Quesito/item	PPG acadêmico	PPG profissional
<b>1 – PROGRAMA</b>		
1.4.4. Mecanismos de acompanhamento de egressos.	X	X
<b>2 – FORMAÇÃO</b>		
2.2.1. Proporção de discentes e egressos autores (titulados nos últimos 5 anos) com participação em publicações de artigos qualificados (classificados nos estratos entre A1 e B4) em relação à dimensão do corpo discente e total de egressos	X	X
2.2.1. Proporção de discentes e egressos autores (titulados nos últimos 5 anos) com participação em produções técnicas/tecnológicas, patentes, transferência de tecnologia, disseminação de técnicas e conhecimento, entre outras em relação à dimensão do corpo discente e total de egressos. A qualidade das produções técnicas será avaliada de acordo com a Tabela 1, que classifica os produtos Técnicos em três níveis de impacto (baixo, médio e alto).		X
2.2.2. Proporção de discentes e egressos autores (titulados nos últimos 5 anos) com participação em publicações de artigos qualificados nos estratos A1 e A2 do Qualis referência em relação à dimensão do corpo discente e total de egressos.	X	
2.2.2. Proporção de discentes e egressos autores (titulados nos últimos 5 anos) com participação em publicações de artigos qualificados nos estratos A1 a A4 do Qualis referência em relação à dimensão do corpo discente e total de egressos.		X
2.2.3. Participação de discentes e egressos na produção técnica/tecnológica do programa. A análise será realizada a partir de 5 produtos técnicos/tecnológicos informados, sem redundância de docentes. A qualidade das produções técnicas será avaliada de acordo com a Tabela 1 que classifica os produtos técnicos em três níveis de impacto (baixo, médio e alto).		
2.2.3 – Participação de discentes e egressos na produção técnica/tecnológica do programa. A análise será realizada a partir de cinco produtos técnicos/tecnológicos informados, sem redundância de docentes.		X
2.3.1. Avaliação de sucesso de inserção dos egressos no mercado de trabalho, mensuração da empregabilidade, do nível e status de emprego decorrentes da realização do programa (uso de dados oriundos de sistemas próprios, auditáveis, disponíveis no programa, dados fornecidos pela CAPES e outros disponíveis).	X	X
2.3.2. Desenvolvimento de incubadoras, “startups” e “spinoffs” a partir do programa, contando com a participação de discentes e podendo contar, ainda, com a participação de egressos e parceiros do setor produtivo.	X	X
2.3.3. Os Programas devem apontar até 5 egressos de destaque entre os titulados nos últimos 5 anos. O item será avaliado de forma qualitativa em relação ao número e característica dos destaques indicados.	X	X
2.4.1. Produção total do programa: será avaliada a produção dos docentes permanentes em periódicos, com a participação de discentes e egressos (titulados nos últimos 5 anos), classificada no Qualis Periódicos	X	X

<b>Quesito/item</b>	<b>PPG acadêmico</b>	<b>PPG profissional</b>
2.4.2. Produção docente: indicar até 4 produções por docente permanente, com a participação de discentes e egressos (titulados nos últimos 5 anos), uma para cada ano de atuação do docente no programa, no quadriênio	X	
2.4.2. Produção docente: indicar até 4 produções por docente permanente (sendo pelo mesmo 3 delas de cunho tecnológico), com a participação de discentes e/ou egressos (titulados nos últimos 5 anos), uma para cada ano de atuação do docente no Programa no quadriênio		X
<b>3 – IMPACTO NA SOCIEDADE</b>		
3.3.2. Inserção local, regional e nacional, demonstrado, principalmente, pelos seguintes indicadores: - Solidariedade com programas não consolidados na área, principalmente por meio da participação em projetos conjuntos de pesquisa, da oferta de disciplinas, seminários e oficinas e de cursos em associação ampla de IES. - Nucleação de novos programas no país, principalmente por meio da participação de egressos em i) atividades de ensino de graduação em outras IES, ii) atividades de ensino de pós-graduação em outras IES com menor grau de desenvolvimento na pós-graduação e ii) atividades de pesquisa em outras IES da região, em outras regiões do país ou em países com menor grau de desenvolvimento de pesquisas na área.	X	X

Fonte: elaborado pelo autor.

Quadro 43 – Análise da ficha da área de avaliação de Medicina I 2020

<b>Quesito/item</b>	<b>PPG acadêmico</b>	<b>PPG profissional</b>
<b>1 – PROGRAMA</b>		
1.3. g) Mecanismos de acompanhamento de egressos.	X	X
<b>2 – FORMAÇÃO</b>		
2.1.1. Razão da publicação de artigos de discente e egressos no quadriênio/número total de dissertações e teses defendidas; - Haverá ponderação para teses defendidas, multiplicando-se seu número por 2, a fim de compensar o maior tempo de duração do doutorado em relação ao mestrado	X	
2.1.2. Razão publicação de artigos de discente e egresso A1+A2/ dissertações e teses defendidas	X	X
2.1.2. Impacto e inovação: razão da geração de produto tecnológico por discente e egresso no quadriênio/número total de dissertações defendidas;		X

Quesito/item	PPG acadêmico	PPG profissional
2.2.1. Razão da produção de artigos e produtos tecnológicos por discente e egresso no quadriênio/número total de artigos + produtos por DP	X	X
2.2.2. Razão da produção de artigos nos estratos A1 + A2 discente e egresso no quadriênio /número total de artigos de discente e egresso;	X	X
2.2.2. Razão da produção de produtos tecnológicos por discente e egresso no quadriênio/número total de produtos tecnológicos por DP		X
2.2.3. Produção de artigos nos estratos A1 + A2 + A3 + A4 discente e egresso/número total de artigos de discente e egresso.	X	X
2.2.4. Razão da produção de produtos tecnológicos nos estratos T1 + T2 por discente e egresso no quadriênio/número total de produtos tecnológicos por discente e egresso		X
2.2.6. Produção de produtos tecnológicos nos estratos T1 + T2 + T3 + T4 por discente e egresso/número total de produtos tecnológicos por discente e egresso. Ref: ANEXO 1 – guia para avaliação de produtos tecnológicos		X
2.3. Avaliação qualitativa realizada a partir de lista de um máximo de 5 egressos titulados em até 5 anos, um máximo de 5 egressos titulados entre 6 e 10 anos, e de um máximo de 5 egressos titulados entre 11 e 15 anos, selecionados (com justificativa) pelo programa. A análise será feita com base no destaque profissional e na coerência com o perfil do egresso definido pelo programa e pela área.	X	X
2.4. Avaliação qualitativa: a coordenação do programa deverá indicar uma produção por DP no quadriênio; serão valorizadas produções de caráter de inovação tecnológica/aplicada, associada à produção discente e egresso. A dissertação associada ao produto deve ser indicada.		X
<b>3 – IMPACTO NA SOCIEDADE</b>		
3.1.2. Análise do índice H do programa. Para isto o programa deverá enviar a lista de artigos e seu índice H em uma tabela anexa, calculado a partir dos 4 (quatro) artigos de cada docente permanente indicados pelo programa com participação discente/egresso, publicados no quadriênio atual (2017-2020), sem que haja repetição de artigo (base referência para citações: Google Scholar)	X	X

Fonte: elaborado pelo autor.

Quadro 44 – Análise da ficha da área de avaliação de Medicina II 2020

Quesito/ítem	PPG acadêmico	PPG profissional
<b>1 – PROGRAMA</b>		
1.3. f. mecanismos de acompanhamento de egressos;	X	X
<b>2 – FORMAÇÃO</b>		
2.2.1. Produção Indicada: O programa deve indicar e justificar os cinco (5) melhores produtos ocorridos no período avaliativo, resultantes dos trabalhos de conclusão de discentes e egressos do período avaliativo ou de egressos até cinco (5) anos após a conclusão. Será avaliada a qualidade científica e/ou tecnológica dos produtos e sua coerência com as áreas de concentração, linhas de pesquisa, infraestrutura e projetos de pesquisa docente.	X	
2.2.1. Produção Tecnológica Qualificada Indicada (80%): O programa deve indicar e justificar os cinco (5) melhores produtos tecnológicos ocorridos no período avaliativo, resultantes dos trabalhos de conclusão de discentes e egressos do período avaliativo ou de egressos até cinco (5) anos após a conclusão. É importante considerar a qualidade do produto e sua aderência ao programa, bem como a vinculação com e entre os diferentes DP do programa.		X
2.2.2. Produção Total em Periódicos: Será avaliada a produção de artigos científicos em periódicos de discentes e de egressos durante o período avaliativo do quadriênio, conforme informado na plataforma Sucupira. A produção será pontuada de acordo com o Qualis Referência. Para este item, são considerados egressos os discentes do programa até 5 anos após a data da defesa.	X	
2.2.2. Produção Total em Periódicos: Sendo a inovação e a pesquisa científica a base do desenvolvimento tecnológico, será avaliada a produção de artigos científicos ou de aplicação em periódicos de discentes e de egressos ocorridas durante o quadriênio, conforme informado na plataforma Sucupira. A produção será pontuada de acordo com o Qualis Referência. Para este item, são considerados egressos os discentes do programa até 5 anos após a data da defesa.		X
2.3. Avaliação de egressos. A essência do programa é a formação discente e o acompanhamento dessa formação em sintonia com as políticas institucionais (PDI). Caberá ao programa, em alinhamento com as políticas propostas para a pós-graduação e conforme as diretrizes emanadas da área de Medicina II, propor sistemáticas de avaliação dos egressos. A análise será qualitativa com base na descrição e na demonstração dos efeitos do processo de formação do programa sobre os egressos medidos pelos seguintes indicadores: 1) Destino dos egressos 2) Empregabilidade 3) Nível salarial 4) Setor de atuação 5) Inserção (local, regional, nacional e/ou internacional) Para fins da avaliação quadrienal solicita-se que sejam declaradas: 1) As informações dos egressos que completarem até 5 anos decorridos de sua conclusão durante o período avaliativo (até dia 31 de dezembro do último ano do quadriênio) 2) Informar e justificar um (1) caso de destaque de sucesso de egresso (sem restrição temporal de defesa) do programa ocorrido no quadriênio. Os dados podem ser oriundos de sistemas desenvolvidos pelo próprio programa/instituição ou obtidos de órgãos públicos, p. ex. CAPES, IPEA, CGEE, IBGE e outros disponíveis. As informações devem ser apresentadas com links e mídias acessíveis de forma a serem auditadas no processo de avaliação.	X	X

Quesito/item	PPG acadêmico	PPG profissional
<b>3 – IMPACTO NA SOCIEDADE</b>		
3.1.2. Participação discente/egresso: A autoria e/ou coautoria de discentes na produção selecionada será valorizada na avaliação. a) Discente/egresso como 1º autor: 2 pontos; b) Discente/egresso como coautor: 1 ponto; c) Mais de um discente/egresso como autor/coautor: 1 ponto d) Sem participação discente/egresso: 0 ponto	X	X

Fonte: elaborado pelo autor.

Quadro 45 – Análise da ficha da área de avaliação de Medicina III 2020

Quesito/item	PPG acadêmico	PPG profissional
<b>1 – PROGRAMA</b>		
N/A		
<b>2 – FORMAÇÃO</b>		
2.1.1. A aderência das dissertações e teses com as LP e PP do PPG.	X	
2.1.2. A razão de teses e dissertações que estão sendo publicadas.	X	
2.2.1. Porcentagem da produção do programa com participação de discente e ou egresso.	X	
2.2.1. Produção Tecnológica Qualificada Indicada: O programa deve indicar e justificar os cinco (5) melhores produtos tecnológicos ocorridos no período avaliativo, resultantes dos trabalhos de conclusão de discentes e egressos do período avaliativo ou de egressos até cinco (5) anos após a titulação		X
2.2.2. Avaliar quanto da produção total do binômio DP + Discentes são produções qualificadas.	X	

Quesito/item	PPG acadêmico	PPG profissional
<p>2.2.2. Produção Total em Periódicos: A produção técnica é a mais valorizada em um programa na modalidade profissional, mas em sendo a publicação científica a base da pesquisa, será avaliada a produção total de artigos científicos ou de aplicação em periódicos, de discentes e egressos do período avaliativo ou de egressos até 5 (cinco) anos após a conclusão, e sua proporção em relação à produção de docentes permanentes com base no “Qualis Periódicos Referência”. Para a pontuação destas publicações também serão utilizados os percentis dos estratos do Qualis Periódicos Referência. 38 2.3. Destino, atuação e avaliação dos egressos do programa em relação à formação recebida. 10% Caberá ao programa, em alinhamento com as políticas institucionais propostas para a pós-graduação e conforme as diretrizes determinadas pela área de Medicina III, apresentar as ferramentas utilizadas para avaliação dos egressos que permitam, de maneira sistemática, qualitativa e auditável</p>		X
<p>2.2.3. Avaliar o quanto das produções qualificadas totais do programa vem do binômio DP + Discente</p>	X	
<p>2.3.1. Avaliar a indicação de 02 egressos de destaque para cada um dos três períodos pré-determinados: 2006-2010, 2011- 2015, 2016-2020 ou seja, 05, 10 e 15 anos pós-titulação, respectivamente (“breve relato”, máximo 100 palavras). Os egressos desta indicação não poderão ser repetidos em indicações futuras. Metodologia: a análise da descrição deve focar na coerência com o perfil do egresso definido pelo programa e no destaque profissional. São exemplos de destaque profissional dos egressos, sendo necessário ressaltar se nacional ou internacional: [a.] atuação em instituições de ensino ou pesquisa; [b.] atuação em empresa/instituição dos setores produtivo, de governo e de prestação de serviços; [c.] projeto com captação de financiamento; [d.] produção intelectual (bibliográfica e técnica/tecnológica) de destaque na área; [e.] professor/pesquisador visitante em outras IES; [f.] estágio pós-doutoral, preferencialmente com apoio da agência de fomento; [g.] prêmios; [h.] conferencista/palestrante em eventos de referência na área; [i.] participação em comissões/comitês/assessorias em políticas públicas; [j.] participação em órgãos de gestão de classe e associações científicas; [k.] editor e ou membro editorial de periódicos científicos, entre outras possibilidades</p>	X	
<p>2.3.1. Destino e atuação: O objetivo primordial do programa é a formação de profissionais que almejam uma melhor formação na sua área, melhor inserção no mercado, entre outros aspectos de melhores condições profissionais. Dentre esses: a. Alinhamento com a demanda do mercado de trabalho da área; b. Inserção em instituições de ensino superior, no sistema nacional de pós-graduação, pesquisa básica/desenvolvimento em órgãos públicos e privados; c. Sucesso no mercado de trabalho; d. Empregabilidade, nível e status de emprego; e. Faixa salarial; f. Grau de satisfação com o programa; g. Progressão no nível de pós-graduação finalizado (início de doutorado para mestrandos, estágio pós-doutoral para doutorandos, etc.). h. Indicadores do programa ou dados de órgãos públicos (IPEA, CGEE, IBGE, CNAE, etc.); i. Nível de satisfação do empregador; j. Outros.</p>		X

Quesito/item	PPG acadêmico	PPG profissional
2.3.2. Impacto Social: Isso diz respeito às transferências para a sociedade que o egresso qualificado pode realizar por meio de ações transformadoras de inovação das práticas profissionais em saúde e como atuarão na geração ou adequação de novos procedimentos destinados a melhor atender as necessidades da comunidade. Checar se há: a. Solução de problemas reais, demandados pela instituição, por instituições parceiras, relacionados à sociedade e que gere produtos de impacto, soluções modificadoras; b. Aprimoramento de procedimentos, ações e condutas que possam resultar em melhoria da prática assistencial em saúde, sobretudo no diagnóstico e/ou no tratamento de doenças, a partir das inovações e das adequações desenvolvidas no programa; c. Impacto social e econômico junto a órgãos públicos e privados, empresas etc., mensurável e causada por participação de egressos, casos de sucesso, cargos ocupados; 39 d. Desenvolvimento de incubadoras, “startups” e “spin-offs” a partir do programa, já a partir dos discentes em orientação com participação de egressos e parceiros do setor produtivo; e. Outros.		X
2.4.1. Produção Qualificada Indicada: O programa deve indicar e justificar (máximo de 100 palavras) 1 (uma) produção por Docente Permanente por ano, ou 4 (quatro) no quadriênio, preferencialmente relacionadas aos discentes e egressos. Será avaliada de maneira qualitativa. É importante que esteja alinhada às AC, LACT e projetos do programa. Devem estar distribuídas de forma harmônica entre os DP e serem produtos principalmente técnicos e tecnológicos relevantes e regulares, que referendem o processo formativo desejado, apesar que bibliográficos podem eventualmente ser aceitos		X
2.4.2. Será avaliada a indicação por cada DP de até 04 publicações científicas de destaque, dependendo do número de anos de atuação como DP no período do quadriênio, com respectivas justificativas (“breve relato” – máximo de 200 palavras) A indicação não precisa respeitar o ano de atuação do DP. A indicação da publicação científica pelo DP não pode ser repetida por outros DP coautores. [b.] presença de discente e ou egresso como coautor;	X	
<b>3 – IMPACTO NA SOCIEDADE</b>		
3.3.1. Descrever a internacionalização do programa no quadriênio (“breve relato” - no máximo 200 palavras), em relação a: Publicações de circulação internacional dos docentes permanentes e discentes/egressos do programa no quadriênio: listar produção intelectual de maior impacto;Produtos técnicos/tecnológicos envolvendo docentes permanentes e discentes/egressos em autoria/coautoria com pesquisadores sediados ou resultantes de parcerias em instituições estrangeiras: listar produção bibliográfica, técnica e tecnológica de maior impacto; Docentes permanentes, discentes e egressos do programa que realizaram estágio/treinamento, visitas técnicas, reuniões de pesquisa e cooperação científica e tecnológica, estágio pós-doutoral ou sênior em instituição estrangeira; Docentes permanentes e/ou discentes e egressos do programa que participaram da organização de eventos acadêmico-científicos no exterior; valorizar as atividades de presidente, vice-presidente ou coordenador da comissão científica, entre outras do mesmo nível; Docentes permanentes e discentes/egressos do programa que, no quadriênio, obtiveram no exterior premiações relevantes para a área;	X	
3.3.2. Visibilidade: Informações de acompanhamento dos egressos; Dados dos discentes do ensino médio, da graduação, DP, PG e egressos com link para seus currículos Lattes, preferencialmente contendo foto		X

Quesito/item	PPG acadêmico	PPG profissional
3.3.3. Será avaliada a visibilidade do programa através do conteúdo do seu sítio eletrônico para a divulgação atualizada de informações, seguindo a Portaria CAPES No 13/2006 e com alguns itens especificados abaixo, como: [l.] destino dos egressos com os seguintes itens: vínculo empregatício atual, emprego formal classificado na Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE) dos estabelecimentos empregadores e região da federação onde se encontra;	X	

Fonte: elaborado pelo autor.

Quadro 46 – Análise da ficha da área de avaliação de Nutrição 2020

Quesito/item	PPG acadêmico	PPG profissional
<b>1 – PROGRAMA</b>		
N/A		
<b>2 – FORMAÇÃO</b>		
2.1.2. Razão entre o número de itens de produção bibliográfica com autoria de discente/egresso (relacionados à dissertações/teses em desenvolvimento ou defendidas no programa) x peso relativo do estrato de classificação e o número de dissertações/teses defendidas no programa.	X	X
2.1.3 Razão entre o número de itens da produção técnica com autoria de discente/egresso (relacionados a dissertações/equivalentes em desenvolvimento ou defendidas no Programa) x peso relativo do estrato de classificação e o número de dissertações/equivalentes defendidas no programa.		X
2.2.1. Razão entre o número de discentes/egressos com autoria em itens de produção bibliográfica e o número de matriculados no período;	X	X
2.2.2. Razão entre o número de discentes/egressos com autoria em itens de produção bibliográfica nos quatro estratos superiores de classificação e o número de matriculados no período;	X	
2.2.2 Razão entre o número de discentes/egressos com autoria em itens da produção técnica e o número de matriculados no período.		X
2.2.3. Razão entre o número de itens da produção bibliográfica com autoria de discente/egresso x peso relativo do estrato de classificação e o total de itens da produção bibliográfica do programa	X	X

Quesito/item	PPG acadêmico	PPG profissional
2.2.6 Razão entre o número de itens de produção técnica com autoria de discente/egresso x peso relativo do estrato de classificação e o total de itens da produção técnica do programa.)		X
2.3. Serão avaliados aspectos referentes à atuação e inserção dos egressos no setor produtivo e órgãos públicos, com atuação na formulação de políticas e/ou programas de saúde, pesquisa, ensino, extensão e iniciativas de inovação e desenvolvimento, bem como a capacidade de nucleação do programa. 5 Cada programa deverá também indicar até cinco egressos considerados de destaque e relatar a justificativa para escolha com base na atuação após a conclusão da formação dada pelo programa.	X	
2.5.3. Razão do número de itens de produção bibliográfica com co-autoria de docentes permanentes e discentes/egressos x peso relativo do estrato de classificação e o número de docentes permanentes do programa.	X	X
<b>3 – IMPACTO NA SOCIEDADE</b>		
3.1.1. Serão avaliados aspectos referentes aos potenciais avanços na área gerados pelas produções bibliográficas vinculadas à discentes/egressos indicadas como mais relevantes pelos programas. Esses avanços podem ser caracterizados por meio da geração (disponibilização) de novos conhecimentos científicos e evidências científicas, novas abordagens de investigação, validação de novos métodos analíticos, construção de novas ferramentas de investigação e novos modelos de predição de comportamento de variáveis. Ainda, podem ser demonstrados por meio da descrição de produtos técnicos deles derivados e com potencial de transferência de conhecimento e impacto na sociedade (ex., produto bibliográfico técnico/tecnológico; organização de eventos tendo como público-alvo setores não acadêmicos; patente; manuais/protocolos; materiais didáticos; cursos de formação profissional; produtos de editoração; Softwares/aplicativos; tecnologias sociais; relatório 6 técnicos conclusivos; e tecnologias não-patenteáveis e outros ativos).	X	
3.1.2. Também será avaliada a consonância das produções bibliográficas com participação de discentes/egressos indicadas como mais relevantes com à(s) área(s) de concentração e linhas de pesquisa do programa, vinculando-as com a sua proposta de atuação;	X	
3.1.3. Razão entre a pontuação dos itens de produção bibliográfica com autoria de discentes/egressos indicadas como mais relevantes x peso relativo do estrato de classificação e o número de itens mais relevantes indicados pelo programa.	X	
3.1.3. Consonância das produções técnicas com participação de discentes/egressos indicadas como mais relevantes com à(s) área(s) de concentração e linhas de pesquisa do programa, vinculando-as com a sua proposta de atuação.		X

Fonte: elaborado pelo autor.

Quadro 47 – Análise da ficha da área de avaliação de Odontologia 2020

Quesito/ítem	PPG acadêmico	PPG profissional
<b>1 – PROGRAMA</b>		
N/A		
<b>2 – FORMAÇÃO</b>		
2.2.1. Percentual da produção intelectual de discentes e egresso/DP categorizada em A1, A2, A3, A4, B1, B2 e B3 do Qualis Periódico e também Qualis produtos Técnicos/Tecnológicos (se houver) classificados nos estratos T1 a T4. Egresso será considerado até 5 anos de titulação	X	
2.2.1. O Programa deve indicar e justificar os cinco (5) melhores produtos tecnológicos ocorridos no período avaliativo, resultantes dos trabalhos de conclusão de discentes do período avaliado ou de egressos até cinco (5) anos após a conclusão. É importante considerar a qualidade do produto e sua aderência ao Programa, bem como a vinculação com e entre os diferentes DP do programa. A avaliação dos produtos será pelo Qualis Produtos Técnico/tecnológicos;		X
2.2.2. Percentual de artigos nos estratos A1 + A2 do Qualis Periódico com discente e egresso/DP;	X	
2.2.2. Produção Total em Periódicos: Sendo a inovação e a pesquisa científica a base do desenvolvimento tecnológico, será avaliada a produção total de artigos científicos ou de aplicação em periódicos, de discentes e egressos do período avaliativo ou de egressos até cinco (5) anos após a titulação, e sua proporção em relação à produção de docentes permanentes com base no Qualis Periódicos.		X
2.3.1. Trajetória profissional dos melhores/destacados egressos dos períodos de 2016-2020; 2011-2015; 2006-2010. Declarar até 5 egressos por período para Programas com mais de 25 docentes permanentes e até 3 egressos por período para Programas com menos de 25 docentes permanentes.	X	
2.3.2. Destino dos egressos, empregabilidade, atuação, inserção local, regional e nacional, informados pelo Programa e pela Capes;	X	
<b>3 – IMPACTO NA SOCIEDADE</b>		
N/A		

Fonte: elaborado pelo autor.

Quadro 48 – Análise da ficha da área de avaliação de Saúde Coletiva 2020

Quesito/ítem	PPG acadêmico	PPG profissional
<b>1 – PROGRAMA</b>		
N/A		
<b>2 – FORMAÇÃO</b>		
2.1.3. Vinculação da produção de discentes e egressos com os trabalhos de conclusão. Percentual da produção de discentes e egressos vinculada às dissertações e teses.	X	
2.2.1. Produção de discentes e egressos em periódicos ou livros. A. Percentual de discentes e egressos com produção em periódicos ou livros. B. Percentual de discentes e egressos com produção em periódicos no estrato B1 ou superior ou em livros nos três estratos superiores		X
2.3.1. Percentual de egressos que atuam em área compatível com o escopo do programa.	X	X
2.3.2. Para os programas de mestrado, avaliar a proporção de egressos que estão cursando ou cursaram doutorado	X	
2.3.3. Inserção dos egressos no mercado de trabalho. - Percentual de egressos com atuação na educação superior ou tecnológica. - Percentual de egressos com atuação como docente ou pesquisador em programas de pós-graduação. -Participação de egressos em comissões/comitês/ assessorias em políticas públicas de saúde/ciência.	X	X
2.3.4. Análise da inserção profissional de 3 egressos formados neste quinquênio ou no anterior, declarado em formulário específico.	X	X
2.4.2. Produção bibliográfica (artigos em periódicos, capítulos e livros de natureza científica) dos docentes permanentes do programa com participação de discentes e egressos. A. Pontuação média por docente permanente por ano, para a produção com a participação de discentes e egressos. B. Percentual da produção dos docentes permanentes com discentes e egressos, em periódicos no estrato A ou em livros nos dois estratos superiores.	X	X
<b>3 – IMPACTO NA SOCIEDADE</b>		
N/A		

Fonte: elaborado pelo autor.

Quadro 49 – Análise da ficha da área de avaliação de Astronomia/Física 2020

Quesito/ítem	PPG acadêmico	PPG profissional
<b>1 – PROGRAMA</b>		
N/A		
<b>2 – FORMAÇÃO</b>		
2.2. Neste item será avaliada a participação de estudantes de pós-graduação e egressos na produção científica do programa. Neste aspecto, será levado em conta o percentual de discentes autores (em periódicos do Qualis) e o percentual da produção discente com relação à produção total do programa. Será considerada também a qualidade da produção científica dos discentes e egressos (em periódicos do Qualis).	X	
2.3. Esse item será avaliado com base em levantamento providenciado pela CAPES e levará em consideração a adequação da posição ocupada pelo egresso em relação aos objetivos, missão, modalidade e proposta do programa. Além disso, cada programa deve indicar os dez egressos formados no programa nos últimos quinze anos que alcançaram maior sucesso profissional com a justificativa das razões que motivaram essa escolha	X	
2.3. O coordenador do programa deve providenciar uma lista completa dos egressos indicando o ano de sua titulação e sua ocupação profissional. O levantamento deve ser feito a partir de 2011.		X
<b>3 – IMPACTO NA SOCIEDADE</b>		
N/A		

Fonte: elaborado pelo autor.

Quadro 50 – Análise da ficha da área de avaliação de Ciência da Computação 2020

Quesito/ítem	PPG acadêmico	PPG profissional
<b>1 – PROGRAMA</b>		
1.1. O programa deve abranger subáreas da Computação e exigir que seus titulados tenham cursado disciplinas básicas da formação em Ciência da Computação. Serão avaliados de maneira qualitativa: a descrição dos objetivos do(s) curso(s), perfil do egresso, habilidades e competências que se esperam dos egressos – estes aspectos devem estar alinhados entre si e com a estrutura curricular do curso; a adequação, equilíbrio e abrangência das disciplinas ministradas em relação à área de concentração, às linhas de pesquisa e ao perfil dos egressos – disciplinas devem atender aos objetivos e perfil de egressos;	X	X
<b>2 – FORMAÇÃO</b>		
2.2. Produção técnica também será considerada, desde que justificada sua relevância, impacto e abrangência. Para a produção bibliográfica discente serão considerados índices dos estratos superiores (iRestrito) e de todos os estratos (iGeral) dos artigos completos em periódicos e em eventos com participação discente (ou de egressos até 5 anos, considerando o ano da publicação).	X	X
2.3. Será avaliado: a forma de acompanhamento para os titulados no quadriênio do programa; o destino e a atuação dos titulados no quadriênio (ANEXO 7); os M egressos dos últimos 15 anos de destaque do programa. Onde M é o maior valor entre 5 e N/4, sendo N o número médio de docentes permanentes do programa (ANEXO 7). Valoriza-se o acompanhamento sistemático e contínuo dos demais egressos do programa	X	X
<b>3 – IMPACTO NA SOCIEDADE</b>		
N/A		

Fonte: elaborado pelo autor.

Quadro 51 – Análise da ficha da área de avaliação de Geociências 2020

Quesito/ítem	PPG acadêmico	PPG profissional
<b>1 – PROGRAMA</b>		
N/A		
<b>2 – FORMAÇÃO</b>		
2.2.1. A produção de artigos científicos no Qualis CAPES e capítulos de livros com a participação de discentes e egressos (até 5 anos) autores e/ou coautores, seguindo o indicador (a) – $(a) = (A1 \times 87,5 + A2 \times 75 + A3 \times 62,5 + A4 \times 50 + B1 \times 37,5 + B2 \times 25 + B3 \times 12,5 + B4 \times 6,25 + L1 \times 80 + L2 \times 50 + L3 \times 40 + L4 \times 25) / (\text{Número total de discentes e egressos no quadriênio})$	X	X
2.2.2. A percentagem da produção discentes e/ou egressos (até 5 anos), autores no quadriênio, nos estratos A do QUALIS CAPES, seguindo o indicador (b) – $(b) = \text{Número de produções discentes e/ou egressos (até 5 anos), nos estratos A} / (\text{Número total de discentes e egressos no quadriênio})$	X	X
2.3.1. Inserção dos egressos no sistema educacional, analisada com base nos seguintes indicadores: (a) Número de egressos atuantes no Ensino Superior, Profissional e Tecnológico, tais como: ensino, orientação de alunos de iniciação científica e/ou tecnológica e cargos/coordenações administrativos/acadêmicas relevantes; (b) Número de egressos atuantes na pós-graduação stricto sensu: ensino, orientação de mestrandos e doutorandos, cargos/coordenações administrativos/acadêmicas relevantes; (c) Número de egressos participando em comissões/comitês/assessorias de abrangência municipal/regional/estadual e nacional em políticas públicas de educação; (d) Número de egressos com premiações acadêmicas. Será avaliada a proporção $((a) + (b) + (c) + (d)) / (\text{Número total de egressos de Mestrado e Doutorado, no quadriênio})$	X	X
2.3.2. Inserção dos egressos no sistema de ciência, tecnologia e inovação analisada com base nos seguintes indicadores: (a) Número de egressos bolsista em programas de fomento de pesquisa (Produtividade em Pesquisa); (b) Número de egressos pesquisador visitante e outras de fomento tecnológico e extensão inovadora (Desenvolvimento Tecnológico Industrial); (c) Número de egressos líderes de grupo de pesquisa; (d) Número de egressos coordenadores de projetos financiados; (e) Número de egressos participando em comissões, comitês e assessorias de abrangência municipal, regional, estadual e nacional em políticas públicas de Ciência, Tecnologia e Inovação (CT&I); (f) Número de egressos participando em órgãos de gestão de classe e associações científicas regionais, nacionais e internacionais; (g) Número de egressos editor de periódicos científicos nacionais e internacionais indexados em bases reconhecidas pela área; Será avaliada a proporção $((a) + (b) + (c) + (d) + (e) + (f) + (g)) / (\text{Número total de egressos de Mestrado e Doutorado, no quadriênio})$	X	X
2.3.3. Inserção dos egressos nos setores produtivo e de prestação de serviços analisada com base nos seguintes indicadores: (a) Número de egressos líderes em empresas, instituições públicas e privadas ou cargos, coordenações/ administrativos relevantes; (b) Número de egressos participando de comissões/comitês/assessorias de abrangência municipal, regional, estadual e nacional em políticas públicas sociais e econômicas; (c) Número de egressos possuidores de prêmios de mérito e reconhecimento profissional. Será avaliada a proporção $((a) + (b) + (c)) / (\text{Número total de egressos de Mestrado e Doutorado, no quinquênio})$	X	X

Quesito/item	PPG acadêmico	PPG profissional
2.3.4. Inserção internacional do egresso analisada com base nos seguintes indicadores: (a) Número de egressos atuando em instituições de ensino no exterior; (b) Número de egressos atuando em instituições de pesquisa no exterior; (c) Número de egressos atuando em empresa/instituição dos setores produtivo e de prestação de serviços do exterior; (d) Número de egressos atuando em organismos internacionais; (e) Número de egressos coordenadores de projetos com captação de financiamento no exterior; (f) Número de egressos professor ou pesquisador visitante no exterior; (g) Número de egressos em estágio pós-doutoral no exterior, preferencialmente com apoio da agência de fomento internacional; (h) Número de egressos agraciados com prêmios internacionais relacionados com conferências e palestras em eventos no exterior de referência na área; (i) Número de egressos com participação em comissões, comitês e assessorias de abrangência internacional em políticas públicas de outros países; (j) Número de egressos participando em órgãos de gestão de classe e associações científicas internacionais; (k) Número de egressos editor e revisor de periódicos científicos internacionais. Será avaliada a proporção $((a) + (b) + (c) + (d) + (e) + (f) + (g) + (h) + (i) + (j) + (k)) / (\text{Número total de Egressos, Mestrado e Doutorado, no quadriênio})$	X	X
2.4.1. No Nível 1 – A produção total de artigos em periódicos, livros, capítulos de livros e produtos técnico/tecnológico e de inovação do programa será analisada com base nos seguintes indicadores: (a) (Número de artigos nos estratos do QUALIS CAPES e Capítulos de Livros Internacionais e Nacionais (A1, A2, A3, A4, B1, B2, B3, B4, L1, L2, L3 e L4) COM a participação de discentes e/ou egressos / (Número médio de docentes permanentes no quadriênio); (b) (Número de artigos nos estratos do QUALIS CAPES e Capítulos de Livros Internacionais e Nacionais (A1, A2, A3, A4, B1, B2, B3, B4, L1, L2, L3 e L4) SEM a participação de discentes e/ou egressos / (Número médio de docentes permanentes no quadriênio); (c) Número de produtos técnico/tecnológico e de inovação no quadriênio / (Número médio de docentes permanentes no quadriênio);	X	X
<b>3 – IMPACTO NA SOCIEDADE</b>		
3.2.1. Impacto Econômico (a) Egressos trabalhando em empresas do Setor Produtivo da área de Geociências em geral. Apresentar os egressos consonantes, de acordo com o formulário específico (Anexo 22); Será avaliada a proporção (Número de Egressos no Setor Produtivo) / (Número médio de alunos matriculados no quadriênio);	X	X
3.3.1. Internacionalização (Peso 50%) (a) Publicações em periódicos internacionais, indexados no Scopus, obrigatoriamente envolvendo pesquisadores internacionais com docentes, discentes e egressos. Apresentar as publicações consonantes de acordo com o formulário específico (Anexo 2); Será avaliada a proporção (Número de publicações consonantes) / (Número médio docentes permanentes no quadriênio)	X	X

Fonte: elaborado pelo autor.

Quadro 52 – Análise da ficha da área de avaliação de Matemática/Probabilidade e Estatística 2020

Quesito/ítem	PPG acadêmico	PPG profissional
<b>1 – PROGRAMA</b>		
N/A		
<b>2 – FORMAÇÃO</b>		
2.2. O segundo indicador considera as publicações vinculadas a egressos no período avaliativo. O Índice de Produção dos Egressos (IPE) será computado de acordo com a seguinte expressão: $IPE = \frac{\#(\text{artigos A1}) \times \text{Peso(A1)} + \#(\text{artigos A2}) \times \text{Peso(A2)} + \dots + \#(\text{artigos B4}) \times \text{Peso(B4)}}{\#(\text{total de egressos})}$ com $\text{Peso(A1)} = 2^7$ , $\text{Peso(A2)} = 2^6$ , $\text{Peso(A3)} = 2^5$ , $\text{Peso(A4)} = 2^4$ , $\text{Peso(B1)} = 2^3$ , $\text{Peso(B2)} = 2^2$ , $\text{Peso(B3)} = 2^1$ e $\text{Peso(B4)} = 1$ , sem limitação do número de publicações por ano.	X	X
2.3. O programa deverá indicar no módulo de Egressos da Plataforma Sucupira os nomes de titulados de atuação destacada que se formaram pelo programa nos períodos 2006-2010, 2011-2015 e 2016-2020. Deverão ser indicados até cinco egressos por período, acompanhados de justificativa para a indicação. A avaliação deste item será feita de forma qualitativa a partir das três listas e estará baseada nos seguintes pontos: destaques da produção técnica e intelectual; distinções profissionais, como convites para palestras em eventos, prêmios e bolsas nacionais e internacionais; interface com a sociedade e atuação destacada com o mundo não-acadêmico.	X	X
<b>3 – IMPACTO NA SOCIEDADE</b>		
3.1.1. Produção intelectual qualificada de docentes, discentes e egressos do programa no quadriênio. Comentário: Esta produção será declarada na Plataforma Sucupira (lista de dez produtos) no último ano do quadriênio. Ela será avaliada de forma qualitativa pela comissão em termos de seu impacto no estado da arte das linhas de pesquisa e áreas de concentração do programa.	X	X
3.3.3. Visibilidade: Os seguintes elementos serão buscados e avaliados na página web do programa. Atualização e disponibilidade da página eletrônica em mais de um idioma. Informações sobre estrutura curricular, ementas das disciplinas e funcionamento do programa. Informações sobre processo seletivo (presencial e não presencial, se for o caso). Links para CV Lattes dos docentes do programa. Informações sobre egressos. Divulgação de premiações de discentes, egressos ou docentes (nacionais ou internacionais).	X	X

Fonte: elaborado pelo autor.

Quadro 53 – Análise da ficha da área de avaliação de Química 2020

Quesito/ítem	PPG acadêmico	PPG profissional
<b>1 – PROGRAMA</b>		
1.4.1. A avaliação deste item será qualitativa, a partir da análise da descrição do programa em relação ao processo de autoavaliação da Instituição em relação aos seus programas de pós-graduação e ao processo de autoavaliação do programa para o quadriênio 2017-2020. Os seguintes pontos serão analisados em relação ao grau de atendimento (total, parcial ou nenhum): - metodologia dos processos (ferramentas e critérios), resultado e diagnóstico dos principais pontos a serem melhorados, metas definidas e implementadas para sanar as deficiências detectadas; - envolvimento do corpo docente e discente e dos técnico-administrativos; - envolvimento de parceiros externos e egressos avaliação do atendimento das metas no final do quadriênio; - alinhamento dos critérios de credenciamento e descredenciamento do corpo docente permanente com a autoavaliação do programa; - política de acompanhamento de egressos.	X	X
<b>2 – FORMAÇÃO</b>		
2.2.1 Será analisada a produção em periódicos com participação de discente e/ou egresso de até 5 anos em termos de: a) (Total de artigos com discente e/ou egresso)/(Total de discentes matriculados em 31 de dezembro do respectivo ano); b) Percentil médio da produção total com discente dada pelo (artigos com discente e/ou egresso X percentil médio do estrato)/Total de artigos com discente e/ou egresso Percentil médio do estrato: A1=93,75, A2=81,25, A3=68,75 , A4=56,25, B1=43,75, B2=31,25, B3=18,75, B4= 6,25; c) % artigos A1 com discente e/ou egresso; d) Somatório do fator de impacto dos 24 artigos publicados no quadriênio com discente/egresso do programa, declarado em formulário específico (Anexo 2).	X	X
2.3.1. A avaliação deste item será realizada a partir da análise da descrição do programa em relação aos seguintes aspectos: - Destino dos egressos, empregabilidade, setor de atuação, inserção local, regional e nacional. - Análise da trajetória profissional de egressos do programa nos períodos de 2016-2020, 2011-2015 e 2006-2010, declarados em formulário específico (Anexo 20). Declarar 5 egressos por período para programas com mais de trinta docentes e 3 egressos por período para programas com menos de trinta docentes.	X	X
2.4.2. Análise da produção dos docentes permanentes em periódicos em termos total de artigos A1 com discente e/ou egresso/DP (Obs.: calculado excluindo JDP).	X	
<b>3 – IMPACTO NA SOCIEDADE</b>		
N/A		

Fonte: elaborado pelo autor.

Quadro 54 – Análise da ficha da área de avaliação de Administração 2020

Quesito/ítem	PPG acadêmico	PPG profissional
<b>1 – PROGRAMA</b>		
1.4. Análise da clareza e consistência da política, do processo, dos procedimentos e dos usos da autoavaliação pelo PPG. Será observado, de acordo com o estágio de desenvolvimento da política de autoavaliação do PPG, os seguintes elementos: Mecanismos de envolvimento de públicos internos (p. ex. técnicos, docentes, discentes, egressos entre outros)	X	X
<b>2 – FORMAÇÃO</b>		
2.1.3. Proporção de teses e dissertações do PPG defendidas no quadriênio, ou seja, no período 2017- 2020, que gerou produção bibliográfica de egresso;	X	X
2.1.4. Pontuação média da melhor produção bibliográfica de egressos, calculada com base em indicação feita pelo PPG, derivada de teses e dissertações defendidas no quadriênio, ou seja, no período 2017-2020.	X	X
2.2.1. Proporção da produção qualificada do NDP com participação de discentes ou de egressos;  A produção qualificada do NDP refere-se ao conjunto das quatro melhores produções de cada docente permanente do PPG no quadriênio. Cada publicação poderá ser considerada, no máximo, duas vezes no cálculo, ou seja, será válida apenas para dois autores discentes ou egressos, ainda que existam outros coautores	X	
2.2.2. Proporções de discentes de doutorado e egressos de mestrado ou doutorado com produção bibliográfica nos estratos A1 a A4 do Qualis Periódicos	X	
2.2.2. Proporção de discentes de mestrado e doutorado que tiveram produção em evento científico		X
2.2.3. Proporções de discentes de doutorado e egressos de mestrado ou doutorado com produção bibliográfica nos estratos B1 a B4 do Qualis Periódicos (Peso: 20%);	X	
2.2.3. Proporção de egressos de mestrado e doutorado que tiveram produção em periódico e/ou produção tecnológica		X
2.3.1. Clareza e consistência da política de acompanhamento de egressos;	X	X
2.3.2. Consistência da formação para o desenvolvimento socioeconômico e cultural por meio de evidências da atuação de egressos na administração pública, entidades do mercado, sociedade civil, educação superior e pesquisa.	X	X
2.3.2.1. Aderência à formação recebida evidenciada a partir de relato de casos de destaque de atuação dos egressos;	X	X
2.3.2.2. Posição ocupada pelos egressos.	X	X

Quesito/item	PPG acadêmico	PPG profissional
<b>3 – IMPACTO NA SOCIEDADE</b>		
3.1. A relação dos 10 melhores produtos do PPG, declarada na Plataforma Sucupira, será analisada em termos da aderência dos diferentes tipos de produção intelectual à(s) área(s) de concentração e linha(s) de pesquisa do programa, da distribuição entre docentes do NDP, da participação de coautores discentes ou egressos do PPG e da justificativa da indicação.	X	X
3.3. De reconhecimento internacional: docentes com participação em comitê editorial de periódico editado no estrangeiro presente nas bases Scopus ou Web of Science; docentes com atuação em sociedades científicas internacionais; participação em redes (grupos de pesquisa) internacionais da área de conhecimento; docentes com atuação em disciplinas de cursos no exterior; docentes com atuação na organização de eventos promovidos por associações internacionais da área; prêmios e distinções internacionais; acreditação internacional; egressos do PPG com atuação no estrangeiro; coordenação de projeto de pesquisa com financiamento internacional.	X	X
3.3.4. Visibilidade do PPG em sua página na internet. Para análise da visibilidade do PPG na página web, serão valorizadas Informações sobre estrutura curricular, ementas e bibliografia das disciplinas; informações sobre regulamentos internos e processo seletivo; atualização e disponibilidade em mais de um idioma; acesso irrestrito ao texto completo de teses e dissertações; inserção em redes sociais e mídias de comunicação; informações sobre docentes, discentes e egressos; informações sobre financiamentos recebidos, produção intelectual e o impacto do programa	X	X

Fonte: elaborado pelo autor.

Quadro 55 – Análise da ficha da área de avaliação de Arquitetura, Urbanismo e Design 2020

Quesito/item	PPG acadêmico	PPG profissional
<b>1 – PROGRAMA</b>		
1.4.2. Elaboração de metas e objetivos estabelecidos de forma participativa (docentes, discentes, egressos, técnico-administrativos, e olhar externo) em consonância com as indicações do programa e da área;	X	X
<b>2 – FORMAÇÃO</b>		
2.2.2. Produção intelectual (bibliográfica, técnica e artística/cultural) de egressos, incluindo coautoria, em relação ao total de titulados do programa no período;	X	X
2.2.3. Análise de 5 produtos técnicos/tecnológicos indicados pelo programa envolvendo a participação de discentes e egressos;	X	X

Quesito/item	PPG acadêmico	PPG profissional
2.2.4. Média da produção dos discentes e egressos em relação à produção total do programa (Periódicos, Livros, Anais de Eventos, Técnico e Artístico)	X	X
2.3.1. Mecanismos de interação sistemática do programa com seus egressos (quando houver ou em fase de criação);	X	X
2.3.2. Indicação, com justificativa (empregabilidade, setor de atuação, inserção local, regional e/ou nacional) dos cinco 5 egressos com trajetórias mais relevantes e que tenham sido concluintes no período de 2016-2020. Descrever na justificativa a Influência da formação pós-graduada recebida nas atividades atuais dos egressos.	X	X
<b>3 – IMPACTO NA SOCIEDADE</b>		
3.1. Na Plataforma Sucupira serão indicados, com justificativas das escolhas, oito itens da produção intelectual do corpo docente, do corpo discente e/ou de egressos no quadriênio	X	X
3.2.1. Impacto econômico e sociocultural: promoção de ações e formação de recursos humanos qualificados para aplicar métodos e tecnologias inovadoras destinados à melhoria das condições de vida da população. Formulação e implementação de políticas públicas. Participação de docentes, discentes e egressos em projetos de cooperação, atividades sociais e extracurriculares, presença nos meios de comunicação social, ONGs, movimentos sociais, instituições públicas e privadas, associações etc.;	X	X

Fonte: elaborado pelo autor.

Quadro 56 – Análise da ficha da área de avaliação de Comunicação e informação 2020

Quesito/ítem	PPG acadêmico	PPG profissional
<b>1 – PROGRAMA</b>		
N/A		
<b>2 – FORMAÇÃO</b>		
2.2. a) Razão entre discentes e egressos que publicaram artigos em periódicos qualificados (Qualis A1-B4) e o total de discentes e egressos; b) razão entre o total da produção em artigos qualificados publicados e o número total de discentes e egressos; c) razão entre discentes e egressos com trabalhos completos publicados em anais e o total de discentes e egressos; d) razão entre o total da produção em trabalhos completos publicados em anais e o número total de discentes e egressos; e) razão entre discentes e egressos que publicaram livros e/ou capítulos de livros e o total de discentes e egressos; f) razão entre o total da produção em livros e/ou capítulos de livros e o número total de discentes e egressos; g) razão entre discentes e egressos que publicaram artigos em periódicos científicos qualificados com docente permanente do Programa e o total de discentes e egressos; h) razão entre o total da produção de artigos elaborados com docente permanente do Programa publicada em periódicos científicos qualificados e o número total de discentes e egressos.	X	X
2.3. Dados fornecidos pela Capes: a) Verificar a taxa de emprego formal; b) verificar a inserção do egresso no mercado de trabalho formal segundo o grupo ocupacional da Classificação Brasileira de Ocupações (CBO); c) observar a aderência entre o estabelecimento empregador e a área de formação; d) verificar a continuidade na formação em nível de Pós-Graduação (passagem de Mestrado para Doutorado). Dados fornecidos pelo Programa de Pós-Graduação a partir da Plataforma Sucupira: a) Verificar a obtenção, pelos egressos, de financiamento em instituições e agências de fomento (bolsas de Pós-Doutorado, bolsas de apoio técnico etc.); b) verificar a ocupação de postos de liderança na sociedade civil organizada, incluindo cargos de gestão e dirigentes de organização de interesse público (Organizações Não Governamentais [ONG], organizações científicas e profissionais etc.), destacando 5 casos exitosos de profissionais egressos, indicados pelo programa no último relatório do quadriênio (até 15 anos de titulação); c) verificar a continuidade na formação em nível de Pós-Graduação (passagem de Mestrado para Doutorado). d) inserção profissional de egressos no âmbito internacional.	X	X
<b>3 – IMPACTO NA SOCIEDADE</b>		
3.1. Quanto aos docentes, discentes e egressos: b) Produção intelectual (bibliográfica/artística/técnica) qualificada do Programa considerando o impacto e o caráter inovador: indicar 10 (dez) melhores itens da produção intelectual (vide Anexo 3). Consideram-se produções de impacto e relevância: b.1) produção bibliográfica qualificada; b.2) prêmios e financiamentos recebidos decorrentes da produção; b.3) modelos, processos, produtos ou serviços oriundos da produção científica, técnica ou artística do corpo docente ou discente do Programa, formalmente registrados em instituições nacionais ou internacionais como, por exemplo: Instituto Nacional de Propriedade Industrial (Inpi), Fundação Biblioteca Nacional, agências reguladoras, secretarias de governo, entre outros organismos; b.4) implantação de modelos, produtos ou serviços oriundos da produção científica, técnica ou artística do corpo docente ou discente do Programa, por parte de empresas públicas ou privadas, sociedades científicas, Organizações Não Governamentais (ONG) etc.; b.5) desenvolvimento de produtos oriundos da produção científica, técnica ou artística do corpo docente ou discente do Programa.	X	X

Quesito/item	PPG acadêmico	PPG profissional
3.3. a.1) Para internacionalização:		

Fonte: elaborado pelo autor.

Quadro 57 – Análise da ficha da área de avaliação de Direito 2020

Quesito/item	PPG acadêmico	PPG profissional
<b>1 – PROGRAMA</b>		
1.1.2 Consistência e coerência da Proposta do programa com o perfil do egresso que se pretende formar: a) identificação do perfil do egresso e dos objetivos do curso e sua coerência com a proposta; b) coerência entre os objetivos e o perfil do curso em conexão com a vocação do curso (inserção local, regional, nacional ou internacional).	X	X
1.1.3 Relação entre a estrutura curricular e a formação: a) adequação, coerência e quantidade das disciplinas oferecidas em relação às linhas e Área(s) de concentração; b) consistência e atualização das ementas das disciplinas e sua coerência com o conjunto da proposta, atualização e aderência das respectivas bibliografias; c) qualidade da articulação da proposta com a vocação e a modalidade do programa, quando ela for base para a formação dos egressos.	X	X
1.3.1 Estruturação do Planejamento Estratégico c) proposta de acompanhamento de egressos com domínio do destino e ambiente de atuação; c.1) plano de acompanhamento de egressos, que deve indicar as metas e estratégias para esse fim; c.2) qualidade e representatividade dos dados coletados (proporção do total de egressos) e o percentual de egressos em relação aos quais o programa tem informação sobre os respectivos destinos e atuação profissional;	X	X
<b>2 – FORMAÇÃO</b>		
2.2.1. Volume da produção de discentes e de egressos: c) produção média de egressos (relativa aos últimos 5 anos) em produtos bibliográficos, trabalhos completos e resumos publicados em anais de congresso, dividida pelo total de egressos do quadriênio.	X	X
2.2.2. Distribuição da produção de discentes e de egressos: a) proporção entre o número de discentes-autores de produtos bibliográficos, produtos de eventos e produtos técnicos e o número de discentes ativos; b) proporção entre egressos-autores em relação ao número total dos titulados no quadriênio.	X	X

<b>Quesito/item</b>	<b>PPG acadêmico</b>	<b>PPG profissional</b>
2.3.1. Destino dos egressos: a) atuação em instituição de ensino superior; b) atuação em programa de pós-graduação stricto sensu; c) atuação em carreiras jurídicas no serviço público; d) atuação na Administração Pública em outros setores que não o de carreiras jurídicas; e) atuação junto à sociedade civil organizada, na advocacia ou em atividades de outra natureza; e f) atuação na iniciativa privada, na advocacia ou em atividades de outra natureza.	X	X
2.3.2 Avaliação qualitativa da formação dos egressos: indicar 5 egressos que se destaquem nas atividades acadêmicas e seja aderente com o perfil do egresso.	X	X
<b>3 – IMPACTO NA SOCIEDADE</b>		
N/A		

Fonte: elaborado pelo autor.

Quadro 58 – Análise da ficha da área de avaliação de Economia 2020

<b>Quesito/item</b>	<b>PPG acadêmico</b>	<b>PPG profissional</b>
<b>1 – PROGRAMA</b>		
N/A		
<b>2 – FORMAÇÃO</b>		
2.2.1 Produção de discentes e de egressos em periódicos (i) O percentual de discentes com publicações em periódicos do Qualis com classificações A1 até B4. (ii) O percentual de egressos com publicações em periódicos do Qualis com classificações A1 até B4. (iii) O percentual de discentes e egressos com publicações em periódicos do Qualis com classificações de A1 até B1.	X	X
2.2.2 Produção total de discentes e de egressos (i) Número médio de Produtos Intelectuais Totais (artigos, livros, capítulos de livros, Anais de Congressos e produção técnica) de discentes com relação ao total de alunos matriculados. (ii) Número médio de Produtos Intelectuais Totais (artigos, livros, capítulos de livros, Anais de Congressos e produção técnica) de egressos com relação ao estoque de titulados no quadriênio.	X	X

<b>Quesito/item</b>	<b>PPG acadêmico</b>	<b>PPG profissional</b>
2.2.3 Avaliação qualitativa dos oito melhores produtos de discentes e de egressos no quadriênio, conforme indicação do programa (Anexo nº 3). Tais produtos serão avaliados em termos de sua aderência ao programa e à área, bem como a qualidade dos veículos de divulgação. A análise levará as seguintes particularidades (i) cursos novos, que não possuem um estoque de egressos; (ii) a produção discente será aquela resultante de todo o ano calendário da titulação; (iii) já a produção do egresso será considerada a partir do ano calendário subsequente ao ano da titulação, com uma janela temporal de cinco anos	X	X
2.3.1. Destino dos egressos, empregabilidade, setor de atuação, inserção local, regional e nacional a partir dos dados fornecidos pela CAPES.	X	X
2.3.2. Avaliar o destino e a atuação de egressos, indicados e justificados pelo programa considerando três períodos: até cinco anos (2016-2020), entre cinco e dez anos (2011- 2015) e entre dez e quinze anos (2006-2010). Programas somente com Mestrado deverão indicar 05 (cinco) egressos; e programas que tenham Mestrado e Doutorado ou somente Doutorado deverão indicar no máximo 15 egressos, distribuídos em grupos de no máximo cinco por período. (Anexo nº 4).	X	X
<b>3 – IMPACTO NA SOCIEDADE</b>		
3.2.2 Nucleação e Fortalecimento de Redes de Pesquisa. i. Capacidade de nucleação b) Medida pela participação de egressos em programas do SNPG na condição de docentes permanentes.	X	X

Fonte: elaborado pelo autor.

Quadro 59 – Análise da ficha da área de avaliação de Planejamento Urbano 2020

<b>Quesito/item</b>	<b>PPG acadêmico</b>	<b>PPG profissional</b>
<b>1 – PROGRAMA</b>		
1.1.1 Adequação da estrutura curricular aos objetivos de formação teórica e metodológica do PPG assim como ao perfil de formação do egresso;	X	X
1.3. O Planejamento estratégico do PPG será avaliado qualitativamente por meio de: Descrição de atividades com vistas a seu futuro, contemplando desafios nacionais e internacionais da Área, seus propósitos na melhor formação de alunos, e metas quanto à inserção social dos seus egressos;	X	X
<b>2 – FORMAÇÃO</b>		

<b>Quesito/item</b>	<b>PPG acadêmico</b>	<b>PPG profissional</b>
2.2.2 Avaliação quantitativa da produção egresso. Proporção de egressos-autores em periódicos em relação ao número total de egressos. Entende-se egresso aquele que tenha se titulado no período de até cinco anos da titulação.	X	X
2.2.3 Avaliação quantitativa da produção qualificada do discente/egresso. Avaliação global da produção intelectual bibliográfica em periódicos qualificados (estratos A) de discentes e egressos, individual ou em coautoria sobre o total de discentes e egressos.	X	X
2.3. Considerados os titulados pelo PPG nos últimos cinco anos da titulação. Avaliação global da atuação dos egressos, a partir dos seguintes parâmetros: diversidade de vínculos profissionais (com instituições acadêmicas e empresas públicas, privadas e terceiro setor), distribuição geográfica de tais instituições (nacionais e internacionais e entre estados do Brasil), aderência da atuação profissional com a formação recebida e ocupação de cargos com importância que possam refletir positivamente no PPG e/ou na área de Planejamento Urbano e Regional e Demografia.	X	X
<b>3 – IMPACTO NA SOCIEDADE</b>		
3.1. O caráter inovador da produção intelectual do PPG será avaliado de forma qualitativa por meio de uma avaliação global da produção intelectual apresentada e justificada pelo PPG. Assim, a referência deste subitem é o conjunto de dez produções mais relevantes do PPG e por ele encaminhado	X	X
3.2.1 Avaliação qualitativa acerca dos resultados, contribuições e impactos da participação de docentes, discentes e egressos em projetos de cooperação, atividades sociais e extracurriculares, presença nos meios de comunicação social, ONGs, movimentos sociais, instituições públicas e privadas, associações etc.	X	X

Fonte: elaborado pelo autor.

Quadro 60 – Análise da ficha da área de avaliação de Serviço Social 2020

<b>Quesito/item</b>	<b>PPG acadêmico</b>	<b>PPG profissional</b>
<b>1 – PROGRAMA</b>		
1.1.1. Articulação entre as áreas de concentração, linhas de pesquisa e projetos concluídos e em andamento e) Detalhamento do perfil do egresso.	X	
1.4.1. Dimensão qualitativa do planejamento, metodologias, estratégias e monitoramento do processo de autoavaliação. d) Estratégias de incentivo à participação acadêmico-científica dos discentes e docentes e egressos.	X	
<b>2 – FORMAÇÃO</b>		

<b>Quesito/item</b>	<b>PPG acadêmico</b>	<b>PPG profissional</b>
2.2.1 Média ponderada da produção intelectual (bibliográfica e técnica) de discentes e egressos, individual ou em coautoria, considerando os estratos superiores entre A1-B3, L1-L3, T1-T3. (Produção *estrato/nº titulados+matriculados-ano).	X	
2.2.2 Proporção da produção intelectual qualificada (A1-B3, L1-L3, T1-T3) de discentes e egressos (autores e/ou coautores) em relação à dimensão do corpo discente (total da produção/total de matriculados/ano)	X	
2.3.1. Percentual de mestres e doutores inseridos no mercado de trabalho em relação ao número de mestres e doutores titulados, no período de 2013 a 2017.	X	
2.3.2. Percentual de número de egressos que participam de Instituição de Ensino Superior e em setores da administração pública, instituições sem fins lucrativos e empresas.	X	
2.3.3. Avaliação qualitativa da atuação de 5 egressos destacados pelo PPG na Plataforma Sucupira, no período de 2013 a 2017, analisando a aderência ao perfil de formação do PPG.	X	
<b>3 – IMPACTO NA SOCIEDADE</b>		
3.3 Internacionalização e inserção d) A participação do corpo docente, discente e de egressos em funções de órgãos de pesquisa e conselhos governamentais; na presidência ou representação de sociedades científicas e associações nacionais e/ou internacionais da área; na consultoria a agências de fomento, instituições de ensino e pesquisa; em comissões científicas e de organização de eventos nacionais e internacionais; na organização de painéis e simpósios temáticos em eventos nacionais e/ou internacionais.	X	

Fonte: elaborado pelo autor.

Quadro 61 – Análise da ficha da área de avaliação de Engenharias I 2020

<b>Quesito/item</b>	<b>PPG acadêmico</b>	<b>PPG profissional</b>
<b>1 – PROGRAMA</b>		
1.1.1. A avaliação deste item será qualitativa, a partir da análise da descrição do programa em relação aos seguintes aspectos: Aderência da concepção do Perfil do Egresso aos objetivos de formação do programa e às características das áreas de concentração.	X	X
1.4.1. A avaliação deste item será qualitativa, a partir da análise da descrição do programa relativamente ao seu processo de autoavaliação para o quadriênio 2017-2020. Os seguintes pontos serão analisados: Análise crítica de fluxo discente e egressos;	X	X

Quesito/item	PPG acadêmico	PPG profissional
<b>2 – FORMAÇÃO</b>		
2.1.2 O indicador decorre a composição de dois fatores, relativos à publicação de mais alto estrato Qualis, decorrente de cada tese e dissertação. QTD_A: Percentual de Teses e Dissertações de titulados e egressos até cinco anos que resultaram em publicações em periódicos qualificados nos estratos A. QTD_B: Percentual de Teses e Dissertações de titulados e egressos até cinco anos que resultaram em publicações em periódicos qualificados nos estratos B.	X	X
2.1.3. Premiações e outros reconhecimentos do corpo discente e egressos até cinco anos, recebidas no quadriênio, referentes às dissertações e teses por eles defendidas, declarado em formulário específico	X	
2.2.1 Artigos em periódicos: quantidade ponderada de artigos publicados por discentes e egressos até cinco anos em periódicos qualificados (Qualis A e B)	X	X
2.2.2. Trabalhos completos em Anais: quantidade relativa de trabalhos completos publicados por discentes e egressos até cinco anos em Anais de eventos científicos. Não se incluem congressos locais.	X	X
2.3.1. Destino dos egressos, setor de atuação, inserção local, regional e nacional. O PPG deverá apresentar uma avaliação crítica (máximo: 1.200 palavras) dos egressos titulados no período 2006-2020, considerando-se especialmente o seu destino e a relação com a formação recebida, bem como os documentos e estudos disponibilizados pela Capes relativos à egressos dos Programas de pós-graduação no Brasil.	X	X
<b>3 – IMPACTO NA SOCIEDADE</b>		
3.1.1. Impacto e caráter inovador das produções intelectuais mais importantes selecionadas e justificadas pelo próprio PPG, preferencialmente com participação discente ou de egresso e sem repetição do docente coordenador.	X	X
3.3.3 Visibilidade do Programa Visibilidade relativa à disponibilização de informações. Trata-se da qualidade da página eletrônica do programa, quanto à completude, organização, clareza e atualidade das informações para os candidatos ao ingresso e os discentes em suas atividades acadêmicas, nas línguas portuguesa e inglesa). Incluem os elementos abaixo, entre outros: ▪ Informações sobre egressos;	X	X

Fonte: elaborado pelo autor.

Quadro 62 – Análise da ficha da área de avaliação de Engenharias II 2020

Quesito/ítem	PPG acadêmico	PPG profissional
<b>1 – PROGRAMA</b>		
N/A		
<b>2 – FORMAÇÃO</b>		
2.1.2. Avaliar o número de publicações científicas com autoria discente e/ou egresso (titulado nos últimos 5 anos) em veículos qualificados nos estratos superiores em relação ao número total de dissertações e teses concluídas	X	X
2.2.1. Avaliar a produção qualificada e a produção total dos discentes e egressos (titulados até 5 anos) e as publicações científicas totais dos discentes e egressos quanto à distribuição nos diferentes estratos do Qualis.	X	X
2.2.3. Avaliar número de patentes depositadas ou concedidas (por organismos oficiais de propriedade intelectual) ou licenciadas, com discentes e egressos.	X	X
2.3.1. Avaliar o número de mestres e doutores titulados (nos últimos 10 anos) e empregados na área em relação ao número total de mestres e doutores titulados (nos últimos 10 anos).	X	X
2.3.2. Avaliar o número de mestres e doutores titulados no Programa em atuação no Brasil: em instituições de ensino superior, em instituições de pesquisa, em empresas do setor industrial e de serviços na área, que tenham destaque por sua atuação profissional na área; e outros destaques que o programa listar.	X	X
2.3.3. Avaliar o número de mestres e doutores titulados no Programa em atuação no exterior: em instituições de ensino superior, em instituições de pesquisa, em empresas do setor industrial e de serviços na área, que tenham destaque por sua atuação profissional na área; e outros destaques que o programa listar.	X	X
2.3.4. Avaliar a indicação, pelo Programa, de 5 destaques dos titulados no Programa nos últimos 10 anos e sua justificativa	X	X
<b>3 – IMPACTO NA SOCIEDADE</b>		
3.3.1. Avaliar as ações de divulgação e transparência das atividades e da atuação do Programa. Será avaliada sua visibilidade por meio de sua página URL, que deve estar atualizada, ser apresentada em pelo menos duas línguas, contendo informações referentes à coordenação e vice coordenação, comissões acadêmicas, editais (incluindo de ingresso), corpo docente, resoluções, critérios de credenciamento e descredenciamento de docentes, regimento do Programa, publicações, vídeos, teses e dissertações, descrição das linhas de pesquisa, ementas das disciplinas, financiamentos, informação sobre a situação dos egressos, publicações decorrentes de teses e dissertações, e informações relevantes adicionais.	X	X

Fonte: elaborado pelo autor.

Quadro 63 – Análise da ficha da área de avaliação de Engenharias III 2020

Quesito/ítem	PPG acadêmico	PPG profissional
<b>1 – PROGRAMA</b>		
N/A		
<b>2 – FORMAÇÃO</b>		
2.2.1. A avaliação deste subitem considera lista com um artigo científico de maior estrato Qualis publicado no quadriênio associado à tese de cada doutor egresso.	X	X
2.2.2. Fração dos egressos mestres que apresentaram trabalhos resultantes de suas dissertações em eventos científicos com abrangência nacional ou internacional considerados relevantes para a área ou publicaram artigos resultantes de suas dissertações em periódicos indexados nos estratos Qualis A1 a B4.	X	
2.2.2. Produção técnica/tecnológica: Análise de até cinco tecnologias – aplicação de conhecimentos científicos, técnicas e expertises na criação de soluções transformadoras, na forma de produtos, processos ou serviços – com desenvolvimento concluído no quadriênio, envolvendo a participação discente, preferencialmente sem repetição do docente orientador.		X
2.3. Análise qualitativa de até cinco casos de sucesso dos egressos, indicados pelo programa, considerando-se as titulações ocorridas desde 2010. Para cada caso indicado, o programa deve elaborar justificativa e indicar a fonte da informação comprobatória. A avaliação do sucesso dos egressos inclui, mas não é limitada a: a) Atividades acadêmicas e de pesquisa: Recebimento de bolsa PQ/DT; Recebimento de prêmios associados ao trabalho de finalização do respectivo curso; Índice <i>h</i> elevado (SCOPUS ou Web of Science); Orientações de mestrado e doutorado premiadas com reconhecimento nacional; Desenvolvimento de tecnologia com patente concedida; b) Atividades na iniciativa privada, órgãos de gestão e elaboração de políticas públicas: Ocupação e evolução em cargos estratégicos de destaque nos setores público e privado c) Atividades associadas à nucleação de empresas de base tecnológica: Criação de empresa de base tecnológica caracterizando a existência de financiamento (FINEP, EMBRAPPII, FAPs e etc.)/ viabilidade econômica, recebimento de prêmios e Produto ou patente licenciada com utilização ampla.	X	
2.3 Análise qualitativa de até cinco casos de sucesso dos egressos, indicados pelo programa, considerando-se as titulações ocorridas desde 2010. Para cada caso indicado, o programa deve elaborar justificativa e indicar a fonte da informação. A avaliação do sucesso dos egressos inclui, mas não é limitada a: a) Desenvolvimento de tecnologias: Com relevância em nível local e regional, Com abrangência nacional e/ou Com visibilidade internacional. b) Atividades na iniciativa privada, órgãos de gestão e elaboração de políticas públicas: Ocupação e evolução em cargos estratégicos de destaque nos setores público e privado c) Atividades associadas à nucleação de empresas de base tecnológica: Criação de empresa de base tecnológica caracterizando a existência de financiamento (FINEP, EMBRAPPII, FAPs, etc.)/ viabilidade econômica, recebimento de prêmios e Desenvolvimento de produto ou tecnologia licenciada com utilização ampla		X

<b>Quesito/item</b>	<b>PPG acadêmico</b>	<b>PPG profissional</b>
2.4.2. Produção de artigos científicos do corpo docente: O indicador é construído a partir de lista com até 4 artigos de maior estrato Qualis de cada docente permanente (um para cada ano que tenha atuado como permanente), publicados no quadriênio, em coautoria com discentes ou egressos do programa e associados às linhas de pesquisa do programa e às áreas básicas das Engenharias III.	X	X
<b>3 – IMPACTO NA SOCIEDADE</b>		
3.3.1. Indicadores de Internacionalização: incluem, mas não são limitados a: Parcela de alunos estrangeiros – regulares ou em estágio sanduíche no programa – egressos de cursos de outros países (origem do financiamento: nacional ou estrangeiro);	X	
3.3.2. (Indicadores de inserção local, regional ou nacional: incluem, mas não são limitados a: Distinções, premiações, e outros indicadores acadêmicos de notoriedade nacional de egressos; Parcela de alunos – regulares ou em estágio sanduíche no programa – egressos de cursos de outras cidades e estados.	X	X

Fonte: elaborado pelo autor.

Quadro 64 – Análise da ficha da área de avaliação de Engenharias IV 2020

<b>Quesito/item</b>	<b>PPG acadêmico</b>	<b>PPG profissional</b>
<b>1 – PROGRAMA</b>		
1.4. A Comissão de Área verificará as ações do programa, fruto de sua autoavaliação, para melhorar a formação de seus estudantes e suas metas quanto à inserção social dos seus egressos, bem como a inserção nacional e internacional de suas ações e produtos.	X	X
<b>2 – FORMAÇÃO</b>		
2.2.1. O volume da participação discente será avaliado pela fração de discentes/egressos autores e por aquela envolvendo coautoria discente/egresso em relação à produção total do programa.	X	X
2.3.1. O número de estudantes formados que continua a formação pós-graduada em nível superior, ou se encontram vinculados ao mercado de trabalho será mensurado pelos indicadores DIEG e DIEP.	X	X
2.3.2. O número de estudantes formados que se encontram vinculados em outra região geográfica do país será observado pelo indicador DIER.	X	X

<b>Quesito/item</b>	<b>PPG acadêmico</b>	<b>PPG profissional</b>
2.3.3. A qualidade dos egressos será avaliada através do relato de cinco casos de sucesso nos últimos dez anos, indicados pelo programa com a respectiva justificativa, em termos do impacto de sua inserção no meio acadêmico ou mercado de trabalho não acadêmico.	X	X
<b>3 – IMPACTO NA SOCIEDADE</b>		
3.2.2 - Descrição dos impactos de até 5 produtos e/ou serviços escolhidos pelo programa quanto aos aspectos econômico, social e cultural (em até 300 palavras). - Egressos admitidos no quadro ou egressos oriundos do quadro dos parceiros.	X	X
3.3.1. Visibilidade da divulgação através do página WEB em relação à atualização, apresentação em pelo menos duas línguas – sendo obrigatórias o português e o inglês, conteúdo referentes à coordenação e vice coordenação, comissões acadêmicas, editais (incluindo de ingresso), corpo docente, resoluções, critérios de credenciamento e descredenciamento de docentes, regimento do Programa e – se aplicável – regimentos dos vários cursos implantados na(s) instituição(ões) responsável (eis), publicações, vídeos, teses e dissertações, descrição das linhas de pesquisa, ementas das disciplinas, financiamentos, informação sobre a situação dos egressos, publicações decorrentes de teses e dissertações, e informações relevantes adicionais. Será avaliado o acesso rápido à informação (máximo de 3 escolhas em menus ou botões a partir da página de entrada) e à produção intelectual do programa.	X	X

Fonte: elaborado pelo autor.

Quadro 65 – Análise da ficha da área de avaliação de Sociologia 2020

<b>Quesito/item</b>	<b>PPG acadêmico</b>	<b>PPG profissional</b>
<b>1 – PROGRAMA</b>		
N/A		
<b>2 – FORMAÇÃO</b>		
2.2.3 - Produção média no quadriênio dos egressos do programa (concluintes a partir de 2012): incluindo livros, capítulos de livros, artigos em periódicos e resenhas, será o resultado da produção total obtida com idêntica equação e os pesos descritos no subitem 2.2.1, dividida pelo número de egressos do PPG. Serão utilizados indicadores independentes para programas somente de mestrado e para programas que tenham doutorado ativo	X	X
2.3.1 – Percentual de egressos com atuação formal na docência de ensino superior, educação básica, pesquisa e na gestão pública e atuação no terceiro setor.	X	X

<b>Quesito/item</b>	<b>PPG acadêmico</b>	<b>PPG profissional</b>
2.3.2 – Avaliação comparada da atuação profissional dos egressos, entre 2016 e 2020 (5 egressos indicados por cada programa no relatório de 2020). Avaliação dos seguintes pontos: atuação no ensino e pesquisa; atuação na gestão, participação e implementação de políticas públicas; atuação no terceiro setor; prêmios e distinções recebidas.	X	X
<b>3 – IMPACTO NA SOCIEDADE</b>		
N/A	X	X

Fonte: elaborado pelo autor.

Quadro 66 – Análise da ficha da área de avaliação de Antropologia/Arqueologia 2020

<b>Quesito/item</b>	<b>PPG acadêmico</b>	<b>PPG profissional</b>
<b>1 – PROGRAMA</b>		
1.1.1.Coerência e Consistência da Proposta do Programa com o perfil egresso que se pretende formar: 1) definição do âmbito espacial prioritário de excelência (local, regional, nacional e internacional) de atuação do PPG, de sua relação com os objetivos da proposta de programa e com o perfil de egresso que se quer formar; 2) delineamento do perfil de egresso e dos seus potenciais espaços de atuação; 3) áreas de concentração formuladas de acordo com as demandas contemporâneas e clássicas da disciplina e ao âmbito espacial ao qual o programa é voltado, em consonância com os objetivos do curso, e com o perfil de egresso que se quer atingir; 4) coerência e consistência de áreas de concentração, linhas de pesquisa e projetos com os objetivos do programa.	X	X
1.3.2. Processos de planejamento estratégico visando formular planos de otimização e adequação do PPG para melhor oferta de formação acadêmica às condições institucionais e financeiras vigentes: 7) políticas de acompanhamento de alunos egressos	X	X
1.4.1. Definição de processos e procedimentos para instauração de práticas de autoavaliação: 4) incorporação e envolvimento de interlocutores internos (docentes, técnicos administrativos, discentes e egressos) e externos (debatedores, mediadores, comentadores etc.) ao programa como parte do processo de autoavaliação	X	X
<b>2 – FORMAÇÃO</b>		
2.1.1. Qualificadores para avaliação da qualidade das dissertações e teses 6) proporção de egressos que publicaram em periódicos qualificados em estratos superiores (A1 a A4) , em livros e capítulos de livros em relação ao número total de egressos no quadriênio.	X	X

Quesito/item	PPG acadêmico	PPG profissional
2.2.1. Volume e distribuição da produção de discentes e egressos: 1) produção total de discentes e egressos (nos últimos cinco anos) em periódicos qualificados (A1/B4), em livros e capítulos de livros, em produtos artísticos/culturais (audiovisuais) e em produtos técnicos e tecnológicos, em relação ao número de discentes matriculados e egressos no período de cinco anos após a titulação; 2) produção média ponderada de discentes e egressos (nos últimos cinco anos) em periódicos qualificados (A1/A4), em relação ao número de discentes matriculados e egressos no período de cinco anos após a titulação; 3) produção média de discentes e egressos de trabalhos completos e resumos relacionados aos trabalhos acadêmicos publicados em anais de congressos no período, proporcional ao número de discentes matriculados e egressos no período; 4) proporção entre o número de discentes-autores de produtos bibliográficos, produtos artísticos/culturais (audiovisuais), e técnicos e tecnológicos, e o número total de discentes matriculados; 5) proporção entre egressos-autores em relação ao número total dos egressos no período de cinco anos.	X	X
2.3.1. Estratégias de acompanhamento de egressos: 1) proporção do total de egressos (nos últimos cinco anos) e o percentual de egressos de que o PPG tem informação sobre o destino e atuação profissional; 2) instrumentos de registro e vinculação de egressos desenvolvidos no quadriênio.	X	X
2.3.2. Atuação dos egressos: 1) relação entre a formação recebida, o destino e a atuação profissionais; 2) atuação em ensino superior, básico, ou técnico e tecnológico; 3) atuação em institutos de pesquisa; 4) atuação em gestão pública; 5) atuação no terceiro setor; 6) atuação na iniciativa privada; 7) indicação e avaliação na Plataforma Sucupira da atuação de entre cinco (5) e 15 (quinze) egressos considerados exitosos, segundo os objetivos do programa, reconhecendo a aderência de sua atuação ao perfil de egresso e ao âmbito de atuação primordial definido pelo programa, de acordo com os seguintes períodos: para programas com entre quatro (4) e dez (10) anos de existência, até cinco (5) egressos titulados no intervalo de 2016-2020; de dez (10) a quinze (15) anos de existência, até dez (10) egressos titulados nos intervalos de 2011-2015 e 2016-2020; programas com mais de 15 (quinze) anos de existência, até 15 (quinze) egressos titulados nos intervalos de 2006-2010; 2011-2015 e 2016-2020.	X	X
2.4.1. Produção bibliográfica e artística/cultural (audiovisual):4) produção média de docentes permanentes com discentes/egressos (artigos, resenhas, livros, capítulos, produtos artísticos/culturais (etnografias audiovisuais) em relação ao número total de docentes permanentes		X
2.4.3. Produção técnica e tecnológica:4) produção média de produtos técnicos e tecnológicos de docentes permanentes com discentes/egressos, em relação ao número total de docentes permanentes; 5) distribuição do número de produções qualificadas entre os membros do corpo docente permanente;	X	X
<b>3 – IMPACTO NA SOCIEDADE</b>		
3.1.1. Formas de reconhecimento do caráter inovador da produção intelectual do PPG: 3) nucleação de linhas, grupos de pesquisa e cursos de pós-graduação por docentes e egressos do PPG em outras áreas disciplinares ou multidisciplinares no Brasil e no exterior; 4) participação de docentes e egressos em cargos de direção e conselhos em sociedades científicas nacionais e internacionais;	X	X
3.2.1. Atividades de transferência de conhecimentos gerados a partir da atividade de produção intelectual do PPG: 23) prêmios, medalhas e comendas atribuídos por organizações públicas e do terceiro setor a docentes, egressos e discentes do programa pela sua atuação técnica	X	X

Quesito/item	PPG acadêmico	PPG profissional
3.3.1. Internacionalização e Inserção (local, regional, nacional): 5) realização de pesquisas de campo (etnográficas, arqueológicas e bioantropológicas) por docentes permanentes, discentes e egressos em contextos nacionais e estrangeiros; 13) realização de pesquisas por discentes e egressos do programa fora das fronteiras brasileiras em diversos continentes; 14) realização de pesquisas por discentes e egressos do programa voltadas para a solução de problemas sociais no âmbito de atuação do programa	X	X

Fonte: elaborado pelo autor.

Quadro 67 – Análise da ficha da área de avaliação de Ciência Política e Relações Internacionais 2020

Quesito/item	PPG acadêmico	PPG profissional
<b>1 – PROGRAMA</b>		
1.1.1. Articulação, aderência e atualização das áreas de concentração, linhas de pesquisa, projetos em andamento e estrutura curricular, em função da modalidade e vocação do programa. Avaliar: a) coerência da proposta do programa, com enunciação da missão, definição de objetivos, clareza e articulação de área(s) de concentração, linha(s) de pesquisa, projetos de pesquisa em andamento, estrutura e desenho curricular e perfil desejado do egresso;	X	X
1.4.1. Políticas, princípios, diretrizes e procedimentos de autoavaliação para o PPG formalmente estabelecidos em documento do Programa, que deverão prever ou explicitar: - o foco na formação discente em função da modalidade e do nível do programa, incluindo acompanhamento de egressos; - o exame da produção intelectual, sua adequação à proposta do programa, impacto social, econômico ou em políticas públicas, em função na modalidade e vocação do programa, incluindo acompanhamento de egressos; - uma sistemática de escuta a alunos e egressos sobre o processo formativo;	X	X
<b>2 – FORMAÇÃO</b>		
2.2.1. Avaliação da qualidade da produção de artigos com base na classificação pelo sistema Qualis (A1 a B4), por parte de discentes de doutorado e de mestrado e de egressos (até 5 anos), medidas separadamente no caso de programas com mestrado e com mestrado e doutorado (M e M+D), a partir do índice de produção ponderada de discentes e egressos: $IPPArD/E = [(n^{\circ} A1 * 100) + (n^{\circ} A2 * 85) + (n^{\circ} A3 * 70) + (n^{\circ} A4 * 55) + (B1 * 25) + (B2 * 20) + (B3 * 10) + (B4 * 5)] / n^{\circ} \text{ de discentes e egressos}$ ].	X	X
2.2.2. Proporção de discentes e egressos do Programa com produção bibliográfica (livros, capítulos, verbetes), a partir do índice de produção ponderada pelos seguintes fatores multiplicação: Livros (x3) – Capítulos (x 1) – Verbetes (x 0,7). A comparação deve ser feita separadamente no caso de programas com mestrado e com mestrado e doutorado (M e M+D).	X	X

<b>Quesito/item</b>	<b>PPG acadêmico</b>	<b>PPG profissional</b>
2.2.3. Proporção de discentes e egressos do Programa com produção técnico-tecnológica. A medição deve ser feita separadamente no caso de programas com mestrado e com mestrado e doutorado (M e M+D).	X	X
2.3.1. Análise do destino dos egressos, empregabilidade, setor de atuação, inserção local, regional e/ou nacional com base em dados a serem fornecidos pela CAPES e nas informações coletadas por cada Programa.	X	X
2.3.2. Análise da trajetória profissional e/ou acadêmica de egressos do Programa considerando três períodos avaliativos: até cinco anos (2016-2020), entre cinco e dez anos (2011-2015) e entre dez e quinze anos (2006-2010), declarados em formulário específico (Anexo B). Declarar 5 (cinco) egressos do Programa por período avaliativo.	X	X
<b>3 – IMPACTO NA SOCIEDADE</b>		
N/A		

Fonte: elaborado pelo autor.

Quadro 68 – Análise da ficha da área de avaliação de Ciências da Religião e Teologia 2020

<b>Quesito/item</b>	<b>PPG acadêmico</b>	<b>PPG profissional</b>
<b>1 – PROGRAMA</b>		
1.1.1 Serão avaliados os seguintes aspectos quanto à articulação, aderência e atualização das áreas de concentração, linhas de pesquisa ou atuação, projetos em andamento e estrutura curricular: b) coerência entre a proposta do Programa, sua estruturação e desenvolvimento visando atender ao perfil do egresso desejado;	X	X
1.3.1 Serão considerados os seguintes aspectos, com base em uma avaliação qualitativa a partir da proposta do programa, considerando-se o grau de atendimento (total, parcial, inexistente): e) proposta de acompanhamento de egressos com domínio do destino e ambiente de atuação;	X	X
<b>2 – FORMAÇÃO</b>		
2.2.1 Avaliação da produção intelectual (bibliográfica e técnica) qualificada de discentes e egressos, individual ou em coautoria.	X	X
2.2.2 Proporção da produção intelectual qualificada de discentes e egressos (autores e/ou coautores) em relação à dimensão do corpo discente (total da produção / total de matriculados/ano).	X	X

<b>Quesito/item</b>	<b>PPG acadêmico</b>	<b>PPG profissional</b>
2.3.1 Análise do perfil do destino dos egressos, considerando o vínculo formal, o setor de atuação, a capilaridade e a abrangência do nível da inserção (local, regional, nacional ou internacional)	X	X
2.3.2 Avaliação qualitativa de até 5 egressos por período*, destacados e informados pelo PPG na Plataforma Sucupira, à luz do perfil do egresso estabelecido no Programa do PPG	X	X
2.5.1 Atuação equilibrada e bem distribuída nas atividades de ensino, pesquisa, extensão, orientação e formação de egressos/as.	X	X
<b>3 – IMPACTO NA SOCIEDADE</b>		
3.2.1 Participação de docentes, discentes e egressos em projetos de cooperação, atividades sociais e extracurriculares, presença nos meios de comunicação social, ONGs, movimentos sociais, instituições públicas e privadas, associações, etc	X	X

Fonte: elaborado pelo autor.

Quadro 69 – Análise da ficha da área de avaliação de Educação 2020

<b>Quesito/item</b>	<b>PPG acadêmico</b>	<b>PPG profissional</b>
<b>1 – PROGRAMA</b>		
1.4.4. Política sistemática de escuta aos alunos e egressos sobre o processo formativo;	X	X
<b>2 – FORMAÇÃO</b>		
2.2.2. Porcentagem de egressos que são egressos-autores (livros, capítulos, artigos, trabalhos completos ou resumos em eventos); Obs.: Egressos são os que defenderam o mestrado ou doutorado nos cinco anos anteriores a cada um dos anos da avaliação do quadriênio.	X	
2.2.2. Porcentagem de egressos que são egressos-autores (livros, capítulos, artigos, trabalhos completos, resumos em eventos e PTT);		X
2.2.5. Porcentagem de egressos com artigos Qualis B4 ou superior;	X	X
2.2.6. Porcentagem de egressos com artigos Qualis A4 ou superior.	X	X
2.3.1. Destinos, atuações e impactos acadêmicos e sociais de cinco egressos considerados como exemplares em termos da missão e perfil do programa;	X	

Quesito/item	PPG acadêmico	PPG profissional
2.3.2. Destinos, atuações e impactos acadêmicos e sociais resultantes da formação dos egressos indicados pelo PPG, considerando: - Área de atuação; - Inserção no mercado de trabalho; - Assunção de postos de liderança na administração pública ou na sociedade civil; - Continuidade de estudos. Obs.1: O PPG deve indicar em formulário próprio, a seguinte porcentagem de egressos proporcional ao tamanho do corpo docente: - PPG com até 20 DP: 20% dos egressos; - PPG de 21 a 40 DP: 15% dos egressos; - PPG com 41 ou mais DP: 10% dos egressos (ANEXO II).	X	X
2.5.4. Porcentagem de docentes permanentes que publicam em coautoria com discentes ou egressos;	X	X
<b>3 – IMPACTO NA SOCIEDADE</b>		
3.1.2. Razão entre o número de artigos A1+A2 publicados pelo programa (docentes, discentes e egressos) e o total de docentes permanentes;	X	
3.1.2. Razão entre o número de artigos A1+A2 e PTT T1+PTT T2 publicados pelo programa (docentes, discentes e egressos) e o total de docentes permanentes;		X
3.1.4. Qualidade das produções intelectuais mais importantes dos egressos, selecionadas e justificadas pelo próprio PPG. Deve-se considerar: a) PPG com até 20 DP: 5 produtos b) PPG de 21 a 40 DP: 8 produtos c) PPG com 41 ou mais DP: 10 produtos (ANEXO IV)	X	
3.1.4. Qualidade das produções intelectuais mais importantes dos egressos do PPG, incluindo PPT, selecionadas e justificadas. Deve-se considerar: a) PPG com até 20 DP: 5 produtos b) PPG de 21 a 40 DP: 8 produtos c) PPG com 41 ou mais DP: 10 produtos		X

Fonte: elaborado pelo autor.

Quadro 70 – Análise da ficha da área de avaliação de Filosofia 2020

Quesito/ítem	PPG acadêmico	PPG profissional
<b>1 – PROGRAMA</b>		
1.3.1 Serão considerados os seguintes aspectos na avaliação qualitativa do planejamento estratégico do programa: proposta de acompanhamento de egressos com domínio do destino e ambiente de atuação profissional;		X
1.4.2 Examinar a eficácia dos procedimentos de autoavaliação com respeito à participação tanto da comunidade interna (docentes, discentes e egressos) quanto de docentes e pesquisadores externos ao Programa		X
<b>2 – FORMAÇÃO</b>		
2.2.1 Razão entre discentes e egressos de mestrado com produção intelectual (bibliográfica e técnica) e número de discentes matriculados e titulados no quadriênio;	X	X
2.2.2 Razão entre discentes e egressos de doutorado com produção bibliográfica e técnica e número de discentes matriculados e titulados no quadriênio.	X	X
2.3. Avalia-se qualitativamente neste ítem: a) A inserção dos egressos: na docência de ensino básico e superior; em programas de doutorado; em estágios pós-doutorais (distinguindo se realizado em instituição diferente da instituição de origem); em instituições de pesquisa nacionais e internacionais; em outras atividades acadêmicas e profissionais; b) Os exemplos mais significativos de inserção dos egressos indicados pelos coordenadores dos PPG na proposta do programa inserida na Plataforma Sucupira (até 4 egressos ao longo de 5, 10 e/ou 15 anos).	X	
2.3.1 Verificar ações e mecanismos de acompanhamento dos egressos com respeito à sua produção acadêmica atinente ao Ensino de Filosofia e à sua atuação profissional, considerando: - Inserção no mercado de trabalho; - Assunção de postos de lideranças na administração pública e em Escolas públicas e privadas; - Continuidade de estudos..		X
2.5.3 Porcentagem de docentes permanentes que publicam em coautoria com discentes e/ou egresso		X
<b>3 – IMPACTO NA SOCIEDADE</b>		
3.1.1 Examinar a cooperação e os impactos da produção dos egressos nas instituições de ensino que sediaram as pesquisas realizadas e em outros campos de atuação profissional, considerando a melhoria de qualidade do ensino prestado.		X
3.1.6 Impacto das produções bibliográficas e de PPT dos discentes e dos egressos do PPG no avanço das pesquisas sobre Ensino de Filosofia no Brasil e no mundo.		X
3.2. e) A existência de instrumentos de acompanhamento dos egressos pelo programa, bem como de mecanismos de ajuste e aperfeiçoamento das atividades do programa, incluindo a apresentação de resultados da implementação desses instrumentos.	X	

Fonte: elaborado pelo autor.

Quadro 71 – Análise da ficha da área de avaliação de Geografia 2020

Quesito/ítem	PPG acadêmico	PPG profissional
<b>1 – PROGRAMA</b>		
1.1.1 Coerência da proposta: Área(s) de concentração, linhas e estrutura curricular articuladas e ajustadas aos objetivos do programa visando atender ao perfil do egresso desejado.	X	
1.4.1 Mecanismos institucionais internos de autoavaliação: Existência de recursos para subsidiar o processo de autoavaliação: banco de dados referente ao perfil dos ingressos, estratégia para acompanhamento de fluxo de alunos, e egressos, existência de comissão de autoavaliação.	X	X
<b>2 – FORMAÇÃO</b>		
2.2.1 Proporção da produção intelectual total de discentes e egressos (autores e/ou coautores), incluindo livros, capítulos de livros e resenhas, qualis técnico/tecnológico em relação à dimensão do corpo discente (total da produção/total de matriculados/ano)	X	
2.2.1 Proporção da produção intelectual qualificada de discentes e egressos (autores e/ou coautores), incluindo livros, capítulos de livros e produção técnica/tecnológica, em relação à dimensão do corpo discente (total da produção/total de matriculados/ano)		X
2.3.1 Acompanhamento da atuação profissional e acadêmica dos egressos.	X	
2.3.2 Percentual de egressos com atuação formal na docência de ensino superior, educação básica, pesquisa, gestão pública e iniciativa privada com aderência na área de formação.	X	X
<b>3 – IMPACTO NA SOCIEDADE</b>		
3.3.3 Contribuição de docentes, discentes e egressos em órgãos públicos de gestão e/ou organizações sociais, para ações inclusivas de fortalecimento da cidadania e da sustentabilidade socioambiental, voltadas ao desenvolvimento local, regional e nacional (20%)	X	X

Fonte: elaborado pelo autor.

Quadro 72 – Análise da ficha da área de avaliação de História 2020

Quesito/ítem	PPG acadêmico	PPG profissional
<b>1 – PROGRAMA</b>		
1.1.1. Apreciar criticamente a coerência interna da proposta do programa averiguando a articulação entre: (e) perfil dos egressos titulados compatível com os objetivos do programa	X	X
<b>2 – FORMAÇÃO</b>		
2.2.2. Avaliar percentual de egressos que participam da produção intelectual (bibliográfica e/ou técnica) do programa em relação ao número de titulados no quadriênio	X	X
2.2.4. Avaliar qualitativamente os 5 melhores produtos intelectuais (bibliográficos ou técnicos) de egressos indicados pelo programa	X	X
2.3.1. Aferir a qualidade (a) das estratégias de acompanhamento dos egressos desenvolvida pelo programa e (b) dos instrumentos de mapeamento das áreas de atuação dos egressos	X	X
<b>3 – IMPACTO NA SOCIEDADE</b>		
3.3.3. Verificar a visibilidade do programa avaliando criticamente: lista dos Discentes e egressos titulados do programa;	X	X

Fonte: elaborado pelo autor.

Quadro 73 – Análise da ficha da área de avaliação de Psicologia 2020

Quesito/ítem	PPG acadêmico	PPG profissional
<b>1 – PROGRAMA</b>		
1.1.1. Formulação dos objetivos e metas do Programa: Perfil desejado do egresso, detalhado em termos das habilidades e das competências desenvolvidas no mestrado e no doutorado, quando houver	X	X
<b>2 – FORMAÇÃO</b>		

Quesito/item	PPG acadêmico	PPG profissional
2.2.1. Qualidade da produção intelectual com a participação de discentes e egressos: Neste indicador, será considerada a produção intelectual qualificada total do Programa no quadriênio que traga a participação de discentes e egressos (até 5 anos da publicação), independentemente de esta produção ser ou não derivada de dissertações ou teses. Serão considerados: a. Artigos publicados em periódicos qualificados entre A1 e B2 no Qualis Periódicos. b. Livros (e capítulos), qualificados entre L1 e L3 no Qualis Livros. c. Produtos Técnicos e Tecnológicos, qualificados entre PTT1 e PTT3 no Qualis Produtos Técnicos e Tecnológicos	X	X
2.3.1 Descrição do destino e atuação dos egressos do Programa. Os Programas deverão indicar egressos que tenham atingido destacada posição profissional. No ANEXO 3, os Programas devem listar 10% de seus egressos (mestrado e/ou doutorado), respeitando-se o mínimo de duas e o máximo de quinze indicações. Essas indicações devem ser feitas por três períodos, acompanhando a idade de cada Programa, com a seguinte distribuição: 2 a 5 egressos com até 5 anos de titulação (titulados entre 2016 e 2020); 2 a 5 egressos de 5 a 10 anos de titulação (titulados entre 2011 e 2015); 2 a 5 egressos com mais de 10 anos de titulação (titulados entre 2006 e 2010). Será avaliada a posição profissional ocupada por esses egressos, à luz da(o): a. Posição ocupada profissionalmente (i.e., cargos assumidos, funções exercidas etc.), com aderência ao perfil previsto pelo projeto político-pedagógico do Programa. b. Impacto na sociedade, entendida tanto dentro do universo acadêmico, como também para a comunidade regional, nacional ou internacional como um todo. São exemplos de indicadores de destaque profissional de egressos: a. Atuação profissional ou acadêmica em instituições de ensino ou pesquisa. b. Atuação em empresa/instituição dos setores produtivo, de governo e de prestação de serviços. c. Produção intelectual (bibliográfica, técnica e tecnológica) de destaque na área. d. Atuação como professor ou pesquisador visitante em outras Instituições. e. Realização de estágio pós-doutoral, preferencialmente com apoio da agência de fomento. f. Prêmios, captação de financiamento e distinções recebidos. g. Atuação como conferencista ou palestrante em eventos de referência na área. h. Participação em comissões/comitês/assessorias em políticas públicas. i. Participação em órgãos de gestão de classe e associações científicas. j. Atuação como editor ou membro de conselho editorial de periódicos científicos, entre outros.	X	X
<b>3 – IMPACTO NA SOCIEDADE</b>		
3.1.1 Impacto e caráter inovador da produção intelectual. A produção pode ser de docentes permanentes, de discentes e egressos. Por se tratar de Programas acadêmicos, é esperada maior ênfase na produção bibliográfica. Para avaliação desse indicador, serão considerados: a. Relação do impacto e do caráter inovador da produção intelectual com a natureza e os objetivos do Programa. b. Evidências de inovação apontadas na justificativa apresentada para cada uma das indicações. c. Tipo de inovação (temática; teórica; metodológica; de aplicação; ou de abordagem). d. Evidências externas de inovação (ex.: prêmios, convites para publicação, publicação em Journal Top 10)	X	X

Fonte: elaborado pelo autor.

Quadro 74 – Análise da ficha da área de avaliação de Artes 2020

Quesito/ítem	PPG acadêmico	PPG profissional
<b>1 – PROGRAMA</b>		
N/A		
<b>2 – FORMAÇÃO</b>		
2.2.1 Análise qualitativa da produção intelectual de discentes e egressos indicada pelo PPG na Plataforma Sucupira, em termos de aderência e pertinência para o desenvolvimento dos objetivos do programa. Os PPG devem indicar pelo menos 4 a 5 produtos de discentes e egressos na lista de 8 a 10 produtos mais relevantes do PPG	X	X
2.2.3. Qualificação da veiculação da produção intelectual de discentes e egressos indicada pelo PPG na Plataforma Sucupira em apresentações artísticas, anais, eventos, livros, capítulos de livros, periódicos e outros meios de difusão da área	X	X
2.3.1 Capilaridade e abrangência da atuação dos egressos, considerando o vínculo, o setor de atuação, a inserção local, regional e nacional (dados quantitativos)	X	X
2.3.2 Avaliação qualitativa da atuação de 5 egressos destacados pelo PPG na Plataforma Sucupira, analisando a aderência ao perfil de formação do PPG	X	X
<b>3 – IMPACTO NA SOCIEDADE</b>		
3.1.1 Avaliação do efeito de transformação no ambiente acadêmico e social da produção intelectual do PPG (de docentes, discentes e egressos)*, em relação ao seu contexto, seus objetivos e sua missão. Nesse item será analisada a produção intelectual indicada e sua contribuição em termos de: a) Inovação social, cultural, artística, acadêmica** e/ou uso pela sociedade; b) Avanço da presença da área de Artes no contexto da pesquisa científica no Brasil e no mundo; c) Abrangência local, regional, nacional ou internacional, de acordo com os objetivos da pesquisa e do PPG; d) Caráter estratégico para a formação e a qualificação do público de arte e cultura; e) Reconhecimento científico, social e cultural por meio de premiações e/ou outros tipos (entrevistas, destaques, convites para aulas-magnas, apresentação ou residência artística, palestras e conferências etc.).	X	X
3.3.1 Internacionalização e/ou inserção (local, regional, nacional): d) A participação do corpo docente, discente e de egressos em funções de órgãos de pesquisa e conselhos governamentais; na presidência ou representação de sociedades científicas e associações nacionais e/ou internacionais da área; na consultoria a agências de fomento, instituições de ensino e pesquisa; em comissões científicas e de organização de eventos nacionais e internacionais; na organização de painéis e simpósios temáticos em eventos nacionais e/ou internacionais;	X	X

Fonte: elaborado pelo autor.

Quadro 75 – Análise da ficha da área de avaliação de Linguística e Literatura 2020

Quesito/ítem	PPG acadêmico	PPG profissional
<b>1 – PROGRAMA</b>		
1.1.1. O Programa será analisado, de modo qualitativo, em relação aos seguintes aspectos: b) Aderência entre áreas de concentração, linhas de pesquisa, estrutura curricular e projetos de pesquisa, conjugados à missão, objetivos do curso e perfil do egresso;	X	
1.2.3. Integração das pesquisas docentes com a sociedade e com a formação discente: b) Grupos/projetos de pesquisa docente com participação de discentes e egressos.		X
1.4.1. Para autoavaliação, devem ser observadas as etapas de preparação, implementação, divulgação, uso dos resultados e meta-avaliação, objetivando: b) Apontar diretrizes de autoavaliação do Programa que envolvam discentes, egressos, docentes, corpo técnico, membros da administração superior e comunidade externa; e) Mecanismos de envolvimento de técnicos, docentes, discentes, egressos, corpo técnico, membros da administração superior e comunidade externa;	X	X
<b>2 – FORMAÇÃO</b>		
2.2.2. As pesquisas de egressos que geraram, individualmente ou em coautoria, artigos em Periódicos, capítulos de livros, livros de autoria individual, tradução de artigos e livros, resenhas em Periódicos, tendo em vista a produção nos estratos de A1 a B5 para Periódicos; a qualificação entre L1 e L5 para livros e capítulos;	X	
2.2.2. Aspectos quantitativos e qualitativos de pesquisas dos egressos que geraram, individualmente ou em coautoria, prioritariamente material instrucional de uso efetivo para o aprimoramento/melhoria do ensino básico ou do segmento no qual o programa se insere.		X
2.2.4. Análise da produção dos egressos em periódicos qualificados como B4 ou superior, e em livros e capítulos em estrato L4 ou superior.	X	
2.3.1. Percentual de egressos com vínculo profissional aderente ao perfil do Programa, com amplitude e abrangência para a inserção local, regional, nacional ou internacional;	X	X
2.3.2. Apreciação dos 5 (cinco) casos mais exitosos de egressos, conforme indicados pelo Programa, na Plataforma Sucupira, considerando-se até 5 anos após a data da defesa.	X	X
<b>3 – IMPACTO NA SOCIEDADE</b>		
3.1.1. Para a avaliação do Impacto e do caráter inovador da produção intelectual, serão observados os seguintes indicadores (100%): a) Caráter inovador da produção intelectual com potencial em gerar arranjos teóricos ou metodológicos inovadores para o avanço do conhecimento e para o desenvolvimento de processos, técnicas e produtos, em afinidade com a natureza do Programa; b) Contribuição com novas tecnologias e metodologias, como criação de softwares, de aplicativos, de plataformas, de material didático e instrucional; elaboração de cursos de formação de recursos humanos; organização de eventos relevantes para a área; c) Colaboração com curadorias; mostras e exposições (com aderência à área), além de outros produtos relevantes e consonantes à área.	X	X

<b>Quesito/item</b>	<b>PPG acadêmico</b>	<b>PPG profissional</b>
3.2.1. O impacto econômico, social e cultural compreende todas as formas de colaboração com outras instituições, empresas, associações ou similares e a inserção de ações/projetos/processos oriundos do Programa em âmbito da vida social. Para aferição do item, será considerada a abrangência dos usos sociais, culturais e econômicos (número de pessoas/grupos beneficiados) dos seguintes produtos: d) Participação ou liderança de Grupos de pesquisa, com a presença de alunos da graduação (Iniciação Científica, Educação Tutorial, PIBID, Residência pedagógica, Monitoria, Extensão), pós-graduação e egressos	X	
3.3.1. A avaliação da internacionalização levará em consideração aspectos quantitativos e qualitativos nas 4 (quatro) dimensões a seguir: 2) Produção Intelectual: a) Produção intelectual (docentes, discentes, egressos) em veículos de circulação internacional; b) Produção intelectual (docentes, discentes, egressos) em co-autoria com pesquisadores sediados em instituição estrangeira; c) Produção intelectual (docentes, discentes, egressos) resultante de projetos de pesquisa em parceria com instituições estrangeiras. 4) Mobilidade: ii) Envio ao exterior: b) Participação de docentes e egressos do Programa em estágio de pós-doutoramento/ou estágio sênior no exterior	X	X

Fonte: elaborado pelo autor.

Quadro 76 – Análise da ficha da área de avaliação de Interdisciplinar 2020

<b>Quesito/item</b>	<b>PPG acadêmico</b>	<b>PPG profissional</b>
<b>1 – PROGRAMA</b>		
1.1.1. A adequação, coerência e abrangência das áreas de concentração, linhas e projetos de pesquisa, visando atender os objetivos e missão do Programa, perfil do público alvo, perfil do egresso e demandas de mercado e social	X	X
<b>2 – FORMAÇÃO</b>		
2.1.1. A vinculação das teses e dissertações às linhas de pesquisa e aos projetos de pesquisa, em especial aos projetos integradores, bem como o alinhamento com os objetivos do Programa e perfil esperado do egresso	X	X

Quesito/item	PPG acadêmico	PPG profissional
<p>2.2.1. A participação de discentes e/ou egressos autores da pós-graduação na produção intelectual do Programa, através do índice de Autoria Discente e de Egressos (IndAutDisEg)</p> <p>IndAutDisEg = número de discentes e egressos autores / (número total de discentes matriculados no ano)</p> <p>Serão considerados para o cálculo de discentes e egressos autores, os discentes e egressos até 5 anos quando autores de artigos, livros, capítulos, trabalhos completos em anais, produção técnica qualificada e produção artística/cultural. Portanto, este indicador tem como denominador todo o corpo discente do ano em avaliação.</p>	X	X
<p>2.2.2. A produção intelectual com participação discente e de egressos autores (ProdDisEg) em relação aos docentes permanentes (DP), definido como PartDisEg.</p> <p>PartDisEg = (ProdDisEg/DP) número total de discentes matriculados no ano + média dois titulados dos últimos 5 anos (2016-2020)/DP.</p> <p>O cálculo é anual, sendo realizada a média para a avaliação quadrienal.</p>	X	X
<p>2.2.3. A produção estratificada do corpo discente e/ou egresso da pós-graduação (até 5 anos após a conclusão do curso). Avalia toda a produção intelectual do programa, sendo que a participação de um discente ou um egresso de até 5 anos como autor é condição obrigatória para validar a produção. A metodologia consiste em determinar o índice de produção discente e de egressos autores (IndProdDisEg) total, levando em consideração os índices de produção em artigos (IndProdArtDisEg), livros (IndProdLivDisEg), capítulos de livros (IndProdCapDisEg), verbetes (IndProdVerDisEg), técnica e 5 tecnológica (IndProdTecDisEg), artística/cultural (IndProdArtCultDisEg). Os cálculos ponderados destes produtos seguirão a mesma metodologia do índice de Produtividade constante no subitem 2.4.1.</p> <p>IndProdDisEg = (IndProdArtDisEg + IndProdLivDisEg + IndProdCapDisEg + IndProdVerDisEg + IndProdTecDisEg + IndProdArtCultDisEg)</p>	X	X
<p>2.3.1. A adequação dos procedimentos realizados de acompanhamento de egressos, incluindo o alcance deste trabalho, contemplando a inserção, permanência e mobilidade dos titulados em espaços profissionais públicos e privados (Anexo 5)</p>	X	X
<p>2.3.2. Destinos, atuações e impactos acadêmicos e/ou sociais de até 5 egressos no período de 2016-2020), considerados de destaque em termos da missão e perfil do programa. Poderão ser apontados exemplos de egressos com até 10 anos de titulação (2011-2015) desde que se apresentem como “casos de destaque” na área e escopo do Programa. (Anexo 6).</p>	X	X
<b>3 – IMPACTO NA SOCIEDADE</b>		

Quesito/item	PPG acadêmico	PPG profissional
<p>3.2 A partir de 5 ações/produtos de ensino, pesquisa e extensão, selecionadas pelo Programa, de acordo com sua missão e seus objetivos, serão avaliados inserção, relevância e impactos positivos para o desenvolvimento social e comunitário, local, regional, nacional e internacional, com destaque para:</p> <p>XI. Outros impactos pertinentes às características do Programa, tais como a atuação profissional dos egressos; a inserção, relevância e impacto de projetos de extensão; produtos, processos e serviços nas comunidades.</p>	X	X
<p>3.3.1. As dimensões internacionalização e inserção (local, regional, nacional) serão relativizadas e avaliadas de acordo com a missão e perfil dos Programas.</p> <p>a) Para internacionalização: XX. Participação em convênios baseados em reciprocidade na forma de redes de pesquisa, destino dos egressos, com indicadores de alunos que estão atuando em IES, em órgãos públicos, em Programas de Pós-graduação ou outras atividades profissionais de destaque no exterior.</p> <p>b) Para Inserção local, regional, nacional: IX. Participação de docentes permanentes e discentes/egressos em redes de pesquisa, programas, projetos e convênio oficiais de colaborações com entidades municipais, estaduais, regionais e nacionais; XII. Participação de discentes/egressos e docentes como conferencistas em congressos regionais e nacionais; XVI. Participação de docentes permanentes e discentes/egressos como membros de Comitês de Agências de Fomento e Comissões municipais, estaduais, regionais e nacionais; XX. Participação em convênios baseados em reciprocidade na forma de redes de pesquisa, destino dos egressos, com indicadores de alunos que estão atuando em IES, em órgãos públicos, em Programas de Pós-graduação ou 13 outras atividades profissionais de destaque regionais e nacionais;</p>	X	X

Fonte: elaborado pelo autor.

Quadro 77 – Análise da ficha da área de avaliação de Biotecnologia 2020

Quesito/item	PPG acadêmico	PPG profissional
<b>1 – PROGRAMA</b>		
1.4.2. O uso de ferramentas de gestão, assim como mecanismos de construção e gerenciamento de bancos de dados para o acompanhamento do PPG, permitindo e otimizando, por exemplo: a) o monitoramento da produção científica e tecnológica anual com discentes em estratos qualificados; b) o acompanhamento dos egressos e da inserção destes na nucleação de novos grupos de pesquisa e desenvolvimento no Brasil e no mundo; c) o monitoramento das relações de parcerias com os setores produtivos público e privado; d) a identificação de produtos intelectuais com potencial de registro de propriedade intelectual e de transferência de tecnologia ou know how à indústria.	X	X
<b>2 – FORMAÇÃO</b>		
2.2.1. Somatório das pontuações, ponderadas pelos estratos Qualis $\geq$ A2 dos artigos científicos com discentes (e/ou egressos até 5 anos) em co-autoria com docentes DP ou DC, dividido pelo número médio de discentes1 no quadriênio ( $\geq$ A2 com discentes/discentes).	X	X
2.2.2. Somatório das pontuações, ponderadas pelos estratos Qualis $\geq$ A4, dos artigos científicos com discentes (e/ou egressos até 5 anos) em co-autoria com docentes DP ou DC, dividido pelo número médio de discentes1 no quadriênio ( $\geq$ A4 com discentes/ discentes).	X	X
2.2.3. Somatório das pontuações, ponderadas pelos estratos Qualis $\geq$ B3, dos artigos científicos com discentes (e/ou egressos até 5 anos) em co-autoria com docentes DP ou DC, dividido pelo número médio de discentes1 no quadriênio ( $\geq$ B3 com discentes/ discentes).	X	X
2.2.4. Somatório do número de produtos com propriedade intelectual associada com discentes (e/ou egressos até 5 anos) junto com docentes permanentes ou colaboradores, dividido pelo número médio de discentes1 no quadriênio.	X	X
2.2.5. Somatório das pontuações dos produtos tecnológicos estratificados com discentes (e/ou egressos até 5 anos) junto com docentes DP ou DC, dividido pelo número médio de discentes1 no quadriênio	X	X
2.3.1. Avaliação qualitativa do destino e a atuação de 30% do total de egressos/titulados do PPG no quadriênio 2017-2020 (até no máximo 20 egressos), em termos do grau de aderência ao perfil do egresso esperado pelo programa, e sua relação com a formação em Biotecnologia.	X	X
2.3.2. (50%) Avaliação qualitativa da seleção de 5 casos exitosos de titulados do PPG com até 10 anos de titulação (declarados pelo PPG na Plataforma Sucupira)	X	X
2.4.3 Somatório das pontuações, ponderadas pelos estratos Qualis $\geq$ A2, com discentes (e/ou egressos até 5 anos) em co-autoria com docentes DP ou DC, dividido pelo número de DP2 ( $\geq$ A2 com discentes/DP)	X	X
2.4.4. Somatório das pontuações, ponderadas pelos estratos Qualis $\geq$ A4, com discentes (e/ou egressos até 5 anos) em co-autoria com docentes DP ou DC, dividido pelo número médio de discentes1 no quadriênio ( $\geq$ A4 com discentes/DP).	X	X
2.4.5. Somatório das pontuações, ponderadas pelos estratos Qualis $\geq$ B3, com discentes (e/ou egressos até 5 anos) em co-autoria com docentes DP ou DC, dividido pelo número médio de discentes1 no quadriênio ( $\geq$ B3 com discentes/DP).		X

Quesito/item	PPG acadêmico	PPG profissional
2.4.6. Somatório do número das produções com registro de propriedade intelectual associado com discentes (e/ou egressos até 5 anos) junto com docentes DP ou DC , dividido pelo número de docentes do DP no quadriênio2 .	X	X
2.4.7. Somatório das pontuações dos produtos tecnológicos estratificados com discentes (e/ou egressos até 5 anos) junto com docentes permanentes ou colaboradores, dividido pelo número de docentes DP no quadriênio2 .	X	X
<b>3 – IMPACTO NA SOCIEDADE</b>		
3.2.1. (50%) Desenvolvimento Tecnológico e Ações Empreendedoras: serão avaliadas qualitativamente as ações desenvolvidas pelo PPG visando incentivar a criação de start up e outras iniciativas que contribuam com o empreendedorismo e com a inserção de egressos em empresas.	X	X
3.3.1. (50%, 40% ou 30%) Internacionalização: será avaliado qualitativamente e quantitativamente o nível de internacionalização do PPG em termos de:		

Fonte: elaborado pelo autor.

Quadro 78 – Análise da ficha da área de avaliação de Materiais 2020

Quesito/item	PPG acadêmico	PPG profissional
<b>1 – PROGRAMA</b>		
N/A		
<b>2 – FORMAÇÃO</b>		
2.1.4 % de egressos do programa com publicações vinculadas ao trabalho de conclusão e sua qualificação	X	X
2.2. Produção de discentes e de egressos (até 5 anos), com coautoria docente em periódicos (Qualis A ou B) e patentes (PL = patente licenciada, PC = patente concedida, PD = patente depositada, OTR = outra produção técnica relevante) seguindo o indicador Pdis = $[1A1 + 0,9A2 + 0,7A3 + 0,6A4 + 0,4B1 + 0,3B2 + 0,2B3 + 0,1B4 + 1PL + 0,7 PC + 0,4PD + 0,4OTR] / (DP - JDP) * OTR$ : DPA=Desenvolvimento de produto/protótipo/ processo em parceria aplicado ao setor produtivo; DPP= Desenvolvimento de produto/protótipo/ processo com potencial de aplicação; AM= Adaptação/melhorias de processos industriais; DS=-Desenvolvimento de software/aplicativo; DI= Desenho industrial; AT= -Artigo técnico; OT= Outras produções técnicas relevantes (OT= produto de editoração, norma e marco regulatório, relatório técnico). Máximo 5	X	

Quesito/item	PPG acadêmico	PPG profissional
2.2.1. Será analisada a produção técnica aderente a área de discentes e/ou egressos (até 5 anos) com docente permanente, seguindo o indicador Pdis_tec: $Pdis\_tec = [1PC + 0,9 DPA + 0,8 PD + 0,7DPP + 0,6 AM + 0,6 DS + 0,5 DI + 0,5 AT + 0,1 OT] / (DP - JDP)$ Onde: PC= Patente concedida ou licenciada DPA=-Desenvolvimento de produto/protótipo/ processo em parceria aplicado ao setor produtivo; DP= Patente depositada; DPP= Desenvolvimento de produto/protótipo/ processo com potencial de aplicação; AM= Adaptação/melhorias de processos industriais; DS=-Desenvolvimento de software/aplicativo; DI= Desenho industrial; AT= -Artigo técnico; OT= Outras produções técnicas relevantes (OT= produto de editoração, norma e marco regulatório, relatório técnico). Máximo 5. 2.2.2 (40%). Será analisada a produção de discentes e/ou egressos (até 5 anos), com docente em periódicos (Qualis A ou B) seguindo o indicador Pdis_prof: $Pdis\_prof = [1A1 + 0,9A2 + 0,7A3 + 0,6A4 + 0,4B1 + 0,3B2 + 0,2B3 + 0,1B4] / (DP - JDP)$		X
2.3.1. Destino dos egressos, empregabilidade, setor de atuação, inserção local, regional e nacional.	X	X
2.3.2. Análise do impacto profissional de egressos do programa (3 egressos por período onde se aplica: 2016-2020, 2011-2015 e 2006-2010). (Anexo 2.3.2)	X	X
<b>3 – IMPACTO NA SOCIEDADE</b>		
3.3.1 (50%) Internacionalização e inserção - Informações sobre egressos. - Premiação de discentes, egressos ou docentes e sua divulgação (Nacional ou Internacional).	X	X

Fonte: elaborado pelo autor.

Quadro 79 – Análise da ficha da área de avaliação de Ensino 2020

Quesito/item	PPG acadêmico	PPG profissional
<b>1 – PROGRAMA</b>		
1.1.3. Os objetivos do PPG estão adequados e coerentes com o público alvo e com o perfil do egresso? Os objetivos do PPG devem estar alinhados aos objetivos da Área de Ensino, a qual tem foco em pesquisas e produções em “ensino em determinado campo de saber”, fazendo as interlocuções necessárias com outros campos, tendo por objeto a mediação do conhecimento em espaços formais e não formais de ensino, e aprendizagem. Desse modo, visa à construção de conhecimento científico sobre esse processo, considerando os fatores de caráter macro e microestrutural que nele interferem. Além disso, os programas são responsáveis pela formação de recursos humanos para pesquisa e para o ensino. Neste subitem será avaliada a adequação e coerência dos objetivos em relação ao público alvo e ao perfil do egresso.	X	X
<b>2 – FORMAÇÃO</b>		
2.2.1. A produção indicada pelo PPG, envolvendo discentes e egressos, mostra uma identidade e está alinhada à área de concentração e às linhas de pesquisa? (Qualitativa) Será analisada a produção indicada pelo PPG, na forma de artigos em periódicos, livros ou capítulos e trabalhos completos em anais, para identificar aderência às áreas de concentração e correspondentes linhas de pesquisa. Para isso, o PPG indicará até 10 produções publicadas no quadriênio por discentes e egressos. No conjunto das produções indicadas, não pode haver duplicação. Essas produções serão preenchidas pelo PPG no Anexo, em planilha Excel. Os PPG que iniciaram suas atividades nesse quadriênio e que ainda não concluíram suas defesas, poderão justificar a indicação de um número menor de produtos	X	X
2.2.2. Qual é a razão entre a pontuação total ponderada de artigos em periódicos, Qualis A1 a B4, publicados no quadriênio por discentes e egressos em relação ao total de titulados no quadriênio mais matriculados no último ano do PPG nesse período? (Quantitativa) Será avaliada a produção total ponderada dos discentes e egressos, em termos de artigos A1 a B4, em relação ao número de titulados no quadriênio mais os matriculados no último ano do quadriênio	X	X
2.2.3 Qual é a razão entre o número total de produções de discentes e titulados do PPG no quadriênio, em termos de livros, capítulos de livros e trabalhos completos em anais, e o total de titulados no quadriênio mais os matriculados do último ano, nesse período? Quantitativa - 30%) Será avaliada a produção total de discentes e egressos no quadriênio em termos de livros, capítulos de livros e trabalhos completos em anais em relação ao total de titulados nesse período.	X	X
2.2.4. Qual é o percentual da produção técnica indicada pelo PPG em estratos superiores (T1 a T3), envolvendo discentes ou egressos, em relação à produção técnica total indicada? (Quantitativa) Será avaliada a produção dos DP, envolvendo discentes ou egressos em relação à produção técnica nos estratos T1 a T3. A Área de Ensino considera PTT aqueles vinculados à dissertação/tese ou desenvolvidos por discentes/egressos envolvendo docentes do PPG em avaliação		X

<b>Quesito/item</b>	<b>PPG acadêmico</b>	<b>PPG profissional</b>
2.3.1. O Programa possui e explicita estratégias e instrumentos de acompanhamento de egressos? (Qualitativa) Neste item será avaliado o modo como o PPG acompanha o egresso após o término do curso, explicitando as estratégias, instrumentos e outras possibilidades de interação. Este acompanhamento possibilita identificar a sua inserção no mundo do trabalho, em situações de nucleação de novos grupos de pesquisa e desenvolvimento no Brasil e no mundo, a continuidade dos estudos e atuação em postos de liderança na administração pública ou na sociedade civil	X	X
2.3.2. Quais os principais casos exitosos dos egressos no período de 2016 a 2020, que evidenciem a influência do PPG na formação em nível de Pós-Graduação stricto sensu? (Qualitativa ) Será avaliada a influência da formação do PPG no êxito dos egressos. Para isso, o Programa deverá indicar cinco casos exitosos de titulados, no período 2016 a 2020, com as respectivas justificativas, de modo a mostrar a influência do PPG no sucesso dos pós-graduandos.	X	X
2.3.3. O Programa realiza atividades integradoras envolvendo os egressos, tais como seminários, workshop ou outros eventos? (Qualitativa) Serão avaliadas, qualitativamente, as atividades realizadas que envolvem e integram os egressos do PPG, tanto como ouvintes quanto como participantes ativos, ministrando palestras, coordenando workshops, entre outros eventos	X	X
<b>3 – IMPACTO NA SOCIEDADE</b>		
N/A		

Fonte: elaborado pelo autor.

Quadro 80 – Análise da ficha da área de avaliação de Ciências Ambientais 2020

<b>Quesito/item</b>	<b>PPG acadêmico</b>	<b>PPG profissional</b>
<b>1 – PROGRAMA</b>		
N/A		
<b>2 – FORMAÇÃO</b>		
2.2.1. Média ponderada da produção de discentes e egressos com coautoria de docentes do programa em periódicos (Qualis A ou B); capítulos de livro e livros e produtos técnicos/tecnológicos	X	

Quesito/item	PPG acadêmico	PPG profissional
2.2.1. Analisar a produção técnica /tecnológica aderente ao programa de discentes e titulados, de acordo com o indicador de produção técnica. Pesos: (n°T1 x 1,0) + (n°T2 x 0,8) + (n°T3 x 0,6) + (n°T4 x 0,4) + (n°T5 x 0,2). A área considera 10 tipos de PTTs como aquelas principais para a avaliação do PPG. Carta, mapa ou similar; Curso de Formação Profissional; Empresa ou Organização Social Inovadora; Manual/Protocolo; Material Didático; Patente depositada, concedida ou licenciada; Produto Bibliográfico Técnico/tecnológico; Processo/Tecnologia e Produto/Material não Patenteavel; Software/Aplicativo; Tecnologia Social		X
2.2.2. Analisar a produção bibliográfica, utilizando o indicador que representa a razão entre o somatório do número total de artigos com discente e/ou egresso vezes o peso relativo do Qualis pelo total de discente matriculados no último ano do quadriênio somados aos titulados. Pesos: (n°A1 x 1,0) + (n°A2 x 0,85) + (n°A3 x 0,7) + (n°A4 x 0,6) + (n°B1 x 0,5) + (n°B2 0,35) + (n°B3 x 0,2) + (n°B4 x 0,1)/(∑Discentes e titulados) .		X
2.3.1. A avaliação deste subitem será realizada a partir da análise da justificativa do Programa em relação à seleção de no máximo de 5 (cinco) casos exitosos de egressos, incluindo mestrado e/ou doutorado, por período: 1° período até 5 anos de titulação (2016 - 2020); 2° período após 5 anos e até 10 anos pós titulação (2011 -2015); e 3° período após 10 anos e até 15 anos pós titulação (2006 -2010).	X	X
2.3.2. Análise do perfil de egressos atuando em atividades profissionais consideradas ou valoradas pela área com base em informações fornecidas pela CAPES.	X	
<b>3 – IMPACTO NA SOCIEDADE</b>		
N/A		

Fonte: elaborado pelo autor.

## ANEXO A – SIGNIFICADO DOS INDICADORES JCR, SNIP, SJR E GOOGLE SCHOLAR

Quadro 81 – Significado dos indicadores JCR, SNIP, SJR e Google Scholar

	<b>Google Scholar</b>	<b>JCR</b>	<b>SNIP</b>	<b>SJR</b>
O que é medido	Produtividade e impacto de citação de um periódico.	Número médio de citações de itens publicados recentemente no periódico.	Número médio de citações de itens publicados recentemente no periódico contextualizado por área do conhecimento.	Prestígio científico do periódico.
Como é medido	Baseado no conjunto de publicações mais citadas e no número de citações que essas publicações receberam.	Razão entre o número de citações no corrente para os itens citáveis publicados nos dois anos anteriores e número de itens citáveis publicados no mesmo período.	Razão entre o número de citações no ano corrente para os itens citáveis publicados nos dois anos anteriores e o número de itens citáveis publicados no mesmo período.	Baseado na ideia de que a área do conhecimento, a qualidade e a reputação de um periódico influenciam diretamente as citações por ele realizadas.
Útil para	Comparar diretamente periódicos referentes a uma mesma área do conhecimento.		Comparar diretamente periódicos referentes a diferentes áreas do conhecimento.	
Vantagem	Aplica-se a grupos de cientistas, tais como departamentos, universidades, países.	Indicador bibliométrico mais amplamente utilizado.	Considera a frequência de citação da área de conhecimento.	Elimina manipulação: para aumentar seu valor é preciso publicar em periódicos com maior prestígio
Desvantagem	Pode ser manipulado por meio de autocitações.	Afetado por políticas editoriais.	Comparado ao JCR, tende a diminuir as diferenças entre os periódicos.	Comparado ao JCR, tende a aumentar as diferenças entre os periódicos.

Fonte: Fernandes e Salviano (2016)