



Arnoldo Furtado de Sá

**Mensuração e avaliação dos ativos intangíveis e
criação de valor das atividades de laboratórios de
diagnóstico e ensaios de equipamentos elétricos**

Dissertação de Mestrado

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre pelo Programa de Pós-Graduação em Metrologia (Área de concentração: Metrologia para Qualidade e Inovação) da PUC-Rio.

Orientadora: Prof.^a Maria Fatima Ludovico de Almeida
Co-orientador: Prof. Carlos Roberto Hall Barbosa

Rio de Janeiro
Setembro de 2018



Arnoldo Furtado de Sá

**Mensuração e avaliação dos ativos intangíveis e
criação de valor das atividades de laboratórios
de diagnóstico e ensaios de equipamentos
elétricos**

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre pelo Programa de Pós-Graduação em Metrologia (Área de concentração: Metrologia para Qualidade e Inovação) da PUC-Rio. Aprovada pela Comissão Examinadora abaixo assinada.

Prof^a. Maria Fatima Ludovico de Almeida

Orientadora

Programa de Pós-Graduação em Metrologia – PUC-Rio

Prof. Carlos Roberto Hall Barbosa

Co-orientador

Programa de Pós-Graduação em Metrologia – PUC-Rio

Prof. Carlos Augusto Caldas de Moraes

Universidade Cândido Mendes – UCAM

Prof. João Guedes de Campos Barros

Centro de Pesquisas de Energia Elétrica – Cepel

Prof. Márcio da Silveira Carvalho

Coordenador Setorial do Centro

Técnico Científico – PUC-Rio

Rio de Janeiro, 21 de setembro de 2018

Todos os direitos reservados. É proibida a reprodução total ou parcial do trabalho sem autorização da universidade, do autor e de seus orientadores.

Arnoldo Furtado de Sá

Graduado em Estatística pela Escola Nacional de Ciências Estatísticas - ENCE/IBGE. Atualmente é bolsista do Centro de Pesquisas de Energia Elétrica (Cepel) e mestrando do Programa de Pós-Graduação em Metrologia da PUC-Rio.

Ficha Catalográfica

Sá, Arnoldo Furtado de

Mensuração e avaliação dos ativos intangíveis e criação de valor das atividades de laboratórios de diagnóstico e ensaios de equipamentos elétricos / Arnoldo Furtado de Sá; orientadora: Maria Fatima Ludovico de Almeida; co-orientador: Carlos Roberto Hall Barbosa. – 2018.

144 f. ; 30 cm

Dissertação (mestrado)–Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Centro Técnico Científico, Programa de Pós-Graduação em Metrologia para a Qualidade e Inovação, 2018.
Inclui bibliografia

1. Metrologia – Teses. 2. Mensuração e avaliação de ativos intangíveis. 3. Capital intelectual. 4. Laboratórios de ensaios. 5. Métodos multicritério de apoio à decisão. I. Almeida, Maria Fatima Ludovico de. II. Barbosa, Carlos Roberto Hall. III. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Centro Técnico Científico. Programa de Pós-Graduação em Metrologia para a Qualidade e Inovação. IV. Título.

CDD: 389.1

Agradecimentos

Aos meus orientadores Professora Maria Fatima Ludovico de Almeida e Professor Carlos Roberto Hall Barbosa, por todo o apoio, ensinamentos e incentivo ao longo do curso de mestrado e pela compreensão, especialmente na fase de elaboração desta dissertação.

Aos professores do Programa de Pós-graduação em Metrologia (PósMQI) pela oportunidade de desenvolvimento profissional e acadêmico.

À PUC-Rio, à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (Capes) e ao Centro de Pesquisas de Energia Elétrica (Cepel) pelos auxílios financeiros concedidos durante o mestrado. O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (Capes) - Código de Financiamento 001.

À equipe do Laboratório de Diagnóstico em Equipamentos e Instalações Elétricas (Labdig) do Cepel pela oportunidade de realizar o estudo empírico e à disponibilidade de gestores do Laboratório para participação das reuniões de aplicação do modelo conceitual de mensuração dos ativos intangíveis e criação de valor das atividades de laboratórios de diagnóstico e ensaios de equipamentos elétricos.

Aos colegas de classe, pela amizade e companheirismo no decorrer na caminhada deste curso. A todos que me serviram de exemplo, com demonstrações de competência, humildade e respeito.

Aos amigos, pelos momentos de descontração e afeto.

À minha família, pela compreensão nas minhas horas de ausência.

E a todos que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho.

Resumo

Sá, Arnaldo Furtado de; Almeida, Maria Fatima Ludovico de; Barbosa, Carlos Roberto Hall. **Mensuração e avaliação dos ativos intangíveis e criação de valor das atividades de laboratórios de diagnóstico e ensaios de equipamentos elétricos**. Rio de Janeiro, 2018. 144 p. Dissertação de Mestrado – Programa de Pós-Graduação em Metrologia, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

Dentre os objetivos do Plano Estratégico do Sistema Eletrobras, destacam-se a intensificação da atuação integrada em pesquisa, desenvolvimento e inovação (PD&I) e a mensuração dos ativos tangíveis e intangíveis para geração de valor para o Sistema Eletrobras. Nesse contexto, esta pesquisa buscou contribuir para o aprimoramento da gestão de ativos intangíveis no âmbito da Rede de Laboratórios das Empresas Eletrobras (Relase), ao tornar disponível um modelo de mensuração e avaliação de ativos intangíveis desenvolvido para laboratórios de diagnóstico e ensaios de equipamentos elétricos. A pesquisa pode ser considerada descritiva, metodológica e aplicada. A partir dos resultados da revisão bibliográfica e documental sobre os temas centrais da pesquisa, adaptou-se, para fins de aplicação em laboratórios de diagnóstico e ensaios de equipamentos elétricos, um modelo conceitual que já vem sendo adotado por instituições de Ciência e Tecnologia europeias para elaboração de seus relatórios de capital intelectual. Para a proposição e seleção dos indicadores e métricas que integram o modelo, empregaram-se métodos multicritério de apoio à decisão combinados com lógica *fuzzy*. A aplicabilidade do modelo pôde ser demonstrada mediante um estudo empírico no Laboratório de Diagnóstico em Equipamentos e Instalações Elétricas (Labdig) do Centro de Pesquisas de Energia Elétrica (Cepel). Considera-se que o ferramental desenvolvido por esta pesquisa possa ser replicado no âmbito da Relase, que abrange hoje um total de 98 laboratórios, sendo 16 destes acreditados para serviços de calibração.

Palavras-chave

Metrologia; mensuração de ativos intangíveis; capital intelectual; laboratórios de diagnóstico e ensaios de equipamentos elétricos; métodos multicritério de apoio à decisão; lógica *fuzzy*.

Abstract

Sá, Arnaldo Furtado de; Almeida, Maria Fatima Ludovico de (Advisor); Barbosa, Carlos Roberto Hall (Co-advisor). **Measurement and evaluation of intangible assets and value creation of diagnosis and testing laboratories for electrical equipments.** Rio de Janeiro, 2018. 144 p. Dissertação de Mestrado – Programa de Pós-Graduação em Metrologia, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

Among the objectives of the Eletrobras System Strategic Plan, two of them are highlighted – the intensification of the integrated practice in research, development and innovation (RD&I); and the measurement of tangible and intangible assets to generate value for the Eletrobras System. In this context, this dissertation aims at contributing to the improvement of the management of intangible assets within the Eletrobras Companies' Laboratories Network (Relase – Rede de Laboratórios das Empresas Eletrobras), by providing an intangible asset measurement and assessment model developed for electrical equipment diagnosis and testing laboratories. The research can be considered descriptive, methodological and applied. Based on the results of the bibliographic review and documentary analysis on the central themes of the research, a conceptual model was adapted for the context of diagnosis and testing laboratories, which has already been adopted by European Science and Technology institutions concerning elaboration of their intellectual capital reports. In this research, for the proposal and selection of indicators and metrics, multicriteria decision support methods were incorporated into the model, combined with fuzzy logic. The applicability of the model has been demonstrated through an empirical study in the Laboratório de Diagnóstico em Equipamentos e Instalações Elétricas (Labdig) do Centro de Pesquisas de Energia Elétrica (Cepel). The results of this research can be replicated within Relase, which covers today a total of 98 laboratories, of which 16 are accredited for calibration services.

Keywords

Metrology; measurement of intangible assets; intellectual capital; electrical equipment diagnosis and testing laboratories; multi-criteria decision-making methods; fuzzy logic.

Sumário

1. Introdução.....	16
1.1 Definição do problema de pesquisa.....	18
1.2 Objetivos: geral e específicos.....	19
1.3 Metodologia.....	20
1.3.1 Fase exploratória e descritiva.....	22
1.3.2 Fase de pesquisa aplicada.....	23
1.3.3 Fase conclusiva.....	23
1.4 Estrutura da dissertação.....	25
2. Mensuração e avaliação de ativos intangíveis nas organizações: conceitos, tipologias e abordagens metodológicas.....	26
2.1 Ativos intangíveis e capital intelectual: conceitos básicos.....	26
2.2 Mensuração e avaliação de ativos intangíveis nas organizações: abordagens metodológicas.....	28
2.2.1 <i>Market Capitalization Methods</i> (MCM).....	29
2.2.2 <i>Return on Assets Methods</i> (ROAM).....	30
2.2.3 <i>Direct IC Methods</i> (DICM).....	31
2.2.4 <i>Scorecard Methods</i> (SCM).....	32
2.3 Benefícios e barreiras da mensuração e avaliação de ativos intangíveis nas organizações.....	34
3. Mensuração e avaliação do capital intelectual de instituições de Ciência e Tecnologia.....	36
3.1 Modelo ARCS (Áustria).....	36
3.2 Modelo para mensuração, avaliação e relato do CI das universidades públicas (Áustria).....	40
3.3 Modelo do Observatory of European University (Europa)	43
3.4 Outras iniciativas em países europeus: Espanha, Itália e Polônia.....	45
3.4.1 Espanha: Universidade Autônoma de Madri.....	46
3.4.2 Itália: Seção de Gestão de e-Business (eBMS) da Scuola Superiore ISUFI..	48
3.4.3 Polônia: Universidade de Economia de Poznań.....	50
3.5 Escolha da abordagem metodológica para laboratórios de diagnóstico e ensaios de equipamentos elétricos.....	51
4. Modelo conceitual para mensuração e avaliação de ativos intangíveis de laboratórios de diagnóstico e ensaios de equipamentos elétricos.....	53
4.1 Visão geral do modelo.....	53
4.2 Visão detalhada do modelo.....	55
4.2.1 Etapa 1: Definição da missão institucional, visão de futuro e objetivos estratégicos do Laboratório.....	55
4.2.2 Etapa 2: Definição dos objetivos do conhecimento do Laboratório.....	56
4.2.3 Etapa 3: Mapeamento dos processos-chave do Laboratório.....	57
4.2.4 Etapa 4: Construção coletiva do mapa do conhecimento do Laboratório e proposição de indicadores de capital intelectual.....	58
4.2.5 Etapa 5: Proposição de indicadores de resultado e de impacto das atividades do Laboratório.....	61

4.2.6 Etapa 6: Validação dos indicadores propostos com emprego de métodos fuzzy multicritério de apoio à decisão.....	62
4.2.7 Etapa 7: Elaboração das identidades dos indicadores validados e respectivas métricas.....	70
4.3 Características e diferenciais do modelo conceitual proposto.....	71
5. Demonstração da aplicabilidade do modelo no âmbito do Laboratório de Diagnóstico em Equipamentos e Instalações Elétricas do Centro de Pesquisas de Energia Elétrica.....	73
5.1 Definição das questões norteadoras e proposições do estudo empírico.....	73
5.2 Delimitação e caracterização da unidade de análise e seu contexto organizacional.....	74
5.2.1 Unidade de análise: mensuração e avaliação dos ativos intangíveis do Labdig.....	74
5.2.2 Contexto organizacional: Cepel e Labdig.....	74
5.3 Coleta e formatação de dados.....	78
5.4 Aplicação do modelo conceitual ao Labdig.....	80
5.4.1 Etapa 1: Definição da missão institucional, visão de futuro e objetivos estratégicos do Labdig.....	80
5.4.2 Etapa 2: Definição dos objetivos do conhecimento do Labdig.....	81
5.4.3 Etapa 3: Mapeamento dos processos-chave do Labdig.....	82
5.4.4 Etapa 4: Construção coletiva do mapa do conhecimento do Labdig e proposição de indicadores de capital intelectual.....	87
5.4.5 Etapa 5: Proposição de indicadores de resultado e de impacto das atividades do Labdig.....	92
5.4.6 Etapa 6: Validação dos indicadores propostos com emprego de métodos fuzzy multicritério de apoio à decisão.....	97
5.4.7 Etapa 7: Elaboração das identidades dos indicadores validados e respectivas métricas.....	125
5.5 Discussão dos resultados segundo uma perspectiva sistêmica da mensuração e avaliação dos ativos intangíveis.....	127
6. Conclusões	133
Referências bibliográficas.....	136

Lista de Figuras

Figura 1.1 – Desenho da pesquisa, seus componentes e métodos.....	21
Figura 1.2 – Mapa conceitual da pesquisa.....	24
Figura 3.1 – Modelo ARCS para mensuração e relato do capital intelectual de ICTs.....	37
Figura 3.2 – Modelo para mensuração e relato do capital intelectual para universidades austríacas.....	41
Figura 3.3 – Modelo para gerenciamento do capital intelectual nas Universidades e CPPs da Espanha.....	47
Figura 3.4 – Modelo para mensuração e avaliação do capital intelectual de instituições de educação e investigação na Itália.....	48
Figura 4.1 – Componentes do modelo austríaco ARCS para mensuração e avaliação do capital intelectual de instituições de C&T, adaptado para o contexto dos laboratórios de diagnóstico e ensaios de equipamentos elétricos.....	54
Figura 4.2 – Modelo conceitual para mensuração e avaliação de ativos intangíveis de laboratórios de diagnóstico e ensaios de equipamentos elétricos.....	55
Figura 4.3 – Escala TRL para a classificação de um conhecimento ou tecnologia adotada ou em desenvolvimento pelo Laboratório.....	59
Figura 4.4 – Estrutura hierárquica de decisão para validação dos indicadores propostos para mensuração e avaliação dos ativos intangíveis do Laboratório.....	63
Figura 5.1 – Laboratório de Diagnóstico em Equipamentos e Instalações Elétricas do Cepel.....	75
Figura 5.2 – Fluxograma do processo-chave “Projetos de P&D interno”	82
Figura 5.3 – Fluxograma do processo-chave “Projetos de P&D em cooperação”	84
Figura 5.4 – Fluxograma do processo-chave “Serviços tecnológicos”	85
Figura 5.5 – Fluxograma do processo-chave “Capacitação externa”	87
Figura 5.6 – Mapa do conhecimento do Labdig.....	88
Figura 5.7 – Estrutura hierárquica de decisão para validação dos indicadores propostos para mensuração e avaliação dos ativos intangíveis do Labdig.....	98

Lista de Quadros

Quadro 2.1 – Definições de capital intelectual e ativos intangíveis em trabalhos seminais sobre o tema.....	27
Quadro 2.2 – Descrição dos métodos da abordagem Market Capitalization Methods (MCM).....	30
Quadro 2.3 – Descrição dos métodos da abordagem <i>Return on Assets Methods</i> (ROAM).....	30
Quadro 2.4 – Descrição dos métodos da abordagem <i>Direct IC Methods</i> (DICM).....	32
Quadro 2.5 – Descrição dos métodos da abordagem <i>Scorecard Methods</i> (SCM).....	33
Quadro 3.1 – Matriz estratégica de capital intelectual proposta pelo Projeto OEU.....	44
Quadro 4.1 – Conceitos básicos de direcionadores estratégicos.....	56
Quadro 4.2 – Mapeamento de um processo-chave genérico do Laboratório, na perspectiva da mensuração e avaliação de seus ativos intangíveis.....	58
Quadro 4.3 – Definições de capital intelectual (CI) a serem adotadas na aplicação do modelo pelo Laboratório.....	60
Quadro 4.4 – Proposição de critérios para validação dos indicadores.....	63
Quadro 4.5 – Termos linguísticos e correspondentes números <i>fuzzy</i> triangulares para comparação pareada dos critérios de decisão.....	64
Quadro 4.6 – Termos linguísticos e correspondentes números <i>fuzzy</i> triangulares para avaliação quantitativa dos indicadores pelo método <i>fuzzy</i> TOPSIS.....	67
Quadro 4.7 – Metamodelo para especificação da identidade dos indicadores validados e respectivas métricas.....	70
Quadro 5.1 – Composição detalhada do quadro técnico do Labdig/Cepel.....	77
Quadro 5.2 – Agendas das reuniões Labdig/Cepel/PUC-Rio.....	78
Quadro 5.3 – Mapeamento do processo-chave “Projetos de P&D interno”	83
Quadro 5.4 – Mapeamento do processo-chave “Projetos de P&D em cooperação”	84
Quadro 5.5 – Mapeamento do processo-chave “Serviços tecnológicos”	85
Quadro 5.6 – Mapeamento do processo-chave “Capacitação externa”	87
Quadro 5.7 – Proposição de indicadores para mensuração e avaliação do capital humano do Labdig.....	90
Quadro 5.8 – Proposição de indicadores para mensuração e avaliação do capital estrutural do Labdig.....	91
Quadro 5.9 – Proposição de indicadores para mensuração e avaliação do capital relacional do Labdig.....	92

Quadro 5.10 –	Proposição de indicadores para mensuração e avaliação do avanço do conhecimento do Labdig.....	93
Quadro 5.11 –	Proposição de indicadores para mensuração e avaliação dos benefícios econômicos potenciais das atividades do Labdig.....	95
Quadro 5.12 –	Proposição de indicadores para mensuração e avaliação dos resultados e impactos para as empresas Eletrobras e do setor elétrico.....	96
Quadro 5.13 –	Proposição de indicadores para mensuração e avaliação dos resultados da cooperação com outros laboratórios do Cepel, da Relase e outras ICTs.....	96
Quadro 5.14 –	Proposição de indicadores para mensuração e avaliação dos resultados socioambientais das atividades do Labdig.....	97
Quadro 5.15 –	Identidade do indicador ICH2 – Número de efetivos com título de doutor.....	125
Quadro 5.16 –	Identidade do indicador IAC7 - Taxa de evolução do número de publicações em eventos científicos.....	126
Quadro 5.17 –	Indicadores de maior e de menor pontuação nas dimensões de mensuração e avaliação do capital intelectual do Labdig.....	128
Quadro 5.18 –	Indicadores de maior e de menor pontuação nas dimensões de mensuração e avaliação dos resultados/impactos da atuação do Labdig.....	130

Lista de Tabelas

Tabela 4.1 – Índice de consistência aleatória (IR).....	66
Tabela 5.1 – Comparações pareadas dos critérios de decisão.....	99
Tabela 5.2 – Pesos dos critérios e razões de consistência (RC) das matrizes com os julgamentos dos especialistas (R1 a R6)	99
Tabela 5.3 – Matriz de comparação pareada dos critérios de decisão com números <i>fuzzy</i> triangulares.....	100
Tabela 5.4 – Médias geométricas dos valores <i>fuzzy</i> das comparações pareadas (r_i) e pesos <i>fuzzy</i> atribuídos aos critérios de decisão (w_i).....	100
Tabela 5.5 – Pesos médios (M_i) e normalizados (N_i) atribuídos aos critérios de decisão.....	101
Tabela 5.6 – Matriz de decisão \tilde{D} dos indicadores de capital humano do Labdig, avaliados à luz dos critérios C1 a C5.....	102
Tabela 5.7 – Matriz de decisão \tilde{V} normalizada dos indicadores de capital humano do Labdig.....	103
Tabela 5.8 – Matriz de decisão \tilde{V} normalizada e ponderada dos indicadores de capital humano do Labdig.....	104
Tabela 5.9 – Matrizes de distâncias do grau de alinhamento dos indicadores de capital humano do Labdig aos critérios de decisão.....	105
Tabela 5.10 – Hierarquização dos indicadores de capital humano do Labdig pelo coeficiente de proximidade (CC_i).....	106
Tabela 5.11 – Matriz de decisão \tilde{D} dos indicadores de capital estrutural do Labdig avaliados à luz dos critérios de decisão.....	106
Tabela 5.12 – Matriz de decisão \tilde{V} normalizada dos indicadores de capital estrutural do Labdig.....	107
Tabela 5.13 – Matriz de decisão \tilde{V} normalizada e ponderada dos indicadores de capital estrutural do Labdig.....	107
Tabela 5.14 – Matrizes de distâncias do grau de alinhamento dos indicadores de capital estrutural do Labdig em relação aos critérios de decisão.....	108
Tabela 5.15 – Hierarquização dos indicadores de capital estrutural do Labdig pelo coeficiente de proximidade (CC_i).....	108
Tabela 5.16 – Matriz de decisão \tilde{D} dos indicadores de capital relacional do Labdig avaliados à luz dos critérios de decisão.....	109
Tabela 5.17 – Matriz de decisão \tilde{V} normalizada referente aos indicadores de capital relacional do Labdig.....	110
Tabela 5.18 – Matriz de decisão \tilde{V} normalizada e ponderada referente aos indicadores de capital relacional do Labdig.....	110
Tabela 5.19 – Matrizes de distâncias do grau de alinhamento dos indicadores de capital relacional do Labdig aos critérios de decisão.....	111
Tabela 5.20 – Hierarquização dos indicadores de capital relacional do Labdig pelo coeficiente de proximidade (CC_i).....	111

Tabela 5.21 – Matriz de decisão \tilde{D} dos indicadores referentes aos benefícios econômicos potenciais da atuação do Labdig avaliados à luz dos critérios de decisão.....	112
Tabela 5.22 – Matriz de decisão \tilde{V} normalizada referente aos indicadores de benefícios econômicos potenciais da atuação do Labdig.....	113
Tabela 5.23 – Matriz de decisão \tilde{V} normalizada e ponderada referente aos indicadores de benefícios econômicos potenciais da atuação do Labdig.....	113
Tabela 5.24 – Matrizes de distâncias do grau de alinhamento dos indicadores de benefícios econômicos potenciais da atuação do Labdig em relação aos critérios de decisão	114
Tabela 5.25 – - Hierarquização dos indicadores dos indicadores de benefícios econômicos potenciais da atuação do Labdig pelo coeficiente de proximidade (CCi).....	114
Tabela 5.26 – Matriz de decisão \tilde{D} dos indicadores associados ao avanço do conhecimento do Labdig avaliados à luz dos critérios de decisão C1 a C5.....	115
Tabela 5.27 – Matriz de decisão \tilde{V} normalizada dos indicadores associados ao avanço do conhecimento do Labdig.....	116
Tabela 5.28 – Matriz de decisão \tilde{V} normalizada e ponderada dos indicadores associados ao avanço do conhecimento do Labdig.....	116
Tabela 5.29 – Matrizes de distâncias do grau de alinhamento dos indicadores associados ao avanço do conhecimento do Labdig em relação aos critérios de decisão.....	117
Tabela 5.30 – Hierarquização dos indicadores dos indicadores associados ao avanço do conhecimento do Labdig pelo coeficiente de proximidade (CCi).....	117
Tabela 5.31 – Matriz de decisão \tilde{D} dos indicadores de resultados e impactos das atividades do Labdig para Empresas Eletrobras e do setor elétrico.....	118
Tabela 5.32 – Matriz de decisão \tilde{V} normalizada referente aos indicadores de resultados e impactos das atividades do Labdig para Empresas Eletrobras e do setor elétrico.....	119
Tabela 5.33 – Matriz de decisão \tilde{V} normalizada e ponderada referente aos indicadores de resultados e impactos das atividades do Labdig para Empresas Eletrobras e do setor elétrico.....	119
Tabela 5.34 – Matrizes de distâncias do grau de alinhamento dos IEM em relação a cada critério, distância total (D_i^+) entre as alternativas e FPIS e distância total (D_i^-) entre as alternativas e FNIS.....	120
Tabela 5.35 – Hierarquização dos indicadores de resultados e impactos das atividades do Labdig para Empresas Eletrobras e do setor elétrico pelo coeficiente de proximidade (CCi).....	120
Tabela 5.36 – Matriz de decisão \tilde{D} dos indicadores de resultado da cooperação do Labdig com Laboratórios do Cepel, da Relase e outras ICTs	121
Tabela 5.37 – Matriz de decisão \tilde{V} normalizada referente aos indicadores de resultado da cooperação do Labdig com Laboratórios do Cepel, da Relase e outras ICTs.....	121
Tabela 5.38 – Matriz de decisão \tilde{V} normalizada e ponderada referente aos indicadores de resultado da cooperação do Labdig com Laboratórios do Cepel, da Relase e outras ICTs.....	122

Tabela 5.39 –	Matrizes de distâncias do grau de alinhamento dos ICO em relação a cada critério, distância total (D_i^+) entre as alternativas e FPIS e distância total (D_i^-) entre as alternativas e FNIS.....	122
Tabela 5.40 –	Hierarquização pelo coeficiente de proximidade (CCi) dos indicadores de resultado da cooperação do Labdig com Laboratórios do Cepel, da Relase e outras ICTs.....	122
Tabela 5.41 –	Matriz de decisão \tilde{D} dos indicadores referentes aos resultados socioambientais da atuação do Labdig.....	123
Tabela 5.42–	Matriz de decisão \tilde{V} normalizada referente aos indicadores de resultados socioambientais da atuação do Labdig.....	123
Tabela 5.43 –	Matriz de decisão \tilde{V} normalizada e ponderada referente aos indicadores de resultados socioambientais da atuação do Labdig	124
Tabela 5.44 –	Matrizes de distâncias do grau de alinhamento dos ISA em relação a cada critério, distância total (D_i^+) entre as alternativas e FPIS e distância total (D_i^-) entre as alternativas e FNIS.....	124
Tabela 5.45 –	Hierarquização pelo coeficiente de proximidade (CCi) dos indicadores referentes aos resultados socioambientais da atuação do Labdig.....	124

Abreviaturas

AGD – Análise de gases dissolvidos em óleo mineral isolante (OMI)
AHP – *Analytic Hierarchy Process*
ARCS – *Austrian Research Centers Seibersdorf*
CDF – Caracterização no domínio da frequência
CE – Capital estrutural
Cepel – Centro de Pesquisas de Energia Elétrica
CH – Capital humano
CI – Capital intelectual
Cigré – *Conseil International des Grands Réseaux Électriques*
CR – Capital relacional
CTT – Caracterização de transitórios de tensão
DIC – *Direct IC Methods*
DP – Descargas Parciais
EA – Emissão Acústica
Eletrobras – Centrais Elétricas Brasileiras S.A.
END – Ensaio não destrutivo
EQ – Ensaio químico
ICT – Instituição de Ciência e Tecnologia
Labdig – Laboratório de Diagnóstico em Equipamentos e Instalações Elétricas
MC – *Market Capitalization Methods*
MCDM – *Multi-criteria decision-making methods*
OCDE – Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico
PD&I – Pesquisa, desenvolvimento e inovação
PDC – Avaliação de umidade no isolante sólido por corrente de polarização/despolarização
PUC-Rio – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro
Relase – Rede de Laboratórios das Empresas Eletrobras
ROA – *Return on Assets Methods*
SC – *Scorecard Methods*
TG – Termografia
TOPSIS – *The Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution*
TRL – *Technology Readiness Level*
UNISE – Universidade Corporativa das Empresas Eletrobras

1

Introdução

Com a oferta crescente de produtos e serviços baseados no conhecimento, abriu-se um importante debate sobre como a contabilidade tradicional deveria reconhecer e mensurar os ativos baseados no conhecimento, os chamados ativos intangíveis.

Os estudiosos do tema ‘mensuração e avaliação de ativos intangíveis’ chegaram a um consenso de que hoje os demonstrativos contábeis não são capazes de evidenciar o valor dos ativos intangíveis de uma organização, visto que a maioria desses ativos não são contabilizáveis conforme os padrões contábeis internacionalmente aceitos. Isso porque as informações fornecidas pelas demonstrações financeiras tradicionais representam apenas uma parte do valor da organização. Para preencher esta lacuna, constataram a necessidade do relato do valor dos ativos intangíveis por meio de relatórios do capital intelectual, que complementariam as demonstrações financeiras.

Em linhas gerais, o termo capital intelectual tem sido empregado para se referir ao conjunto de todos os ativos intangíveis de uma organização, sejam contabilizáveis ou não. Para fins da presente pesquisa, os ativos intangíveis são representados pelos recursos e atividades intangíveis com potencial de criação de valor para a organização e seus *stakeholders*.

Partindo-se do pressuposto de que os ativos intangíveis são estratégicos para o desempenho global e posicionamento competitivo das organizações, tornam-se imprescindíveis a mensuração e avaliação desses ativos para que eles possam ser gerenciados e capitalizados, visando à geração de benefícios para as organizações e seus *stakeholders*.

Nesta perspectiva, diversos modelos de mensuração e avaliação de ativos intangíveis foram propostos nas últimas décadas e vêm sendo adotados pelos gestores das organizações nos mais diversos setores da economia. A título de ilustração, citam-se: *Balanced Scorecard* (Kaplan, 2004); *Skandia Navigator*

(Edvinsson e Malone, 1997; 1998); *Intangible Asset Monitor* (Sveiby, 1997); e *Value Added Intellectual Coefficient* (Pulic, 1998; 2000).

Focalizando-se mais especificamente o universo das instituições de Ciência e Tecnologia (ICTs), observa-se um crescente número de artigos que vêm sendo publicados sobre mensuração e avaliação de ativos intangíveis em tais instituições. Países europeus, como Áustria, Espanha, Itália, Romênia, Polônia, Grécia, Lituânia e Letônia, e outros países, como Taiwan, Colômbia e Brasil, apresentaram propostas de modelos, que vêm sendo adotados para mensuração e relato do capital intelectual em diversas ICTs desses países (Cricelli *et al.*, 2018; Leitner *et al.*, 2014; Ramírez Córcoles, 2013; Gonzalez-Loureiro e Teixeira, 2012; Margherita, Elia e Passiante, 2010; Lee, 2010; Dumitru e Dumitru, 2009; Sánchez *et al.*, 2009; Leitner, 2005; Leitner, 2004; Leitner e Warden, 2003; e Koch, Leitner e Bornemann, 2000; Peroba, 2013).

A Áustria foi o país pioneiro na adoção de um modelo de mensuração e avaliação do capital intelectual em uma de suas ICTs – *The Austrian Research Centers Seibersdorf* (ARCS) (Koch, Leitner e Bornemann, 2000; Leitner e Warden, 2003; Leitner, 2005).

Em função dos resultados positivos dessa iniciativa no final da década de 90 e o reconhecimento da importância dos relatórios anuais do capital intelectual das ICTs neste país, desde 2002 as universidades austríacas vêm sendo obrigadas por lei a elaborar seus demonstrativos de capital intelectual anualmente (Leitner *et al.*, 2014).

A revisão bibliográfica e a análise documental conduzidas sob a perspectiva do tema central desta dissertação – mensuração e avaliação de ativos intangíveis em ICTs em geral e, em particular, em laboratórios de diagnóstico e ensaios de equipamentos elétricos – confirmaram a oportunidade de se desenvolver um modelo para a realidade e contexto organizacional desses laboratórios no Brasil, com base nos modelos adotados com sucesso em iniciativas descritas no capítulo 3 desta dissertação.

Considerando-se o interesse demonstrado pelo Centro de Pesquisas de Energia (Cepel) em relação ao desenvolvimento de um modelo para mensuração e avaliação dos ativos intangíveis de seus laboratórios, a pesquisa buscou contribuir para o aprimoramento da gestão de ativos intangíveis dos laboratórios de

diagnóstico e ensaios de equipamentos elétricos, particularmente os que integram a Rede de Laboratórios das Empresas Eletrobras (Relase). Esse propósito alinha-se a um dos objetivos definidos no Plano Estratégico do Sistema Eletrobras, qual seja a mensuração e avaliação dos ativos tangíveis e intangíveis para geração de valor para as empresas que integram o Sistema Eletrobras.

Historicamente, os laboratórios da Relase são prestadores de serviços tecnológicos (ensaios, diagnósticos e calibração), tanto para as próprias empresas do Sistema, quanto para terceiros. A formação dessa Rede foi de grande importância para a integração e o desenvolvimento das empresas Eletrobras, sendo hoje a maior rede de tecnologia do setor elétrico da América Latina, em se considerando a quantidade de laboratórios e centros de tecnologia que a integram, além do conjunto de competências disponíveis e da abrangência geográfica.

Foram identificados, mapeados e caracterizados 98 laboratórios, sendo 16 destes acreditados para serviços de calibração. A Relase tem sido a rede de tecnologia preferencial, não exclusiva, para a operacionalização dos projetos de PD&I no âmbito das empresas que compõem o Sistema Eletrobras.

Somente conhecendo bem a infraestrutura laboratorial, os ativos intangíveis e as potencialidades e carências desses laboratórios, será possível traçar um plano de otimização, integração e potencialização das unidades da Relase. Assim, espera-se que os resultados da presente pesquisa possam contribuir para mensurar os resultados e benefícios gerados pelo gerenciamento efetivo dos ativos intangíveis dos laboratórios da Relase para as empresas Eletrobras e do setor elétrico.

Esta dissertação insere-se na linha de pesquisa “Gestão Estratégica da Inovação e Sustentabilidade” do Programa de Pós-graduação em Metrologia (PósMQI) da Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-Rio).

1.1.

Definição do problema de pesquisa

Considerando-se que:

- (i) os ativos intangíveis são estratégicos para o desempenho global e posicionamento competitivo das organizações e que a mensuração e avaliação desses ativos são fundamentais para que possam ser efetivamente gerenciados e capitalizados;
- (ii) a mensuração e a avaliação dos ativos intangíveis do Cepel são

consideradas de relevância estratégica pelo valor criado por esses ativos para as empresas do Sistema Eletrobras e todos seus *stakeholders* e para a captura de valor pelos Laboratórios que integram a Relase;

- (iii) os laboratórios do Cepel e demais unidades da Rede de Laboratórios das Empresas Eletrobras (Relase) poderão aprimorar a mensuração e avaliação de seus ativos intangíveis, visando o seu efetivo gerenciamento e criação de valor para as partes interessadas em sua atuação; e
- (iv) existem lacunas identificadas na literatura referentes ao tema central desta pesquisa, ou seja, modelos de mensuração e avaliação de ativos intangíveis e capital intelectual endereçados a laboratórios de diagnóstico e ensaios de equipamentos elétricos;

Enunciam-se as seguintes questões norteadoras a serem respondidas ao longo da pesquisa:

- (i) “Como mensurar e avaliar os ativos intangíveis de laboratórios de ensaios de equipamentos elétricos, na perspectiva de demonstrar a criação de valor para essas instituições e suas partes interessadas?”
- (ii) “Como identificar, propor e validar indicadores e métricas para integrar uma sistemática de monitoramento e avaliação do capital intelectual desses laboratórios?”

1.2.

Objetivos: geral e específicos

Buscando-se responder as questões norteadoras acima enunciadas, o objetivo geral da dissertação é desenvolver uma metodologia para mensurar e avaliar os ativos intangíveis de laboratórios de ensaios de equipamentos elétricos, na perspectiva de demonstrar a criação de valor para essas instituições e suas partes interessadas. Para tanto, será proposto um modelo personalizado para laboratórios de ensaios de equipamentos elétricos, com base na avaliação de modelos e iniciativas adotadas com sucesso por instituições de Ciência e Tecnologia de diversos países europeus, especialmente da Áustria. Em termos específicos, a dissertação buscou:

- Identificar as contribuições do referencial teórico sobre gestão de ativos intangíveis e modelos de mensuração e avaliação do capital intelectual de organizações em geral;
- Identificar e analisar as principais iniciativas no mundo que buscaram

mensurar e avaliar o capital intelectual de instituições de Ciência e Tecnologia, tendo em vista a escolha da abordagem metodológica mais alinhada ao propósito da modelagem pretendida;

- Definir a estrutura de um modelo de mensuração e avaliação dos ativos intangíveis para laboratórios de ensaios de equipamentos elétricos, bem como os métodos a serem adotados na aplicação do modelo por esses laboratórios;
- Demonstrar empiricamente a aplicabilidade do modelo proposto no contexto de um dos laboratórios da Rede de Laboratórios das Empresas Eletrobras (Relase) – o Laboratório de Diagnóstico em Equipamentos e Instalações Elétricas (Labdig) do Cepel.

1.3. Metodologia

De acordo com a taxonomia proposta por Vergara (2002), a pesquisa pode ser considerada descritiva, metodológica e aplicada (quanto aos fins).

A figura 1.1 apresenta o desenho da pesquisa, destacando seus componentes e métodos, de acordo com três fases principais: (i) exploratória e descritiva; (ii) pesquisa aplicada; e (iii) conclusiva. Quanto aos meios de investigação, a metodologia compreende:

- Pesquisa bibliográfica e documental sobre os temas centrais da pesquisa, como indicado na fase exploratória e descritiva da figura 1.1;
- Análise comparada das abordagens metodológicas voltadas para a mensuração e avaliação de ativos intangíveis e capital intelectual nas organizações em geral;
- Descrição e comparação das principais iniciativas de mensuração e avaliação do capital intelectual em Instituições de Ciência e Tecnologia (ICTs), visando identificar os métodos adotados pelos gestores dessas iniciativas;
- Desenvolvimento de um modelo conceitual para mensuração e avaliação do capital intelectual de laboratórios de ensaios de equipamentos elétricos;
- Desenvolvimento de um estudo empírico no âmbito do Laboratório de Diagnóstico em Equipamentos e Instalações Elétricas (Labdig) do Cepel para demonstração da aplicabilidade do modelo e futura replicação nos demais laboratórios da Relase.

Detalham-se, a seguir, o desenvolvimento das três fases e os resultados esperados em cada bloco da figura 1.1.

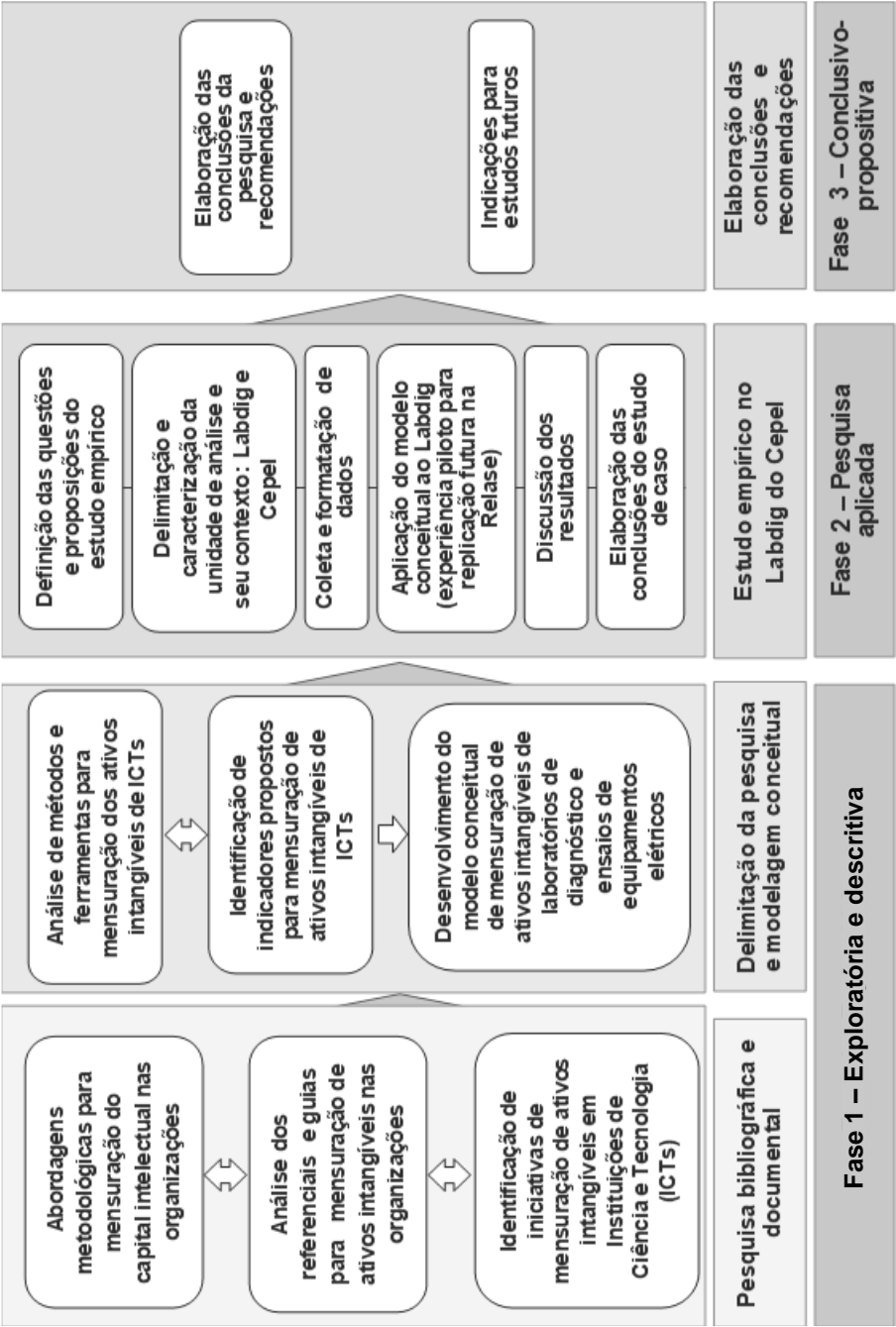


Figura 1.1 – Desenho da pesquisa, seus componentes e métodos

1.3.1. Fase exploratória e descritiva

Esta fase foi iniciada com pesquisa bibliográfica e documental, com o objetivo de levantar trabalhos conceituais e documentos de referência para delimitação do tema central da pesquisa – ‘mensuração e avaliação de ativos intangíveis e geração de valor para as organizações’. Na sequência, aprofundou-se a revisão bibliográfica, buscando-se analisar comparativamente os escopos e métodos adotados nas iniciativas de mensuração e avaliação do capital intelectual de Instituições de Ciência e Tecnologia (ICTs), dado que a pesquisa focaliza a mensuração e avaliação dos ativos intangíveis de laboratórios de diagnóstico e ensaios de equipamentos elétricos.

Identificaram-se diversas iniciativas voltadas para a mensuração e avaliação do capital intelectual de ICTs, porém nenhum deles considerou as especificidades dos processos e atividades de laboratórios de ensaios de equipamentos elétricos ou congêneres. A ênfase dos trabalhos anteriores recaiu sobre iniciativas de mensuração e avaliação do capital intelectual de universidades de países europeus (Áustria, Espanha, Itália, Polônia, Romênia e Reino Unido, dentre outros) e de países de outros continentes (Taiwan, Colômbia e Brasil). Além disso, não foi possível identificar os métodos adotados para a seleção e validação dos indicadores e métricas¹ do capital intelectual das instituições alvo desses trabalhos. Confirmou-se, portanto, a inexistência de estudos acadêmicos tendo como foco o tema ‘mensuração e avaliação de ativos intangíveis e geração de valor de laboratórios de ensaios de equipamentos elétricos ou congêneres’.

A pesquisa documental cobriu referenciais e guias para relato e divulgação do capital intelectual de organizações em geral e de ICTs em particular, como por exemplo o documento "*Guidelines for the Management and Disclosure of Information on Intangibles (CI Report)*", conjunto de diretrizes definidas no âmbito do Projeto Meritum, da Comunidade Europeia (Meritum Project, 2002).

A partir dos resultados da pesquisa bibliográfica e documental, partiu-se para a etapa de modelagem conceitual, que compreendeu a adaptação do modelo

¹ Indicador é uma representação de forma simples ou intuitiva de uma métrica ou medida para facilitar sua interpretação quando comparada a uma referência ou alvo.

pioneiro ARCS², desenvolvido na Áustria (Koch, Leitner e Bornemann, 2000; Leitner e Warden, 2003; Leitner, 2005) e a combinação da lógica *fuzzy* e métodos multicritério de apoio à decisão para validação de indicadores e métricas propostos para integrar uma sistemática de avaliação e demonstração do capital intelectual de laboratórios de ensaios de equipamentos elétricos ou congêneres. Ao integrar a lógica *fuzzy* ao modelo, consideraram-se a subjetividade, complexidade e incerteza inerentes a esse tipo de avaliação.

Apresenta-se na figura 1.2, a seguir, uma visão geral e esquemática dos resultados desta primeira fase, no formato de um mapa conceitual da pesquisa.

1.3.2. Fase de pesquisa aplicada

Com o objetivo de demonstrar a aplicabilidade do modelo conceitual proposto na fase anterior, desenvolveu-se um estudo empírico no contexto organizacional do Laboratório de Diagnóstico em Equipamentos e Instalações Elétricas (Labdig), do Cepel. Este estudo constituiu-se, de fato, em uma experiência piloto, para futura replicação nos demais laboratórios da Rede de Laboratórios das Empresas Eletrobras (Relase).

O estudo seguiu a sequência de etapas do modelo conceitual, a saber: (i) definição da missão institucional, visão de futuro e objetivos estratégicos do laboratório em foco; (ii) definição dos objetivos do conhecimento do laboratório; (iii) construção do mapa do conhecimento do laboratório e proposição de indicadores de capital intelectual; (iv) mapeamento dos processos-chave do laboratório; (v) proposição de indicadores de resultado e de impacto; (vi) validação dos indicadores propostos com emprego de métodos *fuzzy* multicritério de apoio à decisão; (vii) elaboração das identidades dos indicadores validados e respectivas métricas.

1.3.3. Fase conclusivo-propositiva

Na terceira fase, elaboraram-se a conclusão geral e as específicas em relação às questões da presente pesquisa. Formulou-se ainda um conjunto de sugestões de temas de estudos acadêmicos futuros, como desdobramentos desta pesquisa.

² ARCS - Austrian Research Centers Seibersdorf.

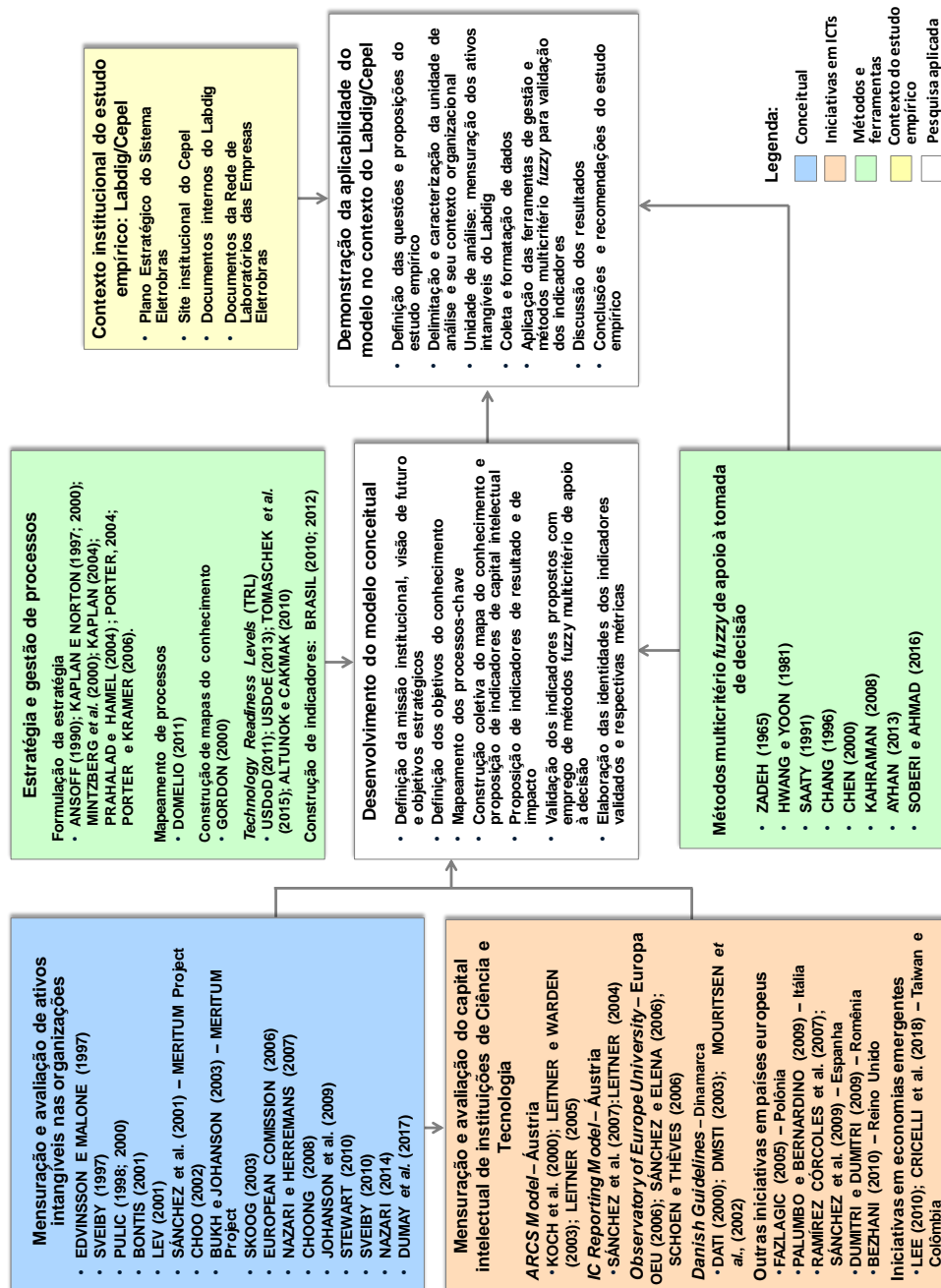


Figura 1.2 – Mapa conceitual da pesquisa,

1.4.

Estrutura da dissertação

A dissertação encontra-se estruturada em seis capítulos, incluindo esta introdução.

No capítulo 2, apresentam-se os conceitos básicos referentes à gestão de ativos intangíveis e do capital intelectual nas organizações, para em seguida apresentar-se um quadro geral com as principais abordagens metodológicas criadas para a mensuração e avaliação dos ativos intangíveis de uma organização. Ao final, destacam-se os principais benefícios e barreiras da mensuração e avaliação de ativos intangíveis nas organizações em geral.

No capítulo 3, descrevem-se e analisam-se as principais iniciativas de mensuração e avaliação do capital intelectual em instituições de Ciência e Tecnologia (ICTs) em diversos países europeus, a partir dos resultados da revisão bibliográfica sobre iniciativas e experiências de ICTs no mundo, cobrindo o período de 2000 a 2017.

No capítulo 4, propõe-se um modelo conceitual para mensuração e avaliação de ativos intangíveis de laboratórios de diagnóstico e ensaios de equipamentos elétricos, ressaltando-se os diferenciais deste modelo em relação às práticas atuais. O modelo compreende sete etapas e foi desenvolvido para ser aplicado em um dos Laboratórios do Centro de Pesquisas de Energia Elétrica (Cepel) como uma experiência piloto, para ser posteriormente replicado nos demais Laboratórios da Rede de Laboratórios do Sistema Eletrobrás.

No capítulo 5, apresentam-se e discutem-se os resultados do estudo empírico no âmbito do Laboratório de Diagnóstico em Equipamentos e Instalações Elétricas (Labdig) do Cepel, que permitiram demonstrar a aplicabilidade do modelo conceitual proposto no capítulo anterior. O desenvolvimento deste estudo teve como resultado final um conjunto de indicadores e métricas, que poderão integrar uma sistemática de monitoramento e avaliação do capital intelectual do Labdig e demais laboratórios da Relase, a exemplo das iniciativas bem-sucedidas reportadas no capítulo 3.

Finalmente, no capítulo 6, formulam-se as conclusões da pesquisa e endereçam-se propostas para estudos futuros, como desdobramentos naturais e aprofundamento de aspectos relevantes que emergiram desta dissertação.

2

Mensuração e avaliação de ativos intangíveis nas organizações: conceitos e abordagens metodológicas

Inicialmente, apresentam-se os conceitos básicos referentes à gestão de ativos intangíveis nas organizações, para em seguida apresentar-se um quadro geral com as principais abordagens metodológicas criadas para a mensuração e avaliação dos ativos intangíveis de uma organização. Ao final, destacam-se os principais benefícios e barreiras da mensuração e avaliação de ativos intangíveis e capital intelectual nas organizações em geral.

2.1.

Ativos intangíveis e capital intelectual: conceitos básicos

Antes de se apresentar as principais abordagens metodológicas que vêm sendo adotadas para a mensuração e avaliação dos ativos intangíveis das organizações, torna-se necessário discutir a conceituação de ativos intangíveis e capital intelectual, face à ampla gama de definições em torno desses construtos (Stewart, 1997; Sveiby, 1997; Edvinsson e Malone, 1997; 1998; Lev, 1997; 2001; Sánchez *et al.*, 2001; MERITUM Project, 2002; e Choong, 2008).

Stewart (1997) define capital intelectual como o valor criado pelo uso dos recursos de conhecimento da organização.

Sveiby (1997) classifica o capital intelectual em três categorias ou dimensões, a saber: (i) competência dos colaboradores; (ii) estrutura interna; e (iii) estrutura externa.

Edvinsson e Malone (1997; 1998) tratam ativos intangíveis e capital intelectual como sinônimos e definem capital intelectual como sendo um capital não financeiro que representa a lacuna oculta entre o valor de mercado da organização e o seu valor contábil.

De acordo com as diretrizes elaboradas por acadêmicos de universidades europeias no âmbito do MERITUM Project (2002), os termos ativos intangíveis e capital intelectual são sinônimos e incluem o capital humano, o estrutural e o

relacional, como categorias do capital intelectual, que correspondem àquelas concebidas por Sveiby (1997).

Devido ao alto grau de subjetividade e complexidade que envolve o tema, pode-se afirmar que não há ainda hoje um consenso sobre os conceitos de capital intelectual e ativos intangíveis. Não obstante a existência de uma série de definições para ambos os construtos, apresentam-se no quadro 2.1 aquelas que convergem com a categorização proposta por Sveiby em 1997, oriundas de trabalhos seminais sobre o tema e que têm sido discutidas em trabalhos mais recentes de revisão bibliográfica sobre o tema (Dumai *et al.*, 2017; Nazari, 2014; Sveiby, 2010; e Choong, 2008).

Quadro 2.1 – Definições de capital intelectual e ativos intangíveis em trabalhos seminais sobre o tema

Autor(es)	Definição
Hall (1992)	Ativos intelectuais são direcionadores de valor que transformam recursos produtivos em ativos de maior valor agregado.
Klein e Prusak (1994)	Capital intelectual é o conhecimento que pode ser formalizado, capturado e alavancado para produzir um ativo de alto valor agregado
Sveiby (1997)	Capital intelectual compreende três categorias ou dimensões, a saber: (i) estrutura interna; (ii) estrutura externa; e (iii) competência dos empregados.
Edvinsson e Malone (1997; 1998)	Capital intelectual é uma fonte de ativos intangíveis que não aparecem no balanço patrimonial. É um capital não financeiro que representa a lacuna oculta entre o valor de mercado da organização e o seu valor contábil.
Roos <i>et al.</i> (1997)	Capital intelectual é a soma de conhecimento dos colaboradores de uma organização, podendo ser expresso por publicações, marcas e patentes.
Stewart (1999)	Capital intelectual congrega os ativos intelectuais – conhecimento, informação, propriedade intelectual, experiência – que podem ser colocados em uso pela organização para criação de valor.
Bontis (1998)	Capital intelectual é o conjunto de ativos intangíveis e seus fluxos.

Fonte: Elaboração própria, a partir de Dumai *et al.*, 2017; Nazari, 2014; Sveiby, 2010; Choong, 2008.

Como pode ser observado no quadro 2.1, o termo capital intelectual tem sido empregado para se referir ao conjunto de todos os ativos intangíveis de uma organização, sejam contabilizáveis ou não. Pelas definições, identifica-se ainda que os modelos adotados pela maioria dos autores apresentam uma tipologia fundamentada no capital humano, no capital estrutural e no capital relacional, com poucas variações entre eles.

Para fins da presente pesquisa, os ativos intangíveis são representados pelos recursos e atividades intangíveis com potencial de criação de valor para a organização e seus *stakeholders*.

Nas últimas duas décadas, diversos autores buscaram conceituar as três categorias de capital intelectual, como abordado a seguir:

- Capital humano é um dos elementos primários das funções do capital intelectual, representando o conhecimento no nível dos indivíduos (Sánchez *et al.*, 2009). Petty e Guthrie (2000) definem o capital humano como habilidade e competência, treinamento e educação, características de valor e experiência dos colaboradores de uma organização. No entanto, o capital humano não pode ser adquirido pela organização, tanto do ponto de vista técnico como legal (Stewart, 1998; Edvinsson e Malone, 1997, 1998).
- Capital estrutural é definido como o conhecimento que no fim do dia de trabalho permanece na organização, excluindo-se as edificações, utilidades e equipamentos (considerados como ativos tangíveis). Compreende a documentação, rotinas, procedimentos, sistemas de informação e cultura organizacional (Sánchez *et al.*, 2006). É o conhecimento incorporado à estrutura e aos processos organizacionais e que dá suporte aos colaboradores para atingir os objetivos corporativos (Petty e Guthrie, 2000);
- Capital relacional é definido como todos os recursos que têm, de alguma forma, relação com processos externos à organização. Esse capital tende a ser representado por dois tipos de relacionamento: (i) formais, normalmente acompanhados de procedimentos contratuais; e (ii) informais. Segundo Sánchez *et al.* (2006), o capital relacional em geral associa-se a fatores como marca, relacionamento com clientes e parceiros estratégicos, fornecedores, canais de distribuição, colaboradores externos, licenciamento de produtos, parceiros das atividades de P&D e relacionamentos institucionais com órgãos governamentais.

2.2.

Mensuração e avaliação de ativos intangíveis nas organizações: abordagens metodológicas

Em geral, quando as organizações decidem mensurar e avaliar seu capital intelectual, as iniciativas podem ser de naturezas distintas: (i) aquelas voltadas para a gestão interna dos ativos intangíveis; e (ii) aquelas voltadas para a divulgação externa, como os casos dos relatórios de capital intelectual (Leitner e Warden, 2003; e Sánchez *et al.*, 2009; Bezhani, 2010; European Commission, 2006).

Importantes contribuições para o desenvolvimento de abordagens metodológicas de mensuração e avaliação do capital intelectual continuam a surgir e são objetos de discussão em diversos trabalhos (Dumai *et al.*, 2017; Nazari, 2014; Sveiby, 2010; e Choong, 2008).

No entanto, todos os métodos descritos nesses trabalhos de revisão baseiam-se na classificação proposta por Sveiby, que sugere quatro categorias para classificar tais métodos, a saber:

- *Market Capitalization Methods* (MCM): calculam a diferença entre a capitalização de mercado da organização e seu patrimônio líquido como o valor do seu capital intelectual ou ativos intangíveis;
- *Return on Assets Methods* (ROAM): utilizam a relação entre as receitas e os valores dos ativos tangíveis;
- *Direct IC Methods* (DICM): estimam o valor dos ativos intangíveis pela identificação de seus diversos componentes. Uma vez que estes componentes são identificados, eles podem ser diretamente avaliados, individualmente ou como um coeficiente agregado;

Scorecard Methods (SCM): os diferentes componentes dos ativos intangíveis ou capital intelectual são identificados e os indicadores e índices são gerados e relatados em *scorecards* (Kaplan, 2004).

A seguir, sintetizam-se as abordagens metodológicas de mensuração e avaliação do capital intelectual, conforme as categorias acima.

2.2.1.

Market Capitalization Methods (MCM)

Os métodos de capitalização de mercado englobam alguns dos modelos mais antigos para a avaliação dos ativos intangíveis, como o Tobin's Q, que é datado de 1950. Via de regra, assume-se que os modelos relacionados a essa abordagem buscam encontrar o valor dos ativos intangíveis pela diferença do valor de mercado da organização e seu valor patrimonial ou contábil.

Segundo Kok (2007) e Choong (2008), essa é uma abordagem parcial por ser o valor dos ativos intangíveis exclusivamente monetário e não gerar informação sobre os elementos do capital intelectual, como definido na seção anterior.

O quadro 2.2 apresenta os principais métodos da abordagem '*Market Capitalization Methods*' (MCM).

Quadro 2.2 – Descrição dos métodos da abordagem *Market Capitalization Methods* (MCM)

Método	Autor(es)	Descrição
Tobin's q	Stewart (1997)	Mede a taxa de depreciação a ser utilizada para reconhecer a reposição do capital intelectual das organizações. O "q" é a relação entre o valor de mercado da empresa dividido pelo custo de reposição de seus ativos. Alterações em "q" fornecem uma figura para medir o desempenho efetivo ou não do capital Intelectual de uma organização.
<i>Investor Assigned Market Value - IAMVTM</i>	Standfield (1998)	Compara o verdadeiro valor de uma empresa como o seu valor de mercado em ações e divide-o em capital tangível + capital intelectual realizado + erosão do capital intelectual + vantagem competitiva sustentável.
<i>Market-to-Book Value</i>	Stewart (1997) e Luthy (1998)	O valor do capital intelectual é considerado como sendo a diferença entre o valor de mercado e o valor contábil da empresa.

Fonte: Elaboração própria a partir de Sveiby (2010); Choong (2008); e Kok (2007).

2.2.2.

Return on Assets Methods (ROAM)

A abordagem metodológica fundamentada no retorno dos ativos é muito utilizada por contadores e é semelhante à abordagem anterior (MCM), por ser também centrada em uma perspectiva monetária.

Conforme explica Sveiby (2010), os métodos baseados no retorno dos ativos relacionam receitas líquidas ou lucro das operações de uma organização com seus ativos tangíveis. O valor encontrado refere-se ao retorno gerado pelo ativo da organização, que é comparado a organizações congêneres, para que seja encontrada a parcela desse resultado proveniente dos ativos intangíveis.

No quadro 2.3, apresentam-se os principais métodos da abordagem *Return on Assets Methods* (ROAM).

Quadro 2.3 – Descrição dos métodos da abordagem *Return on Assets Methods* (ROAM)

Método	Autor(es)	Descrição
<i>Economic Value Added – EVA</i>	Stewart (1997)	O cálculo é feito ajustando o lucro divulgado com encargos relacionados a intangíveis numa empresa. As mudanças no EVA fornecem um indicador se o capital intelectual da empresa é produtivo ou não.
<i>Human Resource Costing & Accounting – HRCA</i>	Johansson (1997)	Calcula o impacto de custos relacionados a recursos humanos no lucro de uma organização. O capital intelectual é medido, calculando-se a contribuição dos ativos humanos dividida por despesas salariais capitalizadas.

Continua....

Quadro 2.3 – Descrição dos métodos da abordagem *Return on Assets Methods* (ROAM) (cont.)

Método	Autor(es)	Descrição
<i>Knowledge Capital Earnings</i> – KPE	Lev (1997; 2001)	O capital do conhecimento é calculado como uma parcela dos ganhos acima do lucro esperado, que é atribuível ao ativo.
<i>Value Added Intellectual Coefficient</i> – VAIC	Pulic (1998)	Mede quanto e quão eficientemente o capital intelectual, baseando-se na relação entre três componentes principais: capital total empregado (ativos tangíveis e intangíveis), capital humano e capital estrutural.
<i>Accounting for the Future</i> – AFTF	Nash (1998)	Um sistema de fluxo de caixa projetado com desconto. A diferença entre o valor de AFTF no final e no início do período é o valor adicionado durante o período.
<i>Calculated Intangible Value</i>	Stewart (1997) e Luthy (1998)	Calcula o excesso de retorno sobre os ativos fixos e, em seguida, usa seu valor como base para determinar a proporção de retorno atribuído aos ativos intangíveis.

Fonte: Elaboração própria a partir de Sveiby (2010); Choong (2008); e Kok (2007).

2.2.3.

***Direct IC Methods* (DICM)**

A abordagem metodológica DIC estima o valor dos ativos intangíveis pela identificação de seus diversos componentes. Uma vez que estes componentes são identificados, eles podem ser diretamente avaliados, individualmente ou como um coeficiente agregado.

Os métodos DIC permitem medir os recursos do capital intelectual de baixo para cima e, portanto, podem ser mais rápidos e precisos do que os métodos das abordagens ROAM e MCM. Como os componentes dos ativos intangíveis não precisam ser expressos em termos financeiros, são muito úteis em organizações sem fins lucrativos, instituições de C&T, agências governamentais e organizações do terceiro setor.

No quadro 2.4, apresentam-se os principais métodos da abordagem *Direct IC Methods* (DIC).

Quadro 2.4 – Descrição dos métodos da abordagem *Direct IC Methods* (DICM)

Método	Autores	Descrição
<i>Technology Broker</i>	Brooking (1996)	Método baseado nos custos de reposição dos elementos identificados, no valor de mercado dos elementos ou ainda baseado no potencial de geração futura de lucro pelos elementos, descontado do valor presente.
<i>Citation-Weighted Patents</i>	Bontis (1996)	O fator de tecnologia é calculado com base nas patentes concedidas à organização. O capital intelectual e seu desempenho são medidos com base no impacto do esforço de desenvolvimento de P&D, por meio de uma série de índices, como, por exemplo, o número de patentes e o custo das patentes em relação ao faturamento.
<i>The Value Explorer™</i>	Andriessen e Tiessen (2000)	Metodologia proposta pela KMPG para avaliar a força de cada competência essencial, de acordo com cinco critérios: (i) valor agregado aos clientes, que é a capacidade que determinada competência tem para proporcionar uma avaliação ou conceito positivo por parte dos clientes; (ii) vantagens competitivas; (iii) potencial de geração de lucros futuros; (iv) caráter sustentável, substanciado na possibilidade de sustentação futura da organização; e (v) enraizamento da competência na organização, representado pela cultura vigente.
<i>Intellectual Asset Valuation</i>	Sullivan (2000)	Tecnologia para avaliação do valor da propriedade intelectual.
<i>Total Value Creation - TVC™</i>	Anderson e McLean (2000)	Um projeto iniciado pelo <i>Canadian Institute of Chartered Accountants</i> . A TVC utiliza o uso descontado do fluxo de caixa projetado para reexaminar como os eventos afetam as atividades planejadas.

Fonte: Elaboração própria a partir de Sveiby (2010); Choong (2008); e Kok (2007).

2.2.4. **Scorecard Methods (SCM)**

A abordagem metodológica com base nos métodos *Scorecard* (SCM) oferece uma fotografia mais completa da organização, em comparação aos métodos fundamentados apenas em métricas financeiras. Compreendem os modelos e demonstrativos de capital intelectual mais utilizados na atualidade, juntamente com os da abordagem DICM.

Os SCM identificam os vários componentes de ativos intangíveis, gerando indicadores e índices para posterior relato de seus resultados, enquanto os DICM identificam seus componentes de forma direta ou como um coeficiente agregado (Kok, 2007).

No quadro 2.5, apresentam-se os principais métodos da abordagem *Scorecard Methods* (SCM).

Quadro 2.5 – Descrição dos métodos da abordagem *Scorecard Methods* (SCM)

Método	Autores	Descrição
<i>Human Capital Intelligence</i>	Fitz-Enz (1990)	Conjuntos de indicadores de capital humano são coletados e comparados com um banco de dados. Semelhante ao método <i>Human Resource Costing & Accounting</i> (HRCA).
<i>Balanced Scorecard</i>	Kaplan e Norton (1996); Kaplan (2004)	O desempenho de uma organização pode ser medido por indicadores, segundo quatro perspectivas: financeira; mercado; processos internos; e aprendizagem e crescimento. Esses indicadores alinham-se aos objetivos estratégicos da organização, uma vez que o objetivo desse método é traduzir a missão e a estratégia de uma organização em medidas abrangentes capazes de fornecer informações sobre seu sistema de gestão estratégica. O modelo <i>Balanced Scorecard</i> parte do pressuposto básico de que investir e gerenciar ativos intangíveis é mais decisivo para o crescimento futuro da organização. do que investir e gerenciar ativos físicos tangíveis.
<i>Skandia NavigatorTM</i>	Edvinsson e Malone (1997; 1998)	O capital intelectual é medido por meio da análise de até 164 métricas, sendo 91 métricas intelectuais e 73 métricas clássicas. As mesmas são divididas em 5 componentes: Financeiro, Cliente, Processo, Renovação/Desenvolvimento e Humano. A ideia é que a formação do capital intelectual seja a união do capital estrutural com o capital humano. Este capital estrutural é formado pelo capital humano e capital da organização, sendo este formado pelo capital de inovação e o capital de processo.
<i>Intangible Asset Monitor</i>	Sveiby (1997)	A administração seleciona indicadores com base nos objetivos estratégicos da empresa, para medir quatro aspectos da criação de valor para os ativos intangíveis; são eles: crescimento, renovação, eficiência/utilização e estabilidade/redução de risco. O monitor de ativos intangíveis consiste na apresentação de diversos indicadores relevantes para mensuração e avaliação dos ativos de acordo com a estratégia da empresa. Estes indicadores formam a base para o desenvolvimento de uma estratégia de conhecimento focado. Pode ser integrado aos sistemas de informação de gestão. O objetivo é apresentar os ativos intangíveis nas diferentes perspectivas: crescimento e renovação, eficiência e estabilidade.
<i>Intellectual Capital Navigator and Intellectual Capital Index – IC IndexTM</i>	Roos <i>et al.</i> (1997)	O capital intelectual é dividido em três áreas: humana, relacional e organizacional, mais os recursos físicos e monetários convencionais. Estes são subdivididos em várias parcelas fáceis de utilizar incluindo um navegador e um diagrama conceitual de como a empresa trabalha em termos de CI. Os índices são produzidos com base nos recursos-chave. O objetivo dessa metodologia é ajudar os gestores a visualizar os crescimentos medindo capital intelectual.
<i>Value Creation Index</i>	Baum <i>et al.</i> (2000)	Valores são derivados de uma extensa pesquisa de literatura e de estatísticas avançadas. As métricas são ponderadas e combinadas para fornecer um Índice de Criação de Valor. O índice é comparado e combinado com dados financeiros.

Fonte: Elaboração própria a partir de Sveiby (2010); Choong (2008); e Kok (2007).

2.3.

Benefícios e barreiras da mensuração e avaliação de ativos intangíveis nas organizações

A forma como as organizações mensuram e avaliam seu capital intelectual depende necessariamente da escolha da abordagem metodológica a ser adotada e como elas irão gerenciar e divulgar os indicadores resultantes do processo de mensuração e avaliação.

Como mencionando anteriormente, as organizações podem mensurar e avaliar seus ativos intangíveis, segundo duas distintas perspectivas: (i) gestão interna dos ativos intangíveis; e (ii) divulgação dos indicadores para as partes interessadas externas, como os casos de relatórios de capital intelectual.

A primeira perspectiva está relacionada com o propósito gerencial de identificar quais ativos intangíveis são estratégicos e críticos para o cumprimento da missão e objetivos estratégicos da organização, devendo ser, portanto, monitorados e avaliados sistematicamente. Quanto à segunda perspectiva – divulgação externa – a motivação está associada aos fins externos, ou seja, à necessidade de prover informação útil a terceiros, interessados em conhecer o real valor da organização.

A Comissão Europeia identificou os principais *stakeholders* externos e internos que poderiam obter benefícios a partir do conhecimento dos indicadores de capital intelectual da organização, a saber:

- Para os colaboradores atuais: os indicadores de capital intelectual ajudam os colaboradores a conhecer o que são capazes de fazer, as suas atribuições e seus objetivos dentro da organização;
- Para os colaboradores potenciais: fornecem um retrato do ambiente da organização e dos benefícios que ela proporciona, atraindo no futuro colaboradores competentes;
- Para os clientes: evidenciam sinais do domínio tecnológico da organização e suas conquistas ao longo do tempo, aumentando a confiança nos relacionamentos organização-clientes;
- Para os parceiros: evidenciam ainda os benefícios da combinação de capacidades e competências organizacionais da organização e seus parceiros que possa criar valor para todas as partes;
- Para os investidores: transparecem o que os gestores sabem que é realmente valioso e como o uso dos recursos e das capacidades são utilizados para a geração de resultados e impactos;

- Para a sociedade: explicam questões relacionadas à governança da organização, responsabilidade social, dentre outros temas de interesse dos *stakeholders* internos e externos (European Commission, 2006).

Não obstante os inúmeros benefícios apontados pelo referido estudo da Comissão Europeia, discutem-se, a seguir, as principais barreiras que as organizações encontram para mensurar e avaliar seus ativos intangíveis.

A primeira delas reside no fato de que a contabilidade não tem como objetivo evidenciar o valor das organizações, muito menos de seu capital intelectual, como pode ser constatado nas normas legais que regem sua estrutura, embora seja reconhecida a necessidade das organizações que fazem parte da sociedade do conhecimento evidenciarem e avaliarem seus ativos intangíveis.

Além desta barreira referente à contabilidade quanto à avaliação sistemática do capital intelectual das organizações, podem ser citadas diversas dificuldades como a falta de padronização dos métodos de avaliação; o grau de confiabilidade das fontes de dados exigido para a construção dos indicadores e respectivas análises; e a necessidade de rastreabilidade das informações ao longo do tempo.

Quanto à complexidade inerente ao processo de mensuração e avaliação do capital intelectual das organizações, Sveiby (2010) ressalta que podem ser empregados diversos métodos, modelos e ferramentas, como abordado neste capítulo. No entanto, a escolha da abordagem metodológica a ser adotada dependerá do objetivo de quem mensura e avalia o capital intelectual; da situação ou contexto da análise; e dos gestores e *stakeholders* que irão receber as informações.

Sabe-se que o desenvolvimento de um modelo conceitual de mensuração e avaliação do capital intelectual que possa ser aplicado de forma universal é um desafio bastante complexo. No entanto, considera-se que uma modelagem endereçada para um setor ou uma atividade possa ser algo factível, como é o caso desta pesquisa, que focaliza a mensuração e avaliação do capital intelectual de laboratórios de diagnóstico e ensaios de equipamentos elétricos.

Além disso, cabe lembrar que, tanto as instituições de C&T, como as empresas, estão cada vez mais conscientes sobre a importância deste processo para demonstração de seu desempenho, reconhecendo que o gerenciamento efetivo do seu capital intelectual é tarefa imprescindível para criação de valor.

3

Mensuração e avaliação do capital intelectual de instituições de Ciência e Tecnologia

Neste capítulo, descrevem-se e analisam-se as principais iniciativas de mensuração e avaliação do capital intelectual em instituições de Ciência e Tecnologia (ICTs) em diversos países europeus, a partir dos resultados da revisão bibliográfica sobre iniciativas e experiências de ICTs no mundo, cobrindo o período de 2000 a 2017. Dentre os trabalhos que apresentam as iniciativas e respectivos modelos aqui abordados, destacam-se Koch, Leitner e Bornemann (2000); Leitner e Warden (2003); Campos (2003); Leitner (2005); Fazlagic (2005); Sánchez, Elena e Castrillo (2009); Secundo *et al.* (2010); Ramirez Córcoles (2013); e Leitner *et al.* (2014). Esses conteúdos serviram de base para a escolha da abordagem metodológica mais adequada para fins do desenvolvimento de um modelo conceitual a ser aplicado a laboratórios de diagnóstico e ensaios de equipamentos elétricos.

3.1.

Modelo ARCS (Áustria)

A instituição Austrian Research Centers Seibersdorf (ARCS) foi a primeira ICT europeia a publicar um relatório de capital intelectual (RCI), em 1999. Essa instituição é a maior organização de pesquisa na Áustria, financiada pelo setor público, e tem uma importante função como elo entre a pesquisa básica gerada pelas universidades e pesquisas aplicadas realizadas por empresas (Koch, Leitner e Bornemann, 2000; Leitner e Warden, 2003; e Leitner, 2005).

Durante o processo de revisão da estratégia corporativa desta ICT austríaca em 1999, identificou-se na ocasião a necessidade de gerenciar seus ativos intangíveis de forma mais explícita e abrangente, como resposta a um novo ambiente competitivo. À luz dessa nova orientação estratégica, a alta direção do ARCS decidiu implementar uma sistemática de mensuração do capital intelectual visando à melhoria no gerenciamento interno dos ativos intangíveis e à publicação de um Relatório de Capital Intelectual (RCI) para públicos de interesse,

especialmente órgãos do governo. Para tanto, desenvolveu-se um modelo conceitual de mensuração do capital intelectual, como descrito nos trabalhos de Koch, Leitner e Bornemann (2000); Leitner e Warden (2003); e Leitner (2005).

O desenvolvimento deste modelo foi baseado em revisão profunda da literatura sobre gestão de capital intelectual, mas também incorporou *insights* das abordagens metodológicas de gestão da inovação e de monitoramento e avaliação de desempenho organizacional, especialmente para as etapas de descrição dos processos-chave e de seleção de indicadores e sua interpretação. Segundo seus autores, um novo instrumento foi concebido para mensurar e avaliar os ativos intangíveis, que não faziam parte de relatórios anuais do ARCS anteriores a 1999, mas que foram considerados componentes cruciais na revisão da estratégia corporativa desta instituição.

Leitner (2005) explica que a abordagem metodológica é fortemente orientada para processos (*process-oriented approach*), para permitir que os gestores possam distinguir objetivamente as entradas (*input*), processos-chave (*process*) e saídas (*output*). O modelo combina estratégia, entradas, processos, saídas e resultados/impactos, segundo uma visão holística e multidimensional.

Como mostra a figura 3.1, ele integra e alinha os componentes do capital intelectual aos direcionadores estratégicos (missão, visão e objetivos estratégicos), aos objetivos do conhecimento da ICT, a seus processos-chave e aos resultados/impactos (financeiros e não-financeiros).

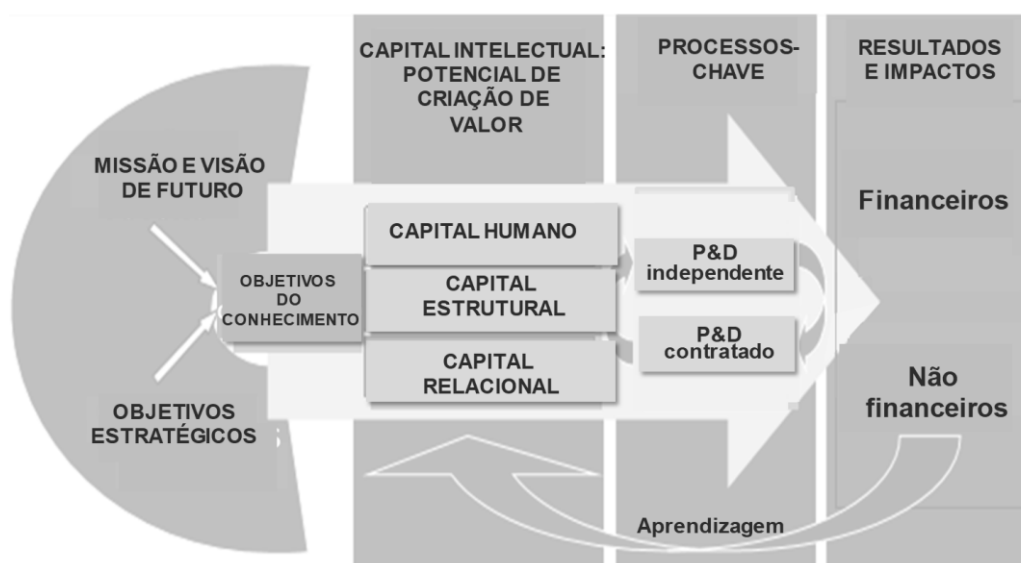


Figura 3.1 – Modelo ARCS para mensuração e relato do capital intelectual de ICTs

Fonte: Leitner (2005).

Embora o modelo proposto não mensure exatamente os fluxos internos de conhecimento, possibilita discussões sobre relações de causa e efeito, escolhas (*trade-offs*), complementaridades e pré-condições para o aumento da produtividade, avanço do conhecimento e melhoria de seus resultados. Em síntese, o modelo ARCS explicita os três componentes do capital intelectual (humano, estrutural e relacional) e busca vinculá-los ao ciclo organizacional de produção de conhecimento dentro da instituição e aos resultados/impactos desta produção para seus *stakeholders* (clientes, fornecedores, órgãos do governo, dentre outros).

Com base em uma análise das várias classificações de capital intelectual reportadas na literatura, os autores decidiram adotar conceitos alinhados às diretrizes estabelecidas no âmbito do MERITUM Project, da comunidade Europeia (MERITUM Project, 2002; Bukh e Johanson, 2003).

O capital intelectual, segundo tais diretrizes, é conceituado segundo três componentes – capital humano; capital estrutural; e capital relacional. Além disso, os autores optaram pelo uso de uma definição bastante ampla de ativos intangíveis, sem considerar aspectos legais rígidos.

Como mencionado por Leitner (2005), durante a fase de implantação do modelo no ARCS, logo se percebeu que a instituição não qualificava seu capital humano, segundo uma visão estratégica (como era de se esperar em uma ICT). Esse foi um dos pontos críticos considerados na fase de modelagem para o ARCS.

As rotinas internas das atividades de P&D, a infraestrutura de tecnologia da informação e comunicação (TIC), os bancos de dados e até a cultura organizacional foram identificadas como condições estruturais importantes para o sucesso do ARCS. Sendo assim, a incorporação desses elementos no componente estrutural do capital intelectual foi considerada fundamental e sua definição foi ampliada em relação a outras classificações de capital intelectual analisadas pelos autores.

Finalmente, a definição do capital relacional, considerado também muito importante para o sucesso do ARCS, incluiu relações com seus clientes, parceiros (universidades e outras ICTs) e outras organizações privadas e públicas, especialmente órgãos de governo que financiavam as atividades do ARCS.

Em relação ao núcleo central do modelo (processos-chave), Koch, Leitner e Bornemann (2000) partiram do pressuposto de que as atividades de P&D representavam o principal negócio do ARCS e não deveria ser visto como um insumo para outros processos de valor agregado da instituição, como ocorre nas

empresas em geral. Assim, decidiram incluir no modelo a definição dos chamados processos-chave, para que esta ênfase fosse melhor percebida no contexto organizacional desta ICT.

No caso do ARCS, dois processos-chave foram definidos, a saber: (i) execução de projetos de P&D independentes; e (ii) execução de projetos de P&D contratados.

Os projetos de P&D independentes referem-se à pesquisa pré-competitiva de longo prazo, financiada principalmente por fundos públicos. Nesses projetos, desenvolve-se o conhecimento científico para os projetos de P&D contratados pelos clientes. Já os projetos de pesquisa por contrato são executados para clientes privados e públicos, visando gerar soluções específicas de problemas desses clientes. O transbordamento entre esses dois processos é particularmente importante. Isso significa que novos conhecimentos são gerados no decorrer da pesquisa independente, que é então aplicada em projetos de pesquisa contratados, gerando, por sua vez, benefícios para os clientes privados e públicos.

Segundo Leitner (2005), os projetos de P&D contratados também podem gerar incentivos para pesquisas independentes, por exemplo, quando os clientes levantam novas questões e desafios tecnológicos. Dependendo da situação, todos os três elementos do capital intelectual são acionados igualmente, assim como elementos individuais podem ser aplicados seletivamente nos diferentes processos e projetos.

Para avaliar os resultados do gerenciamento efetivo dos ativos intangíveis no ARCS, os resultados/impactos foram também integrados ao modelo. As saídas dos diferentes tipos de projetos de P&D (independentes ou contratados) geram uma gama de resultados/impactos de naturezas distintas. Os lucros (resultados financeiros), quando analisados isoladamente, têm valor limitado como métrica de desempenho desses projetos. Assim, os autores reforçaram a necessidade de identificar objetivamente os principais resultados não-financeiros e os impactos de suas atividades para a instituição (por exemplo, avanço do conhecimento em áreas de sua atuação) e seus *stakeholders* externos (fortalecimento de competências e absorção/uso de novas tecnologias).

No modelo ARCS, os indicadores para cada categoria do modelo foram selecionados e interpretados durante o processo de implantação. Quanto à definição

de indicadores, optou-se por utilizar as definições disponíveis na literatura, com ênfase especial à mensurabilidade e à comparabilidade.

O processo de implantação do sistema de gestão de capital intelectual no ARCS até a publicação de seu primeiro relatório de capital intelectual (RCI) durou cerca de seis meses e envolveu a participação efetiva de representantes de diferentes níveis hierárquicos da instituição.

Em 2002, o Ministério da Educação, Ciência e Cultura da Áustria lançou uma nova Lei Universitária, visando à reorganização de todas as universidades públicas austríacas. Na ocasião, o Ministério percebeu a importância de se elaborarem relatórios de CI para aumentar a transparência, fomentar a gestão dos ativos intangíveis e definir iniciativas orientadas para resultados e melhoria de desempenho das universidades públicas do país. A experiência do ARCS foi tão bem-sucedida que o Ministério decidiu que todas as universidades públicas austríacas teriam que adotar obrigatoriamente o modelo da instituição para elaborar seus relatórios de capital intelectual (RCI). Para tal, procederam-se algumas adaptações para o contexto das universidades públicas daquele país, como será discutido na próxima seção.

3.2.

Modelo para mensuração, avaliação e relato do CI das universidades públicas (Áustria)

Descreve-se aqui o modelo para mensuração, avaliação e relato do capital intelectual, que foi desenvolvido para as universidades públicas austríacas, tendo como base o modelo ARCS, descrito na seção anterior. As universidades públicas austríacas foram as primeiras instituições de ensino superior no mundo obrigadas a produzir e difundir seus relatórios de capital intelectual, chamados de *Wissensbilanz* (balanço do conhecimento, em tradução livre).

Na Áustria, os relatórios de capital intelectual (RCI) das universidades públicas visam avaliar seus ativos intangíveis. Além disso, alguns de seus indicadores numéricos são métricas importantes para a alocação de recursos financeiros e são usados como base para o orçamento de órgãos de governo e para o controle interno das universidades desses ativos pelas universidades, mas principalmente para a comunicação externa com seus *stakeholders* (Altenburger e Schaffhauser-Linzatti, 2006; Leitner *et al.*, 2014).

A estrutura e o formato dos relatórios de capital intelectual das universidades públicas foram objeto de regulamentação específica criada pelo Ministério da Educação, Ciência e Cultura da Áustria, ao reconhecer a importância estratégica do gerenciamento efetivo do capital intelectual para o desempenho superior das universidades daquele país (Leitner, 2004; Leitner *et al.*, 2014).

Nesse contexto, o primeiro relatório abrangente de capital intelectual foi publicado no ano de 2008, referente ao exercício de 2007. Desde então, as universidades públicas austríacas devem submetê-lo anualmente (Altenburger e Schaffhauser-Linzatti, 2006). Cada universidade deve informar sobre seus indicadores de entrada, saída e de desempenho (resultados/impactos) referentes às atividades de ensino, pesquisa e ‘terceira missão’ (da universidade).

O RCI deve ser preparado para toda a instituição e, eventualmente, para determinadas áreas científicas. Além disso, cada universidade é livre para publicar seu RCI no nível que desejar, ou seja, no nível dos departamentos ou de faculdades (Leitner, 2004).

Como comentado anteriormente, o modelo conceitual adotado para elaboração e divulgação dos relatórios de capital intelectual pelas universidades públicas austríacas fundamentou-se no modelo ARCS, instituição europeia de pesquisa pioneira no desenvolvimento de modelos de mensuração e relato do capital intelectual de ICTs.

O modelo representado na figura 3.2 considera inicialmente os condicionantes do modelo, referentes ao contexto institucional da universidade (objetivos políticos e organizacionais).

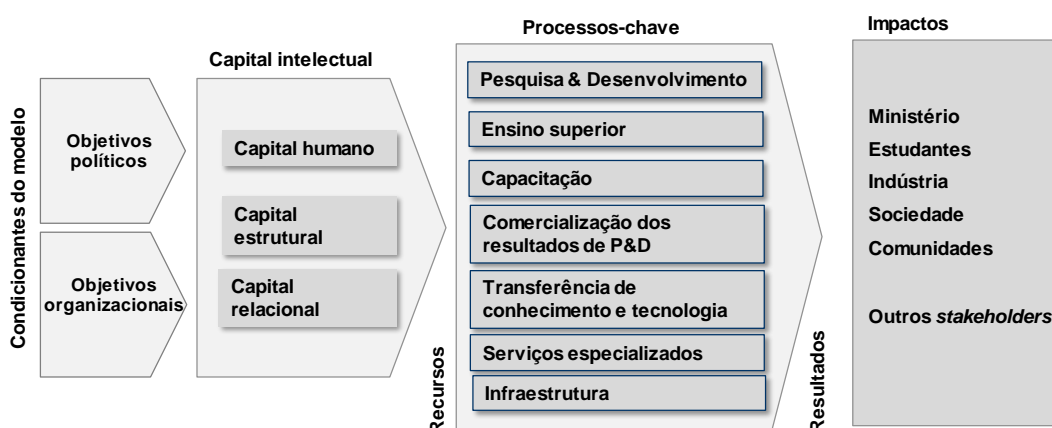


Figura 3.2 – Modelo para mensuração e relato do capital intelectual para universidades austríacas

Fonte: Leitner (2004).

Na sequência da esquerda para a direita da figura 3.2, o modelo incorpora os três componentes do capital intelectual: (i) capital humano; (ii) capital estrutural; e (iii) capital relacional.

A parte central do modelo refere-se aos processos-chave da universidade, ou seja, pesquisa e desenvolvimento (P&D); ensino superior; capacitação; comercialização dos resultados de P&D; transferência de conhecimento e tecnologia; serviços especializados; e infraestrutura. O espectro desses processos-chave pode ser ampliado ou reduzido, dependendo do perfil de cada universidade. Por óbvio, faculdades de arte, escolas de negócios e faculdades de engenharia têm diferentes configurações, objetivos estratégicos e processos-chave e seus diferenciais e especificidades devem ser levados em consideração na elaboração dos RCI (Leitner, 2004). Finalmente, os resultados da universidade e seus impactos para as diferentes partes interessadas (comunidade acadêmica, governo, indústria, etc.) devem ser avaliados e relatados.

Considerando a principal missão e as atividades das instituições públicas de ensino superior, a maioria de seus resultados são não-financeiros. Assim, os elementos descritivos do modelo tornam-se cruciais para contextualizar e esclarecer melhor as informações fornecidas por essas instituições sobre seus ativos intangíveis e resultados não-financeiros.

Um conjunto de indicadores integra o modelo, tendo como bases: (i) o conjunto de indicadores e métricas utilizadas no passado pelas universidades públicas austríacas; (ii) indicadores de capital intelectual propostos na literatura e aplicáveis ao contexto das universidades; e (iii) trabalhos científicos sobre monitoramento e avaliação de desempenho de ICTs e programas governamentais de P&D.

O Ministério da Educação, Ciência e Cultura da Áustria, em colaboração com a Conferência de Reitores das Universidades Públicas, reviu e validou um conjunto de 60 indicadores, que foram publicados em um novo decreto em 15 de fevereiro de 2006 (Leitner *et al.*, 2014). Neste decreto, especifica-se a estrutura do RCI e estabelecem-se orientações para a apresentação das informações e dos indicadores de capital intelectual. Ele é muito extenso e compreende 13 seções e dois apêndices. A estrutura do RCI é apresentada na seção 3 do documento e uma lista dos 53 indicadores-chave encontra-se na seção 4. Uma lista com sete indicadores

complementares é mostrada na seção 9 (Altenburger e Schaffhauser-Linzatti, 2006; Leitner *et al.*, 2014).

3.3.

Modelo do Observatory of European University (Europa)

A iniciativa denominada ‘Observatory of European University’ (OEU) constitui uma das mais importantes no contexto da mensuração, relato e avaliação do capital intelectual de universidades europeias, em geral. A descrição desta iniciativa apoia-se nos trabalhos do próprio Observatory of the European University (2006); de Sánchez e Elena (2006); e de Schoen e Thèves (2006), respectivamente.

Esta iniciativa foi criada em junho de 2004, no âmbito da Rede Europeia de Excelência PRIME (*Policies for Research and Innovation in the Move towards European Research Area*), com a participação e cooperação de 15 universidades europeias. Visava capitalizar os conhecimentos existentes para desenvolver (em conjunto com as universidades participantes): (i) um marco comum para a caracterização das atividades de pesquisa realizadas nas universidades; e (ii) um experimento na coleta de dados sob diferentes condições institucionais (OEA, 2006; Sánchez e Elena, 2006). Leitner, 2004; Leitner *et al.*, 2014).

Um dos principais propósitos do Projeto OEU foi entender melhor a importância da gestão de ativos intangíveis nas universidades europeias para melhorar o nível de qualidade seus serviços e a competitividade. Buscava fornecer a essas instituições ferramentas adequadas para a governança de suas atividades de pesquisa e uma referência para comparações com universidades congêneres, graças ao desenvolvimento de uma plataforma de dados quantitativos de universidades em toda a Europa. Para tal, desenvolveram-se, inicialmente, procedimentos para coleta de dados, com o objetivo de selecionar indicadores referentes à estratégia e aos procedimentos de gestão das universidades. Isso exigiu a discussão sobre a inclusão de indicadores existentes e o teste de novos, bem como a descoberta de métodos para a representação e mensuração dos aspectos multidimensionais do desempenho.

A equipe de pesquisa do Projeto OEU desenvolveu uma estrutura para a caracterização das atividades de pesquisa realizadas pelas universidades, intitulada Matriz Estratégica do OEU, como mostra o quadro 3.1.

Quadro 3.1 – Matriz estratégica de capital intelectual proposta pelo Projeto OEU

Gestão das pesquisas → Questões transversais↓	Financiamento	Recursos humanos	Resultados acadêmicos	‘Terceira missão’	Governança
Autonomia	Questões chave (Q) Indicadores (I)	Q e I	Q e I	Q e I	Q e I
Capacidades estratégicas	Q e I	Q e I	Q e I	Q e I	Q e I
Atratividade	Q e I	Q e I	Q e I	Q e I	Q e I
Perfil de diferenciação	Q e I	Q e I	Q e I	Q e I	Q e I
Cobertura territorial	Q e I	Q e I	Q e I	Q e I	Q e I

Fonte: Observatory of the European University (2006).

Esta matriz estratégica busca facilitar a análise e a caracterização do *status* da gestão das atividades de P&D das universidades, em distintos momentos, visando identificar as universidades com melhor desempenho, no contexto nacional, regional e até internacional.

A primeira dimensão da matriz trata dos eixos temáticos da gestão da pesquisa universitária, a saber: (i) financiamento, que inclui todos os elementos orçamentários, tanto receitas, quanto despesas; (ii) recursos humanos alocados nas atividades de ensino e pesquisa e demais processos-chave; (iii) resultados acadêmicos, que incluem artigos científicos e publicações acadêmicas, além do conhecimento incorporado no capital humano durante a realização das atividades de pesquisa; (iv) ‘terceira missão’, que se refere às relações entre as universidades e seus parceiros não acadêmicos, como a indústria, os órgãos de governo e a sociedade em geral; (v) governança, que consiste no processo pelo qual a universidade converte seus insumos (financiamento e recursos humanos) em resultados de pesquisa (resultados acadêmicos e ‘terceira missão’).

A segunda dimensão da matriz trata de questões transversais que cruzam esses eixos temáticos. As questões transversais são: (i) autonomia, correspondente à margem de manobra da universidade, formalmente definida pelos limites exogenamente estabelecidos, aos quais uma universidade deve obedecer; (ii) capacidades estratégicas, ou seja, as capacidades reais da universidade para implementar suas escolhas estratégicas; (iii) atratividade, expressa na capacidade da instituição de atrair recursos (financeiros, pessoas, equipamentos, colaboração, etc.) em um contexto de escassez; (iv) perfil de diferenciação, definido pelas características principais de uma universidade, que a distingue das instituições de P&D congêneres; (v) cobertura territorial, ou seja, a distribuição geográfica de envolvimento universitários, contatos, colaborações, etc.

Questões-chave foram estabelecidas para as células da ‘Matriz Estratégica do Projeto OEU’. Para cada uma dessas questões, foram propostos indicadores relevantes e possíveis procedimentos para coletar os dados necessários para tais indicadores. Na opinião de Schoen e Thèves (2006), a matriz representa uma estrutura comum e coerente, que foi considerada como o primeiro passo para as universidades europeias identificarem, gerenciarem e divulgarem informações sobre o conhecimento e o capital intelectual, com base numa bateria de indicadores comparáveis.

Sánchez e Elena (2005) consideram que a abordagem adotada no Projeto OEU é completamente válida do ponto de vista analítico, porém acreditam que um maior impacto e aplicabilidade poderiam ser alcançados se fosse adotada a terminologia referente aos conceitos de capital intelectual, como no modelo ARCS e sua adaptação para as universidades públicas austríacas (ver seções 3.1 e 3.2). Assim, os eixos temáticos poderiam ser facilmente associados à categorização do capital intelectual, ou seja, capital humano, estrutural e relacional. O capital humano inclui o segundo eixo temático da matriz – ‘recursos humanos’. Já o capital estrutural compreende os eixos ‘financiamento’ e ‘resultados acadêmicos’. Finalmente, o capital relacional está diretamente relacionado ao eixo ‘terceira missão’.

3.4.

Outras iniciativas em países europeus: Espanha, Itália e Polônia

Como comentado no início deste capítulo, a Áustria foi o país pioneiro na elaboração de relatórios de capital intelectual de suas instituições de C&T, incluindo centros de pesquisa e universidades. Nesta seção, em complementação às iniciativas descritas nas seções anteriores, destacam-se as iniciativas da Espanha, com a aplicação empírica do modelo de avaliação de capital intelectual na Universidade Autônoma de Madrid, e outras experiências de aplicações bem-sucedidas na Itália e na Polônia.

A descrição da experiência espanhola baseia-se nos trabalhos de Campos (2003); Ramirez Córcoles (2013); e Sánchez, Elena e Castrillo (2007). A iniciativa italiana aqui sintetizada apoia-se no trabalho de Secundo *et al.* (2010) e a da Polônia nos artigos de Fazlagic (2005) e de Ramirez Córcoles (2013).

3.4.1.

Espanha: Universidade Autônoma de Madri

Esta iniciativa foi conduzida por um grupo de pesquisa do Instituto Universitario de Administración de Empresas (IADE), pertencente à Universidade Autônoma de Madrid (Espanha). Esse grupo analisou o capital intelectual das universidades e centros de pesquisa públicos (CPPs) na Região Autônoma de Madri, na Espanha.

A pesquisa foi desenvolvida em duas fases distintas: (i) na primeira, desenvolveu um Programa intitulado ‘Indicadores de Capital Intelectual das Atividades de Pesquisa e de Gestão do Conhecimento nas Universidades e Centros de Pesquisa Públicos (CPPs)’; e (ii) na segunda, propôs um modelo de gestão do conhecimento, focalizando-se as atividades de pesquisa das universidades e CPPs.

A primeira fase teve como foco a definição de um conjunto de indicadores-chave para mensurar e avaliar o capital intelectual das atividades de pesquisa e a gestão do conhecimento nas universidades e centros de pesquisa públicos (CPPs) da Região Autônoma de Madri. O propósito foi fornecer uma ferramenta para a realização de um inventário das capacidades de pesquisa existentes naquela região para melhorar a alocação de recursos e o desempenho das ICTs públicas (universidades e CPPs). Assim, o objetivo principal do Programa foi conhecer a capacidade de pesquisa das Universidades e CPPs desta região, por meio de uma gestão eficiente de seu capital intelectual, e avaliar como se obter o máximo retorno econômico e social dos recursos aplicados em pesquisa.

Como ponto de partida, adotou-se o modelo Intellect (Euroforum, 1998), que visa elaborar um inventário de elementos intangíveis para as organizações, em geral, e também avaliar sua capacidade de criação de valor para as partes interessadas.

Os indicadores selecionados para compor o referido Painel foram organizados em três diferentes níveis: (i) indicadores de primeiro nível, expressos em valores absolutos, oferecem uma ideia global do esforço de pesquisa; (ii) indicadores de segundo nível, que são valores relativos ou proporções e expressam uma estimativa do potencial existente; e (iii) indicadores de terceiro nível, expressos como porcentagem em universidades e centros de pesquisa. Os três níveis de indicadores propostos não estão organizados de acordo com os três componentes do capital

intelectual. No entanto, elementos do capital humano, estrutural e relacional estão implicitamente incluídos nos indicadores.

Posteriormente, na segunda fase, um modelo de gestão de capital intelectual foi desenvolvido, considerando-se a atividade de pesquisa das Universidades e CPPs como fonte de difusão de novos conhecimentos ou de reutilização/adaptação de conhecimentos adquiridos. Este modelo considera a atividade de pesquisa realizada por essas instituições como o resultado do uso do capital intelectual, visando à estimação dos indicadores mais importantes do CI para as instituições estudadas. Além disso, considera que os processos de pesquisa são alimentados por recursos (*input*) para realizar as atividades de pesquisa e obter resultados e gerar resultados para as partes interessadas. Busca avaliar as relações entre eles, via o mapeamento de quatro processos de gestão do conhecimento, como indicado na figura 3.3.

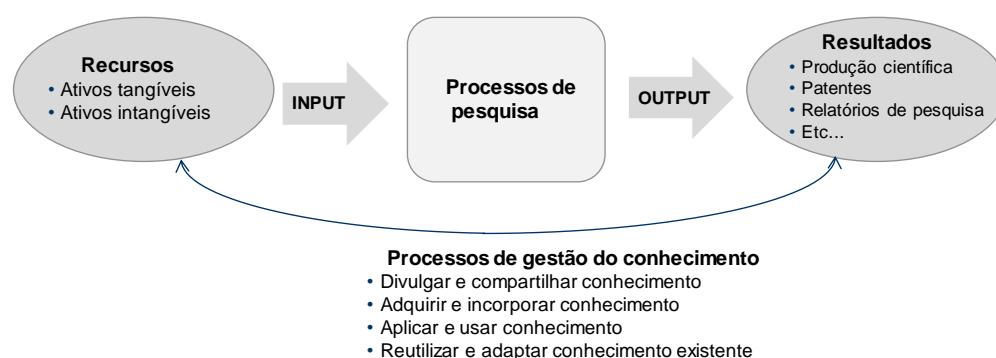


Figura 3.3 – Modelo para gerenciamento do capital intelectual nas Universidades e CPPs da Espanha

Fonte: Campos (2003, p.39).

O principal objetivo do modelo para gerenciamento do capital intelectual nas universidades espanholas é estabelecer e avaliar quantitativamente a relação entre insumos e produtos, visando melhorar a compreensão dos processos de pesquisa nas Universidades e CPPs. Desta forma, será possível estudar a melhoria na eficiência desses processos (melhoria de gestão), para que a implantação do modelo nas instituições levem ao gerenciamento efetivo do capital intelectual e à melhoria de desempenho, segundo uma perspectiva estratégica.

As universidades e CPPs utilizam os recursos (*inputs*) para executar diferentes processos de pesquisa (com diferenças importantes, de acordo com as tradições científicas em cada área de conhecimento) para obter os seguintes resultados:

- Produção científica (livros publicados; artigos científicos e capítulos de livros; direitos de patentes e quaisquer outros tipos de direitos autorais; relatórios de projetos de pesquisa; palestras e comunicações em conferências e reuniões);
- Percepção social da instituição;
- Aumento de capital intelectual na instituição; e
- Redes de pesquisa estabelecidas entre instituições.

3.4.2.

Itália: Seção de Gestão de e-Business (eBMS) da Scuola Superiore ISUFI

O trabalho de Secundo, Margherita, Elia e Passiante (2010) tem por objetivo discutir o papel dos ativos intangíveis em instituições de ensino superior e pesquisa e apresentar uma estrutura de mensuração e avaliação, juntamente com uma aplicação ilustrativa na Seção de Gestão de e-Business (eBMS) da Scuola Superiore ISUFI, uma instituição pública de pesquisa e sem fins lucrativos pertencente à Universidade de Salento (Itália).

A figura 3.4 representa o modelo conceitual para mensuração e avaliação do capital intelectual de instituições de ensino superior e pesquisa, como proposto pelos autores.

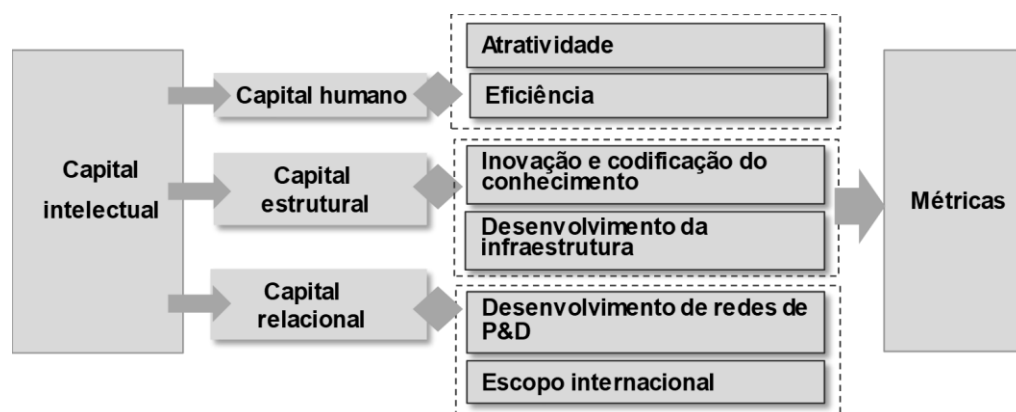


Figura 3.4 – Modelo para mensuração e avaliação do capital intelectual de instituições de educação e investigação na Itália

Fonte: Secundo *et al.* (2010).

Para cada componente do CI, ou seja, capital humano, organizacional e relacional, identificaram-se alguns focos que correspondem aos objetivos estratégicos da instituição. A lista de objetivos estratégicos foi definida a partir de uma análise comparativa mais ampla de objetivos de várias iniciativas e projetos identificados durante o estudo. Como resultado, estabeleceram-se seis objetivos estratégicos correspondentes aos seguintes focos: (i) atratividade; (ii) eficiência;

(iii) inovação e codificação do conhecimento; (iv) desenvolvimento de infraestrutura; (v) desenvolvimento de redes de P&D; e (vi) escopo internacional.

Com relação ao componente ‘capital humano’, dois focos estratégicos são particularmente importantes. O primeiro é ‘atratividade’, ou seja, a capacidade da organização de atrair e reter talentos por meio de uma estratégia de alta qualidade e uma cultura de abertura. O segundo foco é ‘eficiência’, definida como a relação entre a produção/valor criado e os recursos humanos utilizados para esse fim.

Relacionado ao capital estrutural, o foco ‘inovação e codificação do conhecimento’ refere-se ao desempenho da instituição em termos de publicações científicas, projetos de pesquisa e *spin-offs*. Já o foco ‘desenvolvimento da infraestrutura’ refere-se ao aprimoramento de sistemas de TI para ensino, aprendizagem e pesquisa e atualização/renovação de instalações ‘tradicionais’, como bibliotecas, por exemplo.

O capital relacional também está associado a dois focos estratégicos. O primeiro é o ‘desenvolvimento de redes de P&D’, ou seja, a entrega de resultados de ensino e pesquisa ao ambiente externo e o monitoramento de relações criadas com atores externos, como órgãos de governo, indústria e outras ICTs. O segundo foco é o ‘escopo internacional’, que inclui aspectos que avaliam em que medida a instituição está aberta a intercâmbios e cooperação com a comunidade científica e industrial internacional. Após a identificação desses focos, o próximo passo foi associar a cada uma deles um conjunto de indicadores.

Os autores apresentam uma lista final de 62 indicadores (29 para o capital humano; 17 para o capital organizacional; e 16 para capital relacional), que são organizados por componente de CI e por foco estratégico. Não existe um peso específico ou uma classificação especial para os diferentes indicadores, pois, na visão dos autores, todos contribuem para fornecer uma perspectiva abrangente do valor dos ativos intangíveis da instituição.

O ‘Painel do Capital Intelectual (*IC Dashboard*)’ foi aplicado na Seção de Gerenciamento de e-Business (eBMS) da Scuola Superiore ISUFI, que pertence à Universidade de Salento (Itália). O eBMS foi criado em 1999 e hoje é o nó central de uma rede de Centros de Pesquisa que operam na Jordânia, Marrocos, Síria e Tunísia. O eBMS integra currículos de gestão de negócios e ICTs em programas de graduação, mestrado e doutorado, bem como em projetos de pesquisa avançada focados em inovação digital e organizacional de setores tradicionais e complexos.

Os autores mostram uma análise aprofundada de como os indicadores de CI evoluíram no eBMS, no período de 2001-2008.

3.4.3.

Polônia: Universidade de Economia de Poznań

Outra iniciativa europeia importante refere-se ao Projeto intitulado “*The Poznan University of Economics Intellectual Capital Report 2005*”, conduzido por Fazlagic (2005) para a Universidade de Economia de Poznań, na Polônia. Esse autor concebeu um modelo conceitual para elaboração de relatórios de capital intelectual para a referida Universidade, a partir das diretrizes estabelecidas pela Danish Agency for Development of Trade and Industry (2000) para as empresas dinamarquesas (DATI, 2000; DMSTI, 2003a; 2003b).

Para o desenvolvimento do modelo, Fazlagic assumiu que o capital intelectual de uma universidade poderia ser expresso por apenas dois componentes: (i) capital humano; e (ii) capital estrutural. Também considerou que a mensuração do capital intelectual deveria levar em conta os diferentes tipos de ‘saídas’ (*output*), como por exemplo publicações, cursos oferecidos, assim como os resultados e impactos para os clientes, decorrentes da aplicação dos resultados. Na perspectiva de Fazlagic (2005), a mensuração do capital intelectual surgia na época como um importante mecanismo para promover o aumento da produtividade das universidades, cujas atividades principais são intensivas em conhecimento.

Segundo Fazlagic (2005), os indicadores para mensuração e avaliação do capital intelectual de uma universidade não devem ser apresentados de forma autônoma. No caso da Universidade de Economia de Poznań, desenvolveu-se uma estrutura com mais de 30 indicadores a serem considerados no relatório do capital intelectual da Universidade.

No que diz respeito à gestão estratégica dos ativos intangíveis, originalmente foi planejado desenvolver uma ferramenta de mensuração e avaliação de desempenho semelhante ao modelo *Balanced Scorecard* (BSC), criado por Kaplan e Norton (1997; 2000).

No entanto, percebeu-se que a implementação completa do BSC na Universidade seria um processo demorado e bastante complexo. De acordo com Fazlagic (2005), seria quase impossível envolver uma comunidade de várias centenas de pesquisadores, cada um deles perseguindo suas próprias estratégias

peçoais, na criação de uma visão estratégica e metas corporativas para uma universidade.

Devido ao baixo nível de codificação dos conhecimentos de gestão estratégica observado na época da concepção do modelo, desenvolveu-se uma ferramenta de autodiagnóstico mais simples que o BSC. Trata-se de uma lista de verificação compreendendo boas práticas de treze áreas de gestão estratégica (por exemplo, declaração de missão, certificação ISO, formação em administração de negócios da alta gerência da Universidade, etc.). O nível de implementação de cada prática é avaliado segundo uma escala Likert de quatro pontos (incipiente, em desenvolvimento, implementada, implementada em nível de excelência). O resultado final do autodiagnóstico é expresso em termos percentuais, de zero a 100% de implementação das práticas, por área considerada na ferramenta.

3.5. Escolha da abordagem metodológica para laboratórios de diagnóstico e ensaios de equipamentos elétricos

Para se desenvolver um modelo conceitual que considerasse as características e atribuições de laboratórios de diagnóstico e ensaios de equipamentos elétricos, levantaram-se, inicialmente, as seguintes questões:

- Como os ativos intangíveis desses laboratórios deverão ser definidos? Ativos intangíveis e capital intelectual podem ser considerados sinônimos nesse contexto?
- Qual a melhor categorização para mensurar e avaliar o capital intelectual dessas instituições?
- Como os ativos intangíveis contribuem para os processos-chave que criam valor para os laboratórios e seus *stakeholders*?
- Qual o impacto do efetivo gerenciamento dos ativos intangíveis nos resultados não-financeiros e no desempenho geral de um laboratório de diagnóstico e ensaios de equipamentos elétricos?

Com essas questões em mente, analisaram-se as iniciativas descritas neste capítulo (seção 3.1), visando justificar a escolha da abordagem metodológica mais adequada para fins do desenvolvimento de um modelo conceitual a ser aplicado em laboratórios de diagnóstico e ensaios de equipamentos elétricos.

Para essa avaliação, definiu-se um conjunto de premissas para o desenvolvimento do modelo objeto da presente pesquisa que, por sua vez, se

alinham aos objetivos da futura aplicação do modelo no âmbito da Rede de Laboratórios das Empresas Eletrobras (Relase). Assim, estabeleceu-se que o modelo deveria contemplar os seguintes aspectos:

- Abordagem holística e multidimensional para mensuração e avaliação dos ativos intangíveis da instituição: visando à identificação de seus pontos fortes e fracos em relação à gestão dos ativos intangíveis, segundo os três componentes do capital intelectual, mensurados e avaliados de forma holística;
- Alinhamento dos ativos intangíveis aos direcionadores estratégicos da instituição: pelo reconhecimento da importância estratégica do capital intelectual para o desempenho superior das instituições intensivas em conhecimento;
- Definição dos objetivos do conhecimento da instituição: permite associar diferentes elementos do capital humano, estrutural e relacional ao alcance desses objetivos, facilitando sobremaneira o alinhamento do CI aos direcionadores estratégicos da instituição. Os objetivos do conhecimento servem como ponte entre os elementos do CI e os direcionadores estratégicos;
- Abordagem metodológica orientada para processos (*process-oriented*): para permitir que os gestores relacionem a mensuração e avaliação dos ativos intangíveis à definição de metas associadas ao desempenho não-financeiro de suas atividades e a impactos para seus *stakeholders*;
- Diferenciação entre indicadores de processo e de resultados/impacto, conferindo as perspectivas de curto, médio e longo prazo no gerenciamento de ativos intangíveis pela instituição;
- Certo grau de harmonização e padronização dos indicadores: importante para assegurar a comparabilidade entre instituições congêneres;
- Flexibilidade na definição dos processos-chave: para permitir que os gestores considerem na fase de modelagem de processos as especificidades inerentes às atividades que a instituição executa; e
- Avaliação do contexto institucional: a avaliação do contexto no qual a instituição está inserida facilita o gerenciamento sistêmico do capital intelectual, incluindo a percepção das necessidades de informação por parte de seus *stakeholders*.

Como resultado da avaliação das iniciativas descritas neste capítulo, chegou-se à conclusão que o modelo ARCS contempla todos os aspectos acima descritos, devendo ser, portanto, adotado como base para o desenvolvimento do modelo proposto no capítulo a seguir.

4

Modelo conceitual para mensuração e avaliação de ativos intangíveis de laboratórios de diagnóstico e ensaios de equipamentos elétricos

Neste capítulo, propõe-se um modelo conceitual para mensuração e avaliação de ativos intangíveis de laboratórios de diagnóstico e ensaios de equipamentos elétricos, ressaltando-se os diferenciais deste modelo em relação às práticas atuais. O modelo compreende sete etapas e foi desenvolvido para ser aplicado em um dos Laboratórios do Centro de Pesquisas de Energia Elétrica (Cepel) em caráter de experiência piloto, na perspectiva de uma posterior replicação do modelo nos demais Laboratórios da Rede de Laboratórios do Sistema Eletrobras.

4.1.

Visão geral do modelo

A partir do referencial teórico abordado no capítulo 2 e considerando-se os perfis institucionais e as condicionantes externas da atuação dos laboratórios de diagnóstico e ensaios de equipamentos elétricos, a modelagem conceitual para mensuração e avaliação de seus ativos intangíveis baseou-se no modelo austríaco ARCS³ (Koch, Leitner e Bornemann, 2000; Leitner e Warden, 2003; Leitner, 2005).

A figura 4.1 representa esquematicamente o modelo austríaco ARCS, adaptado para o contexto dos laboratórios de diagnóstico e ensaios de equipamentos elétricos. Nesta figura, visualizam-se os componentes básicos que devem integrar uma sistemática de mensuração e avaliação do capital intelectual desses laboratórios, segundo um encadeamento lógico, que se inicia com a definição dos direcionadores estratégicos do laboratório em foco, passando pela identificação de seus ativos intangíveis com potencial de criação de valor e pelo mapeamento dos processos-chave, para, finalmente, mensurar e avaliar os resultados e impactos do efetivo gerenciamento de seus ativos intangíveis considerados estratégicos.

³ ARCS – *Austrian Research Centers Seibersdorf*.

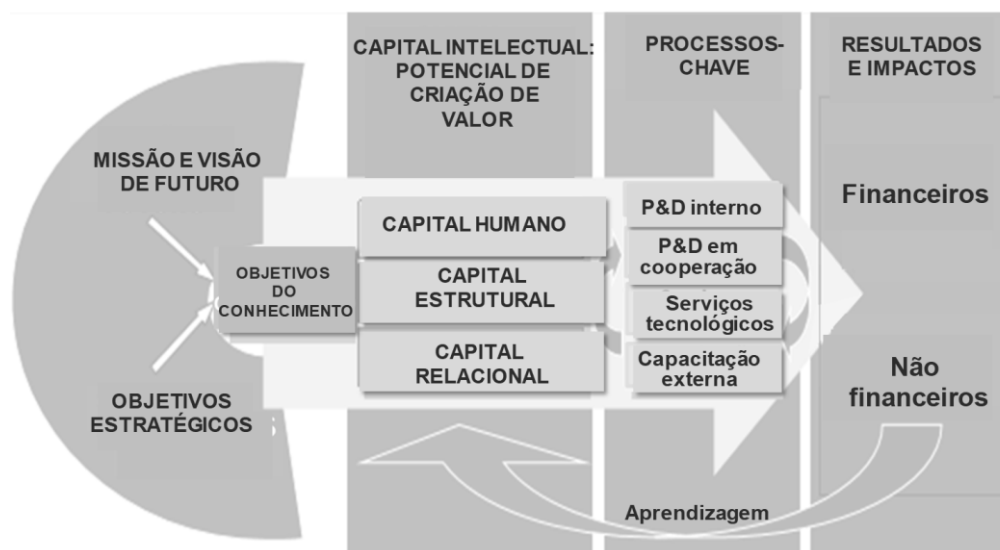


Figura 4.1 – Componentes do modelo austríaco ARCS para mensuração e avaliação do capital intelectual de instituições de C&T, adaptado para o contexto dos laboratórios de diagnóstico e ensaios de equipamentos elétricos

Fonte: Adaptação de Koch, Leitner e Bornemann, 2000.

Na fase de revisão bibliográfica da presente pesquisa, constatou-se que os trabalhos anteriores sobre modelos para mensuração e avaliação do capital intelectual de instituições de C&T e estudos empíricos relacionados a esta temática não se referem ao emprego de métodos multicritério para seleção de indicadores e métricas de capital intelectual, incluindo os de resultado e impactos do gerenciamento efetivo dos ativos intangíveis.

Buscando-se preencher esta lacuna, incorporou-se à estrutura lógica do modelo representado na figura 4.1 o emprego de métodos multicritério de apoio à decisão em ambientes de incerteza para validação de indicadores de mensuração e avaliação de ativos intangíveis. Propõe-se, assim, a adoção de uma abordagem multicritério, que integra os métodos *Fuzzy Analytical Hierarchy Process (Fuzzy-AHP)* (Buckley, 1985; Chang, 1996; Ayhan, 2013) e *Fuzzy Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution (Fuzzy-TOPSIS)* (Chen, 2000).

O modelo conceitual proposto para mensuração e avaliação de ativos intangíveis de laboratórios de diagnóstico e ensaios de equipamentos elétricos compreende sete etapas, como representado na figura 4.2.

Vale ressaltar que o modelo aqui proposto foi desenvolvido para ser aplicado experimentalmente no Laboratório de Diagnóstico em Equipamentos e Instalações Elétricas (Labdig) do Centro de Pesquisas de Energia Elétrica (Cepel), tendo em

vista sua futura replicação nos demais Laboratórios da Rede de Laboratórios do Sistema Eletrobras.



Figura 4.2 – Modelo conceitual para mensuração e avaliação de ativos intangíveis de laboratórios de diagnóstico e ensaios de equipamentos elétricos

4.2. Visão detalhada do modelo

Descrevem-se nesta seção as etapas que integram o modelo em foco, conforme fluxograma da figura 4.2.

4.2.1. Etapa 1: Definição da missão institucional, visão de futuro e objetivos estratégicos do Laboratório

Esta primeira etapa do modelo refere-se à definição dos chamados direcionadores estratégicos, por parte dos gestores de um dado laboratório de diagnóstico e ensaios de equipamentos elétricos, doravante denominado Laboratório.

Os direcionadores estratégicos correspondem à declaração da missão institucional, visão de futuro e objetivos estratégicos do Laboratório. Para fins da aplicação do modelo aqui proposto, torna-se necessário conceituar esse conjunto de direcionadores, adotando-se definições consagradas da literatura de planejamento estratégico (Ansoff, 1990; Kaplan e Norton, 1997; 2000; Kaplan, 2004; Mintzberg *et al.*, 2000; Prahalad e Hamel, 2004; Porter, 2004; Porter e Kramer, 2006).

O quadro 4.1 sintetiza as definições que deverão ser adotadas na fase aplicada desta pesquisa e pelos laboratórios interessados em seus resultados.

Quadro 4.1 – Conceitos básicos de direcionadores estratégicos

Direcionador estratégico	Definição
Missão	É a declaração sobre o que é a organização, qual é seu propósito fundamental, a finalidade de sua existência, o motivo pela qual foi criada. A missão define a identidade da organização e não costuma mudar ao longo do tempo.
Visão de futuro	Representa um estado futuro para a organização, onde ela deseja chegar, o que quer alcançar em um dado horizonte de tempo. Diferente da missão, a visão é criada para um período de tempo pré-determinado, portanto a visão pode mudar ao longo do tempo, de acordo com o momento em que a organização se encontra.
Objetivos estratégicos	Com base na missão e na visão de futuro, no mapeamento das competências organizacionais (atuais e futuras) e na análise do ambiente externo, definem-se os objetivos estratégicos para a organização. Os objetivos estratégicos traduzem-se em metas globais e amplas da organização para cumprimento de sua missão e alcance da visão de futuro.

Fonte: Elaboração própria, com base em Ansoff (1990) e outros autores citados nesta subseção.

4.2.2.

Etapla 2: Definição dos objetivos do conhecimento do Laboratório

Uma vez definidos os direcionadores estratégicos, a segunda etapa tem por objetivo definir os objetivos do conhecimento para o cumprimento da missão e alcance da visão de futuro e dos objetivos estratégicos, como base para a mensuração e avaliação dos ativos intangíveis do Laboratório. A exemplo da etapa anterior, consultaram-se trabalhos de referência sobre gestão do conhecimento (Nonaka e Takeuchi, 1997; Davenport e Prusak, 2003; Probst, *et al.*, 2002) para conceituar ‘objetivos do conhecimento’. Para fins da presente pesquisa, ‘objetivos do conhecimento’ são aqueles objetivos que definem as áreas nas quais habilidades, estruturas e relacionamentos específicos devem ser construídos ou melhorados para o cumprimento da missão, alcance da visão de futuro e dos objetivos estratégicos do Laboratório.

Alguns exemplos de objetivos de conhecimento de instituições de C&T da Áustria e da Alemanha encontram-se descritos em Leitner e Warden (2003); Leitner (2005); e Leitner *et al.*, 2014).

4.2.3.

Etapla 3: Mapeamento dos processos-chave do Laboratório

A terceira etapa do modelo consiste do mapeamento dos processos-chave do Laboratório, tendo em vista a criação de valor para as diversas partes interessadas, como empresas clientes; instituições de C&T e laboratórios parceiros; patrocinadores; agências reguladoras e de fomento, dentre outras.

Optou-se nesta etapa pelo uso da abordagem metodológica de mapeamento de processos proposta em Damelio (2011). Segundo esse autor, mapear um processo envolve o entendimento das etapas que o compõem, formalizando-se uma linguagem comum a todos da organização.

O emprego de ferramentas de mapeamento dos processos-chave do Laboratório é essencial para a identificação dos ativos intangíveis críticos que deverão ser efetivamente gerenciados para melhoria de seu desempenho organizacional e alcance dos objetivos do conhecimento definidos na etapa anterior. Em outras palavras, a análise estruturada dos processos-chave permite verificar como devem ser mobilizados os recursos estratégicos, além de possibilitar um melhor entendimento dos processos atuais e a eliminação ou simplificação dos processos que necessitam de mudanças (Damelio, 2011).

Com base em Damelio (2011), propõe-se um formulário elaborado para fins de aplicação do modelo em um contexto organizacional real (quadro 4.2). Adicionalmente, recomenda-se o desenho do fluxograma do processo-chave com base nas informações do formulário já preenchido.

Quadro 4.2 – Mapeamento de um processo-chave genérico do Laboratório na perspectiva da mensuração e avaliação de seus ativos intangíveis

Item	Descrição
Impulsionadores-chave	Fatores que influenciam ou influenciarão positivamente o desempenho do processo-chave em foco, podendo ser internos ou externos ao Laboratório. Exemplo de impulsionador externo: política pública de Ciência e Tecnologia focalizando áreas de interesse do Laboratório. Outro exemplo, agora interno, capacidade inovativa e desempenho inovador relacionados ao processo-chave em questão.
Alinhamento estratégico (por relevância)	Identificação dos objetivos estratégicos do Laboratório e dos objetivos do conhecimento aos quais o processo-chave em foco está mais alinhado. Listagem dos objetivos estratégicos e do conhecimento, por ordem de importância.
Entradas	Compreendem recursos humanos, estruturais e relacionais para execução das atividades previstas na execução no processo-chave em questão.
Atividades	Atividades previstas na execução do processo-chave em questão.
Saídas	Compreendem os produtos ou resultados esperados com a execução do processo-chave (<i>outputs</i>).
Elementos de capital humano	Elementos do processo-chave associados à capacidade, ao conhecimento, a habilidades e experiências individuais dos colaboradores, podendo ser agrupados elementos como criatividade, capacidade de trabalho em equipe e de relacionamento interpessoal, liderança, proatividade, competências individuais e organizacionais, dentre outros.
Elementos de capital estrutural	Elementos do processo-chave relacionados à infraestrutura que serve como suporte ao capital humano do Laboratório. Incluem os sistemas e controles, processos e redes funcionais, políticas, normas internas e podem ser desenvolvidos por meio de sistemas de informação, padronização de processos, procedimentos, intranets, banco de dados, dentre outros mecanismos.
Elementos de capital relacional	Elementos do processo-chave referentes ao relacionamento que o Laboratório possui com as partes interessadas externas, ou seja, clientes, fornecedores, parceiros, órgãos públicos.

Fonte: Elaboração própria, a partir dos conceitos apresentados nos capítulos 2 e 3.

Nota: Destacam-se os elementos centrais do mapeamento de processo propriamente dito.

4.2.4.

Etapla 4: Construção coletiva do mapa do conhecimento do Laboratório e proposição de indicadores de capital intelectual

A quarta etapa do modelo consiste na construção coletiva do mapa do conhecimento do Laboratório e na proposição dos indicadores de capital intelectual associados ao mapa. Isso quer dizer que a participação de todos os membros da equipe do Laboratório neste processo de construção do mapa é fundamental para que se possam organizar, em uma estrutura hierárquica, conhecimentos que já se encontram maduros no mundo e de domínio pleno pelo Laboratório até aqueles que se encontram em estágio de desenvolvimento em nível mundial e que possam ser objeto de projetos de P&D pelo Laboratório.

Optou-se nesta etapa pelo uso da abordagem metodológica de Gordon (2000), que apresenta uma rede hierárquica de conhecimento, na qual uma estrutura procura

evidenciar as relações de dependência do conhecimento. Segundo este autor, o aprendizado ou um novo conhecimento depende intrinsecamente de um conhecimento prévio. Essa dependência é representada graficamente nesta rede hierárquica. Exemplos ilustrativos podem ser visualizados em Gordon (2000).

Em complementação à abordagem de Gordon (2000), optou-se ainda pelo emprego da ferramenta *Technology Readiness Level* (TRL), pela sua ampla adoção por ICTs e empresas inovadoras (Tomaschek *et al.*, 2015; Altunok e Cakmak, 2010) e por órgãos do governo dos EUA como o US Department of Defense (2011) e o US Department of Energy (2013).

A TRL é uma ferramenta de demonstração que avalia a maturidade de um conhecimento, tecnologia, produto ou projeto, fornecendo aos gestores, técnicos e pesquisadores um entendimento comum mediante uma métrica do estágio em que se encontra o item avaliado. Ela foi criada por Stan Sadin, pesquisador da NASA, nas décadas de 1960-1970 e consiste em uma escala de 9 níveis para a definição do estágio de maturidade tecnológica do item que está sendo avaliado (Tomaschek *et al.*, 2015).

A figura 4.3 apresenta a Escala TRL para a classificação de um conhecimento ou tecnologia adotada ou em desenvolvimento pelo Laboratório.

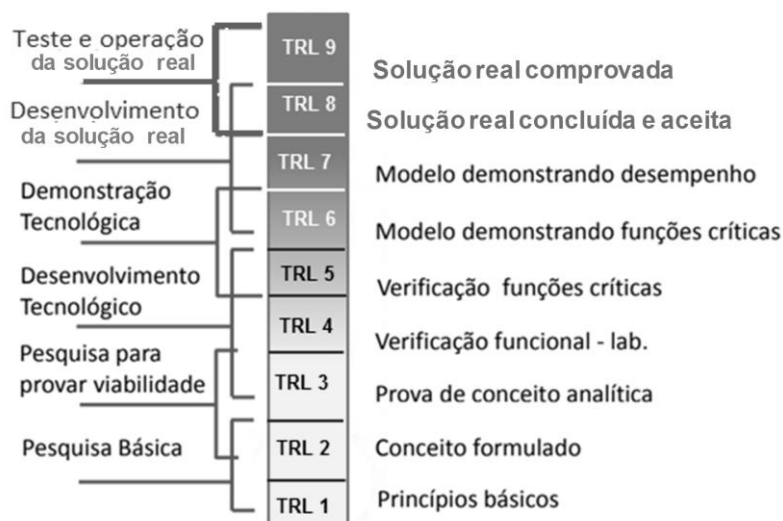


Figura 4.3 - Escala TRL para a classificação de um conhecimento ou tecnologia adotada ou em desenvolvimento pelo Laboratório

Fonte: Adaptação de Tomaschek *et al.* (2015); US DoE (2013); US DoD (2011).

Como pode ser observado na figura 4.3, a escala de maturidade ou prontidão tecnológica definida na ferramenta TRL varia de 1 a 9, em função da observação de parâmetros atribuídos ao conhecimento ou tecnologia em análise, podendo ser

uma nova ideia, conceito ou resultado científico; ou um novo produto ou processo; ou ainda a integração desse conhecimento em um sistema existente ou inovador.

Os indicadores para mensuração e avaliação do capital intelectual (CI) do Laboratório, último passo desta quarta etapa, deverão ser utilizados para explicar o potencial de agregação de valor de seu capital humano, estrutural e relacional, tendo em vista o alcance das metas de desempenho relacionadas aos objetivos estratégicos e do conhecimento estabelecidos nas etapas iniciais de aplicação do modelo. Esses indicadores referem-se a: (i) capital humano; (ii) capital estrutural; e (iii) capital relacional. Para fins de proposição desses indicadores, devem ser adotadas as definições do quadro 4.3.

Quadro 4.3 – Definições de capital intelectual (CI) a serem adotadas na aplicação do modelo pelo Laboratório

Componente de CI	Definição
Capital humano	É toda a capacidade, conhecimento, habilidades e experiências individuais dos colaboradores, podendo ser agrupados elementos como criatividade, capacidade de trabalho em equipe e de relacionamento interpessoal, liderança, proatividade, competências individuais e organizacionais, dentre outros. Para elevar a eficiência das organizações é necessário aumentar as fontes intelectuais de conhecimento.
Capital estrutural	Consiste na infraestrutura que serve como suporte para o capital humano das organizações, ou seja, tudo o que permanece na empresa depois que os colaboradores voltam para casa, exceto a infraestrutura física (edificações, utilidades e equipamentos, considerados como ativos tangíveis). Inclui os sistemas corporativos, a documentação técnica e institucional, os processos e procedimentos padronizados, intranets, políticas e normas internas, dentre outros mecanismos organizacionais
Capital relacional	Consiste no relacionamento que a organização possui com seus <i>stakeholders</i> externos, ou seja, clientes, fornecedores, parceiros, órgãos públicos. Esse capital está intimamente ligado com a confiança entre os atores, fidelização, retenção e satisfação do cliente, relacionamento com a cadeia de valor, conquista de novos clientes e manutenção dos atuais.

Com base no mapa do conhecimento do Laboratório e com a avaliação dos conhecimentos que integram a estrutura desse mapa pela TRL, o Laboratório será capaz de mensurar em uma escala de 1 a 9 o estágio de maturidade de um determinado conhecimento ou tecnologia de seu mapa em diversos níveis (mundo, país e Laboratório). Seu uso é especialmente relevante para a definição de indicadores e metas de avanço do conhecimento do Laboratório em áreas consideradas críticas para cumprimento dos objetivos estratégicos e do conhecimento definidos na primeira etapa do modelo.

Exemplos de indicadores de capital humano, estrutural e relacional de instituições de C&T encontram-se nos trabalhos de Koch, Leitner e Bornemann (2000); Leitner e Warden (2003) e Leitner (2005).

4.2.5.

Etapla 5: Proposição de indicadores de resultado e de impacto

A quinta etapa do modelo refere-se à proposição de indicadores de resultado e de impacto classificados em cinco dimensões, a saber:

- Avanço do conhecimento do Laboratório;
- Benefícios econômicos potenciais das atividades do Laboratório;
- Resultados e impactos das atividades do Laboratório para as empresas clientes;
- Resultados e impactos da cooperação do Laboratório com outros laboratórios congêneres e outras ICTs;
- Resultados socioambientais das atividades do Laboratório.

Com base no mapeamento dos processos-chave e nos exemplos de indicadores de resultado e impacto das atividades de instituições de C&T apresentados em diversos trabalhos (Cricelli *et al.*, 2018; Leitner *et al.*, 2014; Ramírez Córcoles, 2013; Gonzalez-Loureiro e Teixeira, 2012; Secundo, Margherita, Elia e Passiante, 2010; Lee, 2010; Sánchez *et al.*, 2009; Leitner, 2005; Leitner, 2004; Leitner e Warden, 2003; Koch, Leitner e Bornemann, 2000), deverão ser propostos nesta etapa do modelo os indicadores e métricas para mensurar e avaliar os resultados e impactos das atividades do Laboratório nas dimensões acima mencionadas.

A exemplo das etapas anteriores, torna-se necessário conceituar e distinguir os diversos tipos de indicadores a serem propostos na fase aplicada da presente pesquisa e pelos laboratórios interessados em seus resultados.

De acordo com o Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão (Brasil, 2010; 2012), os indicadores de resultado e de impacto podem ser diferenciados da seguinte forma:

- Indicadores de resultados: procuram representar os efeitos diretos, imediatos e concretos de uma atividade, projeto ou programa; e
- Indicadores de impacto: procuram medir as consequências dos resultados de uma atividade, projeto ou programa, além dos efeitos imediatos que têm sobre os seus beneficiários, ou seja, os efeitos de médio e longo prazo que afetarão, quer os seus beneficiários diretos, quer uma população mais ampla (impacto geral).

Exemplos de indicadores de resultado e de impacto da atuação de instituições de C&T encontram-se nos trabalhos de Koch, Leitner e Bornemann (2000); Leitner e Warden (2003) e Leitner (2005).

4.2.6.

Etapa 6: Validação dos indicadores propostos com emprego de métodos *fuzzy* multicritério de apoio à decisão

A sexta etapa tem por objetivo validar os indicadores propostos na etapa anterior e compreende os seguintes passos:

- Definição da estrutura hierárquica de decisão e critérios para validação dos indicadores para mensuração e avaliação dos ativos intangíveis do Laboratório;
- Atribuição de pesos aos critérios pelo método *fuzzy* AHP;
- Avaliação quantitativa do grau de atendimento dos indicadores aos critérios pelo método *fuzzy* TOPSIS; e
- Avaliação qualitativa a partir dos resultados da avaliação quantitativa do grau de atendimento dos indicadores propostos aos critérios previamente estabelecidos.

4.2.6.1.

Estrutura hierárquica de decisão e critérios para validação dos indicadores propostos para o Labdig

A definição da estrutura hierárquica de decisão para aplicação dos referidos métodos multicritério *fuzzy* deverá seguir o esquema genérico mostrado na figura 4.4, que teve como base as estruturas propostas por Saaty (1991) e Hwang e Yoon (1981), para aplicação dos métodos AHP e TOPSIS, respectivamente.

A partir da estrutura hierárquica de decisão representada na figura 4.4, definem-se os critérios, situados no nível da estrutura abaixo do objetivo de decisão, que neste modelo se refere à validação dos indicadores propostos para a mensuração e avaliação dos ativos intangíveis do Laboratório em foco.

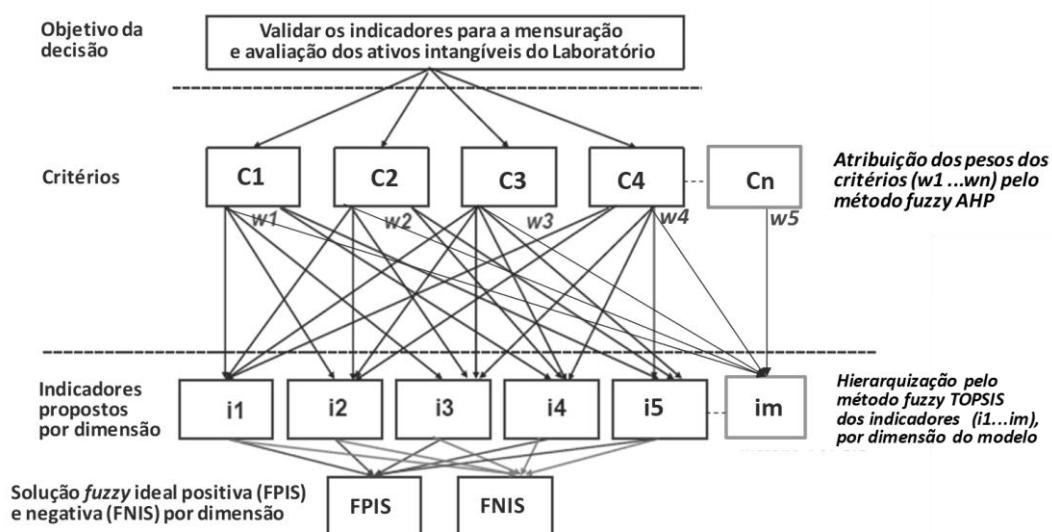


Figura 4.4 – Estrutura hierárquica de decisão para validação dos indicadores propostos para mensuração e avaliação dos ativos intangíveis do Laboratório

Fonte: Elaboração própria, com base em Saaty (1991) e Hwang e Yoon (1981).

Com base em referenciais consagrados, como as diretrizes do Projeto MERITUM, da Comunidade Europeia (MERITUM Project, 2002; Bukh e Johanson, 2003) e as diretrizes para construção de indicadores, estabelecidas pelo Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão (Brasil, 2010; 2012), recomendam-se para esta etapa de aplicação do modelo o emprego dos critérios definidos no quadro 4.4.

Quadro 4.4 – Proposição de critérios para validação dos indicadores

Ref.	Critério	Descrição
C1	Relevância	O indicador deve revelar o grau de relevância da mensuração em relação à dimensão considerada e ao atendimento às necessidades de informação dos interessados.
C2	Mensurabilidade	O indicador deve contar com uma capacidade de mensuração, além de uma ótima precisão sem ambiguidade. O custo da coleta dos dados é compensado pelos benefícios que são gerados a partir das informações resultantes do indicador.
C3	Comparabilidade	O indicador deve ser comparável e para isso deverá ser calculado e apresentado, seguindo critérios claros e adotados por outras organizações congêneres, permitindo, assim, sua comparação.
C4	Confiabilidade	Deve ser proveniente de fontes seguras, íntegras, sem a possibilidade de manipulação de resultados. A mensuração deve ser objetiva, verdadeira e verificável.
C5	Rastreabilidade	Deve ser rastreável e conter informações necessárias de fontes confiáveis, que possam ser acessadas em qualquer momento que se fizer necessário.

Fonte: Elaboração própria, a partir de MERITUM Project (2002) e Bukh e Johanson (2003).

4.2.6.2.

Atribuição dos pesos aos critérios pelo método *fuzzy* AHP

A atribuição dos pesos aos critérios estabelecidos no passo anterior requer a participação de especialistas (decisores) para julgar a importância de cada critério em relação aos demais, de acordo com a preferência estabelecida entre eles. Para tal, na fase de aplicação do modelo deverá ser adotada a escala concebida por Chang (1996) para aplicação do método AHP em ambientes de incerteza. Nessa escala, definem-se números *fuzzy* triangulares correspondentes aos termos linguísticos da importância atribuída pelos especialistas a cada critério em relação aos demais (quadro 4.5).

Quadro 4.5 – Termos linguísticos e correspondentes números *fuzzy* triangulares para comparação pareada dos critérios de decisão

Nível de importância	Termo linguístico	Conceituação	Escala <i>fuzzy</i> triangular
1	Mesma importância	Os dois atributos contribuem igualmente para o objetivo.	(1, 1, 1)
3	Importância moderada de uma sobre a outra	A experiência e o julgamento favorecem levemente um atributo em relação ao outro.	(2, 3, 4)
5	Importância grande ou essencial	A experiência e o julgamento favorecem fortemente um atributo em relação ao outro.	(4, 5, 6)
7	Importância muito grande ou demonstrada	Um atributo é muito fortemente favorecido em relação ao outro; sua dominação de importância é demonstrada na prática.	(6, 7, 8)
9	Importância absoluta	A evidência favorece um atributo em relação ao outro com o mais alto grau de certeza	(9, 9, 9)
2	Valores intermediários entre os valores adjacentes.	Quando se procura uma condição de compromisso entre as duas definições	(1, 2, 3)
4			(3, 4, 5)
6			(5, 6, 7)
8			(7, 8, 9)

Fonte: Elaboração a partir de Chang (1996); e Ayhan (2013).

A título de ilustração, se um especialista julgar que o critério 1 (C1) é moderadamente mais importante do que o critério 2 (C2), significa que na escala *fuzzy* triangular o critério 1 em relação ao critério 2 será (2, 3, 4), expresso por um número *fuzzy* triangular ao invés do número *crisp* 3. Já a comparação pareada de C2 com C1, de acordo com a escala *fuzzy* triangular, deverá ser (1/4, 1/3, 1/2).

A matriz de comparação pareada é expressa pela equação (1), a seguir. Nessa equação, \tilde{d}_{ij}^k indica a preferência do k -ésimo especialista sobre o i -ésimo critério

em relação ao j -ésimo critério, via números *fuzzy* triangulares⁴. Por exemplo, \tilde{d}_{12}^1 representa a preferência do primeiro especialista do primeiro critério sobre o segundo critério, ou seja $\tilde{d}_{12}^1 = (2,3,4)$.

$$\tilde{A}^k = \begin{bmatrix} \tilde{d}_{11}^k & \cdots & \tilde{d}_{1n}^k \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \tilde{d}_{n1}^k & \cdots & \tilde{d}_{nn}^k \end{bmatrix} \quad (01)$$

Se existirem vários (K) especialistas e gestores no processo de tomada de decisão, então a média das preferências de todos os participantes \tilde{d}_{ij}^k deverá ser calculada, conforme equação 02.

$$\tilde{d}_{ij} = \frac{\sum_{k=1}^K \tilde{d}_{ij}^k}{K} \quad (02)$$

De acordo com a média das preferências, a matriz de comparação pareada deverá ser atualizada como na equação 03.

$$\tilde{A} = \begin{bmatrix} \tilde{d}_{11} & \cdots & \tilde{d}_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \tilde{d}_{n1} & \cdots & \tilde{d}_{nn} \end{bmatrix} \quad (03)$$

Segundo Buckley (1985), a média geométrica dos valores *fuzzy* correspondentes a cada critério deverá ser calculada pela equação 04.

$$\tilde{r}_i = \left(\prod_{j=1}^n \tilde{d}_{ij} \right)^{1/n}, i = 1, 2, \dots, n \quad (04)$$

Os pesos *fuzzy* de cada critério poderão ser gerados conforme a equação 05, em três passos. O primeiro passo consiste em calcular a soma vetorial de cada \tilde{r}_i . No segundo passo, calcula-se a potência (-1) da soma vetorial resultante e substitui-se o número *fuzzy* triangular. Por fim, para achar o peso *fuzzy* dos critérios i (\tilde{w}_i), deve-se multiplicar cada \tilde{r}_i por seu vetor reverso.

$$\tilde{w}_i = \tilde{r}_i \oplus (\tilde{r}_1 \oplus \tilde{r}_2 \oplus \dots \oplus \tilde{r}_n)^{-1} = (lw_i, mw_i, uw_i) \quad (05)$$

Uma vez que os \tilde{w}_i são números *fuzzy* triangulares, torna-se necessário defuzzificá-los pelo método proposto por Chou e Chang (2008), aplicando-se a equação 06.

$$M_i = \frac{lw_i + mw_i + uw_i}{3} \quad (06)$$

⁴ O acento 'til' nas equações representa um número *fuzzy* triangular.

Onde: lw_i , mw_i e uw_i correspondem aos valores mínimo, intermediário e máximo dos números *fuzzy* triangulares correspondentes aos pesos dos critérios.

O número não *fuzzy* resultante M_i requer normalização, conforme equação 07, para se obter a hierarquização final pela ordem de importância.

$$N_i = \frac{M_i}{\sum_{i=1}^n M_i} \quad (07)$$

A análise de consistência das matrizes de comparação pareadas *fuzzy* pelo índice de consistência (IC) pode ser realizada pelo método clássico AHP, pois quando a comparação da matriz *crisp* (valores reais fixos) A for consistente, significa que a matriz de comparação *fuzzy* \tilde{A} também será consistente. O índice randômico (IR) é um valor tabelado de consistência aleatório, como indicado na tabela 4.1 (Saaty, 1991).

$$RC = \frac{IC}{IR} \quad (08)$$

$$IC = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} \quad (09)$$

A razão de consistência (RC) calculada pela equação 08 permite estimar a consistência das comparações pareadas. Se $RC \leq 0,10$, então a consistência das comparações será aceita. Caso contrário, torna-se necessária a revisão dos julgamentos pelos especialistas. Na equação 09, λ_{max} é o maior autovalor e n o tamanho da matriz.

Tabela 4.1 – Índice de consistência aleatória (IR)

Tamanho n	1	2	3	4	5	6	7	8
IR	0	0	0,52	0,89	1,11	1,25	1,35	1,40

Fonte: Saaty (1991).

4.2.6.3.

Avaliação quantitativa do grau de atendimento dos indicadores aos critérios pelo método *fuzzy* TOPSIS

Propõe-se que a avaliação quantitativa do grau de atendimento dos indicadores aos critérios seja realizada pelo método *fuzzy* TOPSIS, em função da incerteza inerente ao ambiente de decisão, conforme descrição de Chen (2000).

A exemplo da aplicação do método *fuzzy* AHP para definição dos pesos dos critérios de decisão, o emprego do método *fuzzy* TOPSIS também requer a participação de especialistas (decisores) para julgar o grau de atendimento de cada indicador aos critérios de decisão previamente ponderados pelo método *fuzzy* AHP.

Na fase de aplicação do modelo, deverá ser adotada a escala concebida por Chen (2000) para emprego do método *fuzzy* TOPSIS em ambientes de incerteza, sem, porém, considerar valores nulos como em Chen (2000).

No quadro 4.6, definem-se números *fuzzy* triangulares correspondentes aos termos linguísticos do grau de atendimento aos critérios, atribuídos pelos especialistas a cada indicador em análise.

Quadro 4.6 – Termos linguísticos e correspondentes números *fuzzy* triangulares para avaliação quantitativa dos indicadores pelo método *fuzzy* TOPSIS

Grau de atendimento ao critério	Termo linguístico	Escala <i>fuzzy</i> triangular
1	Muito baixo (MB)	(1, 1, 1)
3	Baixo (B)	(2, 3, 4)
5	Médio (M)	(4, 5, 6)
7	Alto (A)	(6, 7, 8)
9	Muito alto (MA)	(9, 9, 9)
2	Valores intermediários entre os valores adjacentes.	(1, 2, 3)
4		(3, 4, 5)
6		(5, 6, 7)
8		(7, 8, 9)

Fonte: Adaptação de Chen (2000).

A aplicação do método *fuzzy* TOPSIS inicia-se pela consulta a especialistas sobre o grau de atendimento de cada indicador de uma determinada dimensão do modelo (capital humano, por exemplo) aos critérios definidos e ponderados anteriormente. Aos termos linguísticos fornecidos pelos especialistas (DM_r), agregam-se números *fuzzy* triangulares, conforme escala apresentada no quadro 4.6.

A equação 10 deve ser usada para agregar as pontuações atribuídas aos indicadores, aqui denominados como alternativas (A_i).

Nesta equação, \tilde{X}_{ij} refere-se ao grau de atendimento ao critério C_j ($j = 1, \dots, m$), atribuído à alternativa A_i ($i = 1, \dots, n$), avaliado pelo decisor DM_r ($r = 1, \dots, k$).

As avaliações dos pesos dos critérios são agregadas usando a equação 11, na qual \tilde{W}_j corresponde ao peso do critério, dado por DM_r .

$$\tilde{X}_{ij} = \frac{1}{K} [\tilde{x}_{ij}^1 + \tilde{x}_{ij}^r + \dots + \tilde{x}_{ij}^k] \quad (10)$$

$$\tilde{w}_{ij} = \frac{1}{K} [\tilde{w}_j^1 + \tilde{w}_j^2 + \dots + \tilde{w}_j^k] \quad (11)$$

Na sequência, deve-se construir uma matriz de decisão *fuzzy* \tilde{D} para as pontuações das alternativas em um vetor *fuzzy* \tilde{W} para o peso dos critérios, de acordo com as equações 12 e 13, respectivamente.

$$\tilde{D} = \begin{matrix} & \begin{matrix} C_1 & C_2 & \dots & C_j & \dots & C_m \end{matrix} \\ \begin{matrix} A_1 \\ \vdots \\ A_i \\ \vdots \\ A_n \end{matrix} & \begin{bmatrix} \tilde{x}_{11} & \tilde{x}_{12} & \dots & \tilde{x}_{1j} & \dots & \tilde{x}_{1m} \\ \vdots & \vdots & & \vdots & & \vdots \\ \tilde{x}_{i1} & \tilde{x}_{i2} & \dots & \tilde{x}_{ij} & \dots & \tilde{x}_{im} \\ \vdots & \vdots & & \vdots & & \vdots \\ \tilde{x}_{n1} & \tilde{x}_{n2} & \dots & \tilde{x}_{nj} & \dots & \tilde{x}_{nm} \end{bmatrix} \end{matrix} \quad (12)$$

$$\tilde{W} = [\tilde{w}_1, \tilde{w}_2, \dots, \tilde{w}_m] \quad (13)$$

Em seguida, a matriz \tilde{D} deve ser normalizada, utilizando-se uma escala de transformação linear. A matriz normalizada \tilde{R} é dada pela equação 14, sendo \tilde{r}_{ij} obtido por meio das equações 15 ou 16 (correspondentes aos casos de critérios de benefício ou de custo).

$$\tilde{R} = [\tilde{r}_{ij}]_{m \times n} \quad (14)$$

$$\tilde{r}_{ij} = \left(\frac{l_{ij}}{u_j^+}, \frac{m_{ij}}{u_j^+}, \frac{u_{ij}}{u_j^+} \right) \quad (15)$$

sendo $u_j^+ = \max_i u_{ij}$ (critérios de benefício)

$$\tilde{r}_{ij} = \left(\frac{l_j^-}{u_{ij}}, \frac{l_j^-}{m_{ij}}, \frac{l_j^-}{l_{ij}} \right) \quad (16)$$

sendo $l_j^+ = \min_i l_{ij}$ (critérios de custo)

Para a obtenção da matriz normalizada e ponderada \tilde{V} , utiliza-se a equação 17, por meio da multiplicação dos pesos \tilde{w}_j pelos elementos \tilde{r}_{ij} da matriz normalizada, de acordo com a equação 18.

$$\tilde{V} = [\tilde{v}_{ij}]_{m \times n} \quad (17)$$

$$\tilde{v}_{ij} = \tilde{r}_{ij} * \tilde{w}_j \quad (18)$$

O próximo passo da aplicação do método *fuzzy* TOPSIS é calcular a solução ideal positiva *fuzzy* (*Fuzzy Positive Ideal Solution*, FPIS, A^+) e a solução ideal negativa (*Fuzzy Negative Ideal Solution*, FNIS, A^-), conforme as equações 19 e 20, nas quais $\tilde{v}_j^+ = (1, 1, 1)$ e $\tilde{v}_j^- = (0, 0, 0)$.

$$A^+ = \{\tilde{v}_1^+, \tilde{v}_j^+, \dots, \tilde{v}_m^+\} \quad (19)$$

$$A^- = \{\tilde{v}_1^-, \tilde{v}_j^-, \dots, \tilde{v}_m^-\} \quad (20)$$

Para o cálculo da distância D_i^+ entre os valores de FPIS e as pontuações das alternativas da matriz \tilde{V} , deve-se usar a equação 21. Analogamente, o cálculo da distância D_i^- entre os valores FNIS e as pontuações das alternativas deve ser realizado conforme equação 22.

Nas equações 21 e 22, $d(\tilde{x}, \tilde{z})$ representa a distância entre dois números *fuzzy*, que pode ser obtida utilizando-se a equação 23 (para o caso de números *fuzzy* triangulares).

$$D_i^+ = \sum_{j=1}^n d_v(\tilde{v}_{ij}, \tilde{v}_j^+) \quad (21)$$

$$D_i^- = \sum_{j=1}^n d_v(\tilde{v}_{ij}, \tilde{v}_j^-) \quad (22)$$

$$d(\tilde{x}, \tilde{z}) = \sqrt{\frac{1}{3}[(l_x - l_z)^2 + (m_x - m_z)^2 + (u_x - u_z)^2]} \quad (23)$$

Para cada um dos indicadores avaliados, deve-se calcular o coeficiente de aproximação CC_i com a FPSIS e a FNIS, de acordo com a equação 24.

$$CC_i = \frac{D_i^-}{(D_i^+ + D_i^-)} \quad (24)$$

Finalmente, obtém-se a hierarquização dos indicadores propostos para cada uma das dimensões do modelo, pela ordem decrescente dos valores de CC_i . Quanto mais próximo a 1,0 for este valor, melhor é o grau de atendimento do indicador aos critérios de decisão.

4.2.6.4.

Avaliação qualitativa dos indicadores propostos aos critérios previamente estabelecidos

De posse dos resultados da avaliação quantitativa do grau de atendimento dos indicadores de cada dimensão do modelo aos critérios de decisão, deve-se realizar uma avaliação qualitativa da hierarquização dos indicadores (em cada dimensão),

com o objetivo de viabilizar a mensuração e aumentar o grau de confiabilidade e de rastreabilidade daqueles posicionados nos níveis inferiores.

4.2.7.

Etapla 7: Elaboração das identidades dos indicadores validados e respectivas métricas

Define-se no quadro 4.7 um metamodelo para especificar as identidades dos indicadores validados e respectivas métricas para mensuração e avaliação dos ativos intangíveis dos Laboratório.

Quadro 4.7 – Metamodelo para elaboração das identidades dos indicadores validados e respectivas métricas

Caracterização do indicador	
Nome	Nome atribuído ao indicador e respectiva sigla, se aplicável.
Fórmula	Formula para cálculo do indicador
Unidade de medida	Unidade de medida resultante
Necessidade de informações atendida	Necessidade que motivou a seleção do indicador, diretamente relacionada aos objetivos de mensuração e avaliação dos ativos intangíveis do Laboratório.
Aplicabilidade	Informação sobre o nível organizacional de mensuração.
Coleta dos dados-base	
Responsável	Órgão/profissional responsável pela coleta dos dados para apuração do indicador
Fonte	Sistemas de informação gerencial (SIG) ou outros sistemas utilizados pelos gestores do Laboratório (por exemplo, banco de dados dos recursos humanos).
Periodicidade	Periodicidade com que deve ser realizada a coleta dos dados-base para a medição ou evento que sinalize a necessidade de nova coleta de dados.
Procedimento	Instruções sobre as atividades que devem ser realizadas para se obter os dados-base para o indicador.
Metodologia de cálculo para apuração do indicador	
Responsável	Órgão/profissional responsável pelo cálculo (apuração) do indicador.
Procedimento	Instruções sobre como ter acesso aos dados-base coletados anteriormente e sobre como efetuar o cálculo do indicador.
Período de abrangência do cálculo	Refere-se ao período de tempo abrangido na apuração, que neste caso deverá ser anual.

Quadro 4.7 – Metamodelo para elaboração das identidades dos indicadores validados e respectivas métricas (cont.)

Análise pós-cálculo	
Responsável	Órgão/profissional responsável pela análise do indicador apurado e por fornecer sugestões de ações gerenciais para tratamento dos eventuais desvios na coleta de dados-base ou no cálculo do indicador.
Procedimento	Instruções sobre como efetuar a análise do indicador obtido, incluindo o significado de faixas de valores dos indicadores em relação a metas estratégicas associadas aos ativos intangíveis.
Possíveis causas de desvios	Indicação de possíveis causas de desvios na coleta de dados-base ou no cálculo do indicador.
Possíveis ações gerenciais	Sugestões de possíveis ações gerenciais para tratamento dos desvios na coleta de dados-base ou no cálculo do indicador.
Disponibilização dos resultados para tomada de decisão	
Divulgação	Instrumento utilizado para apresentar aos interessados o valor do indicador, sua análise e ações gerenciais
Segurança da informação	
Local de armazenamento das informações	Local e armazenamento dos valores apurados para o indicador, juntamente com suas análises.
Nível de acesso	Órgãos e setores que deverão possuir acesso aos indicadores apurados e suas análises.
Integridade dos dados	Procedimentos adicionais para garantir a integridade dos dados coletados, apurados e analisados.

4.3.

Características e diferenciais do modelo conceitual

Um modelo conceitual foi desenvolvido ao longo da presente pesquisa para mensurar e avaliar os ativos intangíveis de laboratórios de diagnóstico e ensaios de equipamentos elétricos, visto como um processo organizacional que evolui e que tem como pilares o fortalecimento da capacidade inovativa e do desempenho inovador; a melhoria contínua; e a aprendizagem organizacional em gerenciamento de ativos intangíveis.

Essas características conferiram ao modelo diferenciais em relação aos modelos e experiências descritas na literatura sobre mensuração, relato e avaliação de ativos intangíveis de instituições de C&T, a saber:

- (i) o alinhamento dos ativos intangíveis aos direcionadores estratégicos dos laboratórios em foco, pela combinação de metodologias consagradas de planejamento estratégico e de gestão de processos a ferramentas de construção de mapas do conhecimento e de avaliação da maturidade tecnológica dos métodos e técnicas adotadas (ou em desenvolvimento) pelos laboratórios em foco;

- (ii) a diferenciação entre indicadores de resultado e de impacto associados aos ativos intangíveis, conferindo as perspectivas de curto, médio e longo prazo no gerenciamento de ativos intangíveis pelos laboratórios; e
- (iii) a integração ao modelo de dois métodos *fuzzy* multicritério (*fuzzy* AHP e *fuzzy* TOPSIS) para validação dos indicadores associados aos ativos intangíveis dos laboratórios.
- (iv) o emprego de ferramentas de construção de mapas do conhecimento (*knowledge mapping*) e de avaliação da maturidade tecnológica (TRL) dos métodos e técnicas adotadas ou desenvolvidas pelos laboratórios.

Além dos diferenciais mencionados, que conferem um caráter inovador ao modelo, buscou-se disponibilizar para os laboratórios interessados um instrumento de gerenciamento estratégico de seus ativos intangíveis e não somente uma simples relação de indicadores ou uma metodologia para se propor e validar indicadores associados a seus ativos intangíveis.

De fato, a mensuração e a avaliação, dos ativos intangíveis, como concebida nesta pesquisa, permitirá definir ou revisar metas de curto, médio e longo prazo referentes aos itens que integram as oito dimensões contempladas no modelo conceitual. Segundo essa visão, os compromissos assumidos pelos laboratórios junto a seus *stakeholders* (internos e externos) em relação ao gerenciamento eficaz de seus ativos intangíveis passam a ser fundamentados pelo monitoramento e avaliação sistemática dos indicadores, vinculando-os diretamente a seus objetivos estratégicos e do conhecimento (etapas 1 e 2 do modelo).

Além disso, a manutenção e a atualização de séries históricas desses indicadores, quando integrados ao sistema de gerenciamento estratégico do Laboratório, auxiliarão nas análises de tendências nos processos decisórios correntes, mas sobretudo poderão subsidiar processos de prospecção tecnológica e de mercado, segundo uma visão de longo prazo – inerente aos ambientes de instituições de C&T.

5

Demonstração da aplicabilidade do modelo no âmbito do Laboratório de Diagnóstico em Equipamentos e Instalações Elétricas do Centro de Pesquisas de Energia Elétrica

Neste capítulo, apresentam-se e discutem-se os resultados do estudo empírico no âmbito do Laboratório de Diagnóstico em Equipamentos e Instalações Elétricas (Labdig) do Centro de Pesquisas de Energia Elétrica (Cepel), que permitiram demonstrar a aplicabilidade do modelo conceitual proposto no capítulo anterior. O desenvolvimento deste estudo teve como principal resultado um conjunto de indicadores e métricas, que poderá integrar futuramente uma sistemática de monitoramento e avaliação do capital intelectual do Labdig, com potencial de replicação nos demais laboratórios da Rede de Laboratórios das Empresas Eletrobras (Relase).

5.1.

Definição das questões norteadoras e proposições do estudo empírico

Nesta seção, enunciam-se as questões norteadoras deste estudo empírico como sendo:

- (i) “Como mensurar e avaliar os ativos intangíveis do Laboratório de Diagnóstico em Equipamentos e Instalações Elétricas (Labdig), na perspectiva de demonstrar a criação de valor do gerenciamento efetivo de seu capital intelectual para as empresas Eletrobras e do setor elétrico e demais partes interessadas?”
- (ii) “Como identificar, propor e validar indicadores e métricas para integrar uma sistemática de mensuração e avaliação do capital intelectual deste Laboratório?”

5.2.

Delimitação e caracterização da unidade de análise e seu contexto organizacional

Busca-se nesta seção delimitar e caracterizar a unidade de análise do estudo empírico e seu contexto organizacional, apresentando o perfil institucional do Centro de Pesquisas de Energia Elétrica (Cepel) e do Laboratório de Diagnóstico em Equipamentos e Instalações Elétricas (Labdig).

5.2.1.

Unidade de análise: mensuração e avaliação dos ativos intangíveis do Labdig

A unidade de análise deve considerar o modo como o problema de pesquisa foi definido. Assim, ao se analisar o problema de pesquisa estabeleceu-se que a unidade de análise deste estudo empírico é a mensuração e avaliação de ativos intangíveis do Labdig do Cepel, com proposição de indicadores e métricas referentes ao capital intelectual do Laboratório, seus resultados e impactos para as partes interessadas.

A seguir, apresentam-se de forma resumida o perfil institucional do Centro de Pesquisas de Energia Elétrica (Cepel) e do Laboratório de Diagnóstico em Equipamentos e Instalações Elétricas (Labdig) – ambiente organizacional no qual este estudo empírico foi desenvolvido.

5.2.2.

Contexto organizacional: Cepel e Labdig

O Centro de Pesquisas de Energia Elétrica (Cepel) é uma instituição de direito privado, constituído na forma de associação, sem fins lucrativos, com autonomia administrativa e financeira. Tem por objetivo principal e permanente preservar a capacidade em pesquisa, desenvolvimento, inovação, qualificação e capacitação na área de sistemas elétricos e disciplinas correlatas (Cepel, 2018a).

Conforme o Novo Estatuto do Cepel, aprovado em 14 de novembro de 2017 e registrado em 27 de abril de 2018, as principais atividades deste Centro são (Cepel, 2018a):

- Pesquisa aplicada, isoladamente ou em conjunto com empresas, universidades, instituições de pesquisa, desenvolvimento ou fomento;
- Estudos, projetos especializados e especificações de soluções;

- Desenvolvimento de sistemas e programas de computador;
- Desenvolvimento de produtos industriais;
- Transferência de tecnologias adquiridas ou desenvolvidas pelo Cepel;
- Concessão de bolsas de estudos para estágios, assistência a estudiosos ou estudos e pesquisadores cujas atividades possam contribuir para a realização de seus objetivos; e
- Instituição de prêmios para o estímulo e o reconhecimento a pesquisadores que tenham contribuído ou venham a contribuir para o desenvolvimento científico, técnico e cultural da sociedade.

O Cepel possui 34 laboratórios equipados com instalações para a realização de pesquisa experimental e ensaios normalizados e especiais, sendo algumas delas únicas na América Latina. A Unidade Fundão, localizada na Cidade Universitária do Rio de Janeiro, abriga 24 desses laboratórios; os demais estão na Unidade de Adrianópolis, a 40 quilômetros de distância. Suas instalações abrangem, entre outras, as seguintes áreas: alta tensão, alta corrente, alta potência, medição e calibração, materiais, análise química, eficiência energética, supercondutividade, células a combustível, de monitoramento e de diagnóstico, de computação intensiva, de supervisão e controle (Cepel, 2018b).

Na sequência, apresenta-se o perfil do Labdig, unidade do Cepel, na qual foi possível demonstrar a aplicabilidade do modelo conceitual para mensuração e avaliação de ativos intangíveis de laboratórios de diagnóstico e ensaios de equipamentos elétricos (figura 5.1).



Figura 5.1 – Laboratório de Diagnóstico em Equipamentos e Instalações Elétricas do Cepel
Fonte: Site institucional do Cepel (2018b).

O Labdig foi criado pelo Cepel em 1998 para atuar no desenvolvimento de projetos, estudos, perícias técnicas, investigações sobre causas de falhas, avaliações de equipamentos e instalações. Visa não somente reduzir os custos envolvidos na manutenção e aumentar a confiabilidade do sistema elétrico, mas também estender a vida útil dos equipamentos.

Localizado na Unidade Fundão, o Labdig possui instrumentos de última geração e domina técnicas de ponta em diagnóstico, o que, aliado a uma equipe multidisciplinar, permite identificar as mais variadas situações, bem como indicar as técnicas mais adequadas a cada evento e instalação.

A instrumentação e a capacitação pessoal permitem ao Laboratório atuar nas seguintes áreas: (i) técnicas de medição em equipamentos elétricos; (ii) perícia técnica de falha em equipamentos elétricos; e (iii) métodos de monitoramento em equipamentos elétricos. Desenvolve, implementa e aplica técnicas não convencionais voltadas para a avaliação do desempenho de equipamentos e instalações. Além disso, interage com algumas universidades no apoio à pesquisa aplicada e no desenvolvimento de ferramentas específicas necessárias a modelos e diagnósticos.

Com relação ao capital humano, o Labdig conta com 19 colaboradores, sendo 11 engenheiros, 1 químico, 6 bolsistas/estagiários e 1 técnico de nível médio. O quadro 5.1 apresenta a composição detalhada do quadro técnico do Labdig, ressaltando-se que esta é a posição de setembro de 2018.

As competências organizacionais e individuais permitem ao Laboratório atuar nas seguintes áreas: (i) técnicas de medição em equipamentos elétricos; (ii) perícia técnica de falha em equipamentos elétricos; e (iii) métodos de monitoramento em equipamentos elétricos. Desenvolve, implementa e aplica técnicas não convencionais voltadas para a avaliação do desempenho de equipamentos e instalações.

Quanto ao capital estrutural, todas as informações resultantes de medições e avaliações de campo são armazenadas em banco de dados, contando com dados relativos a mais de 100 transformadores de potência e 3000 para-raios de estação. Algoritmos e técnicas de inteligência computacional (redes neurais e lógica fuzzy, principalmente) vêm sendo aplicados para aumentar o grau de confiabilidade dos diagnósticos.

Quadro 5.1 – Composição detalhada do quadro técnico do Labdig/Cepel

Pesquisadores	Formação	Entidade
Engenheiros		
Carlos Magno R. Vasques	Engenheiro eletrônico / M.Sc. em Engenharia elétrica	Cepel
Ítalo Foradini da Nova	Engenheiro eletrônico	Cepel
Leonardo T. B. dos Santos	Engenheiro eletricista/ M.Sc. em Engenharia elétrica	Cepel
Mauro B. Trindade	Engenheiro metalúrgico / M.Sc. em Engenharia de materiais	Cepel
Wagner F. Lima	Engenheiro de materiais / D.Sc. em Engenharia metalúrgica e de materiais	Cepel
Rômulo dos Santos Delgado	Engenheiro eletricista / Mestrando na UFRJ	Cepel
Dickson S. de Souza	Engenheiro eletricista	Cepel
Técnicos		
Luiz Eduardo Dias Santos	Técnico de Eletrotécnica	Cepel
Bolsistas e estagiários		
André Nunes Martins	Graduando em Engenharia elétrica	Universidade Gama Filho
Maria Fernanda L. Almeida	Graduando - Eng ^a . Elétrica	UFF
Arnoldo Furtado	Mestrando PUC, autor da presente pesquisa	PUC-Rio
Gabriela S. Rêma	Mestrando UNIFEI	UNIFEI
Ramon A. dos Santos	Mestrando na UERJ	UERJ
Luiz M. M. Rocha	Doutorando na UFRJ	UFRJ
Colaboradores de outros Laboratórios ou Áreas do Cepel		
Luiz Alberto Ferreira	Químico	DLF
Francisco de Assis	Eng. Químico / M.Sc. Metalúrgico e Materiais	DTE
Márcio Thélío da Silva	Eng. Eletricista/ M.Sc. em Metrologia	DLA
Rogério Azevedo	Eng. Eletricista / M.Sc. em Elétrica	DLE
Márcio A. Sens	Eng. Eletricista / M.Sc. Em Elétrica	DLF

Fonte: Informações fornecidas pelos participantes do Labdig nesta pesquisa.

Com relação ao capital estrutural, todas as informações resultantes de medições e avaliações de campo são armazenadas em banco de dados, contando com dados relativos a mais de 100 transformadores de potência e 3000 para-raios de estação. Algoritmos e técnicas de inteligência computacional (redes neurais e lógica *fuzzy*, principalmente) vêm sendo aplicados para aumentar o grau de confiabilidade dos diagnósticos. Em síntese, os elementos-chave do capital estrutural do Labdig incluem: (i) técnicas de monitoramento e diagnóstico relatadas em documentos internos, relatórios, notas técnicas e artigos científicos; (ii) documentos técnicos de referência, especificações técnicas dos equipamentos elétricos de potência e procedimentos de utilização dos instrumentos de medição; (iii) pedidos de patentes; (iv) material didático próprio, *software* exclusivo, bancos de dados dos participantes dos cursos de capacitação externa, incluindo os relatórios de avaliação dos referidos cursos.

Finalmente, dentre os elementos-chave referentes ao capital relacional do Laboratório, destacam-se: (i) relacionamentos dos membros de sua equipe com pesquisadores de outras instituições de C&T (nacionais e internacionais), de outros

Laboratórios do Cepel e da Relase; (ii) participação em grupos de trabalho e comitês de normalização; (iii) participação em congressos científicos, *workshops* e eventos externos; (iv) parcerias com empresas do setor elétrico; fabricantes de equipamentos elétricos de potência e empresas prestadoras de serviços especializados complementares às competências do Labdig.

5.3. Coleta e formatação dos dados

Com o objetivo de demonstrar empiricamente a aplicabilidade do modelo desenvolvido para laboratórios de diagnóstico e ensaios de equipamentos elétricos, realizaram-se nas instalações do Labdig, no período de março a agosto de 2018, oito reuniões estruturadas com a participação de representantes deste Laboratório, do mestrando e de seus orientadores do PósMQI da PUC-Rio. Para cada uma dessas reuniões, foram elaborados instrumentos e formulários correspondentes às etapas do modelo conceitual, visando à efetiva coleta de dados.

As agendas dessas reuniões encontram-se sintetizadas no quadro 5.2.

Quadro 5.2 – Agendas das reuniões Labdig/Cepel/PUC-Rio

Data	Objetivos da reunião
28/03/2018	<ul style="list-style-type: none"> • Propor e validar um modelo conceitual de mensuração e avaliação de ativos intangíveis, desenvolvido para laboratórios de diagnóstico em equipamentos e instalações elétricas, com base no modelo pioneiro ARCS (Áustria); • Esclarecer eventuais dúvidas quanto às etapas de aplicação do modelo no contexto organizacional do Labdig.
11/05/2018	<ul style="list-style-type: none"> • Estabelecer a missão institucional e visão de futuro do Laboratório de Diagnóstico em Equipamentos e Instalações Elétricas (Labdig) do Cepel, como ponto de partida da aplicação do modelo.
08/06/2018	<ul style="list-style-type: none"> • Definir os objetivos estratégicos do Laboratório de Diagnóstico em Equipamentos e Instalações Elétricas (Labdig) do Cepel • Com base nos direcionadores estratégicos, definir os objetivos do conhecimento e mapear os processos-chave do Laboratório.
21/06/2018	<ul style="list-style-type: none"> • Propor e rever indicadores de resultado/impacto para as dimensões: <ul style="list-style-type: none"> • Resultados econômicos; • Avanço do conhecimento.
28/06/2018	<ul style="list-style-type: none"> • Propor e rever indicadores de resultado/impacto para as dimensões: <ul style="list-style-type: none"> • Benefícios para empresas Eletrobras e do Setor Elétrico; • Resultados da cooperação com Laboratórios do Cepel, da Relase e outras ICTs; • Resultados socioambientais.
31/07/2018	<ul style="list-style-type: none"> • Fornecer subsídios para a construção do 'Mapa do Conhecimento' do Labdig, incluindo TRL (mundo), domínio tecnológico no Brasil; domínio tecnológico no Labdig; • Propor e rever indicadores de capital intelectual do Labdig: <ul style="list-style-type: none"> • Capital humano; • Capital estrutural; • Capital relacional.
13/08/2018	<ul style="list-style-type: none"> • Construir o mapa do conhecimento do Labdig, mediante consulta aos integrantes da equipe do Labdig.
23/08/2018	<ul style="list-style-type: none"> • Definir critérios para validação dos indicadores propostos nas reuniões anteriores e atribuir pesos aos critérios, por comparações pareadas e emprego do método multicritério AHP; • Testar as matrizes de avaliação do grau de atendimento dos indicadores propostos.

Os resultados de cada reunião foram registrados em um modelo de ata padronizado para integrar a memória do estudo empírico. As atas encontram-se arquivadas nos repositórios dos documentos digitais do Labdig e do PósMQI, respectivamente.

A reunião para a construção do mapa do conhecimento, realizada em 13 de agosto de 2018, contou com a participação da maior parte dos técnicos do Labdig, incluindo aqueles que já haviam participado das reuniões anteriores. Utilizou-se na ocasião material de apoio com formulários para coleta de dados, elaborados com base em Damelio (2011).

Já para a etapa de validação dos indicadores propostos nas reuniões realizadas em junho e julho deste ano, foram convidados para a reunião de 23 de agosto de 2018 três gestores e técnicos do Cepel, externos ao Labdig. Com o objetivo de otimizar o tempo das discussões e julgamentos durante esta reunião, gerou-se um material de apoio com instruções para preenchimento prévio à reunião, que se encontra no acervo do Labdig/Cepel e do Programa PósMQI da PUC-rio.

Para os convidados que não puderam participar desta reunião, as respostas foram coletadas posteriormente e analisadas com emprego do método *fuzzy* AHP-TOPSIS (etapa 6 do modelo conceitual).

Para a aplicação do método *fuzzy* AHP, visando atribuir pesos aos critérios listados no quadro 4.4, criou-se uma tabela que foi preenchida por especialistas do Labdig e gestores convidados do Cepel. Para cada linha da tabela, que contém um par de critérios, foi solicitado aos respondentes (R1 a R6) que marcassem primeiro qual dos dois critérios era o mais importante em relação ao objetivo de decisão em foco – validação dos indicadores propostos nos quadros 5.6 a 5.13. Em seguida, foi solicitado que indicassem com que intensidade o critério era mais importante do que o outro (valores de 1 a 9, conforme escala definida por Saaty, 1991).

Na sequência, de posse dos julgamentos dos especialistas do Labdig e convidados do Cepel interessados na aplicação futura do modelo proposto nesta dissertação, verificou-se se as matrizes de comparação crisp A_1 a A_6 eram consistentes. Em caso positivo, a matriz de comparação pareada dos critérios com números *fuzzy* triangulares seria também consistente. Para esta análise optou-se pela utilização do *software* IPÊ para verificar se as matrizes A_1 a A_6 eram consistentes.

O sistema IPÊ, versão 1.0, foi desenvolvido pela Universidade Federal Fluminense (UFF), com o objetivo de divulgar o uso do algoritmo do AHP,

proposto por Thomas L. Saaty (Costa, 2004). Esse procedimento confirmou que todas as matrizes *crisp* eram consistentes, não exigindo reavaliação dos julgamentos dos especialistas (ver resultados deste procedimento nas tabelas 5.1 e 5.2).

Cabe destacar que o desenvolvimento do estudo empírico levou em consideração os resultados das oito reuniões; as respostas ao instrumento de validação dos indicadores; e a análise de publicações científicas relatando experiências de mensuração e divulgação de relatórios de ativos intangíveis em Instituições de Ciência e Tecnologia (ICTs) de diversos países, essas últimas sendo utilizadas como material de apoio para todas as reuniões.

5.4. Aplicação do modelo conceitual ao Labdig

Apresentam-se e discutem-se os resultados da demonstração empírica da aplicabilidade do modelo conceitual no contexto organizacional do Labdig.

5.4.1. Etapa 1: Definição da missão institucional, visão de futuro e objetivos estratégicos do Labdig

Baseando-se na análise de documentos do Cepel e do Labdig e na discussão ocorrida na reunião de 11 de maio de 2018, enunciaram-se a missão institucional e a visão de futuro do Laboratório, em um horizonte de 10 anos. Tendo em vista o cumprimento da missão e o alcance da visão de futuro do Labdig, foram formulados e validados os objetivos estratégicos do Laboratório na reunião de 08 de junho de 2018.

Os direcionadores estratégicos do Labdig – missão, visão de futuro e objetivos estratégicos – são apresentados a seguir:

- **Missão:** Desenvolver métodos de medição, monitoramento e diagnóstico aplicados a projetos, estudos e avaliações de equipamentos e instalações, visando reduzir os custos envolvidos na manutenção, aumentar a confiabilidade do sistema elétrico e estender a vida útil dos equipamentos de empresas do setor elétrico no Brasil.
- **Visão de futuro (10 anos):** Consolidar, junto ao Setor Elétrico Brasileiro, uma posição de vanguarda do Cepel na área de monitoramento, avaliação e diagnóstico de equipamentos elétricos.

- **Objetivos estratégicos do Labdig:**

- Atender às necessidades das empresas Eletrobras e do setor elétrico nas áreas de monitoramento, avaliação e diagnóstico de equipamentos elétricos, garantindo a qualidade dos serviços tecnológicos e de capacitação com confiabilidade (OE₁);
- Realizar atividades de pesquisa aplicada que assegurem o domínio do conhecimento tecnológico em equipamentos elétricos e conduzam a soluções inovadoras para o setor elétrico (OE₂);
- Assegurar o aprimoramento técnico e humano da equipe do Labdig (OE₃);
- Ter compromisso com o desenvolvimento de soluções inovadoras, de fácil operação e manutenção pelas empresas, ao menor custo para o setor elétrico (OE₄);
- Potencializar a atuação do Labdig mediante parcerias com equipes do Cepel, dos laboratórios da Relase, Universidades, Institutos de pesquisas e Empresas (OE₅); e
- Assegurar a sustentabilidade socioambiental do Labdig (OE₆).

5.4.2.

Etapas 2: Definição dos objetivos do conhecimento do Labdig

Com base nos direcionadores estratégicos do Labdig e na análise dos estudos empíricos de instituições de C&T na Áustria e na Alemanha, foi possível definir os seguintes objetivos do conhecimento:

- Aumentar o grau de interdisciplinaridade, reconhecida como característica essencial do Labdig (OC₁);
- Realizar prospecção tecnológica para manter a posição de vanguarda nas áreas de monitoramento, avaliação e diagnóstico de equipamentos elétricos (OC₂);
- Fortalecer as competências organizacionais, visando à excelência técnica nas áreas de monitoramento, avaliação e diagnóstico de equipamentos elétricos (OC₃);
- Disseminar conhecimento mediante atividades de capacitação externa e produção científica nas áreas de atuação do Labdig (OC₄);
- Ampliar e intensificar a atuação em rede no âmbito do sistema setorial de inovação no Brasil (OC₅);
- Estabelecer cooperação internacional, por meio de parcerias com instituições congêneres e participação em grupos de trabalho técnico (OC₆).

5.4.3.

Etapa 3: Mapeamento dos processos-chave do Labdig

O mapeamento dos processos-chave do Labdig baseou-se em Damelio (2011), conforme descrito no capítulo 4 – seção 4.4. Apresentam-se nesta subseção os resultados deste mapeamento por processo-chave, a saber:

- Projetos de P&D interno;
- Projetos de P&D em cooperação;
- Serviços tecnológicos;
- Capacitação externa.

5.4.3.1.

Processo-chave “Projetos de P&D interno”

O processo-chave “Projetos de P&D interno” compreende: (i) a realização de atividades de P&D pela equipe do Labdig em temas novos para atendimento a demandas atuais ou potenciais das empresas do setor elétrico; (ii) realização de atividades de P&D pela equipe do Labdig em novos temas, segundo visão de mais longo prazo, sem associação direta com demandas atuais e potenciais de curto e médio prazo.

A figura 5.2 apresenta o fluxograma do processo-chave “Projetos de P&D interno”, de acordo com o modelo genérico proposto por Damelio (2011).



Figura 5.2 – Fluxograma do processo-chave “Projetos de P&D interno”

Fonte: Elaboração própria, a partir dos resultados da reunião com representantes do Labdig.

Na sequência, no quadro 5.3, apresentam-se os impulsionadores-chave e o alinhamento estratégico deste processo, detalhando-se suas entradas e saídas e sublinhando-se, dentre os elementos do capital intelectual, aqueles mais importantes para a realização dos projetos de P&D interno.

Quadro 5.3 – Mapeamento do processo-chave “Projetos de P&D interno”

Item	Descrição
Impulsionadores-chave	Avanços tecnológicos nas áreas de competências atuais e futuras do Labdig; necessidade de fortalecimento de competências atuais e futuras para manter a posição de vanguarda; e impactos das tecnologias emergentes nas atividades do Labdig.
Alinhamento estratégico (por relevância)	Objetivos do conhecimento: OC ₂ , OC ₃ , OC ₄ e OC ₆ . Objetivos estratégicos: OE ₂ , OE ₃ , OE ₁ e OE ₄ .
Entradas	Conhecimento interno; bancos de dados; software; instrumentos de medição; bases de dados de patentes; bases de dados de produção científica; documentos normativos; e estudos de prospecção tecnológica de terceiros.
Atividades	Prospecção tecnológica; identificação de temas para P&D interno; geração e seleção de ideias para P&D interno; pesquisa aplicada; e desenvolvimento tecnológico.
Saídas	Novos conhecimentos de alto valor agregado; relatórios técnicos; notas técnicas; novos <i>softwares</i> ; artigos científicos; Patentes; dissertações de mestrado; e teses de doutorado.
<u>Elementos de capital humano</u>	Conhecimento técnico acumulado pela equipe para exploração de novos temas em bases de dados, dentre outras fontes; equipe interdisciplinar (qualitativo e quantitativo) para P&D interno; e capacidade estratégica de identificação de fatos portadores de futuro.
Elementos de capital estrutural	Metodologias próprias relatadas em documentos internos; artigos científicos; relatórios e notas técnicas, procedimentos de utilização dos instrumentos de medição; pedidos de patentes; documentos técnicos de referência; e especificações técnicas dos equipamentos elétricos de potência.
Elementos de capital relacional	Relacionamentos dos membros da equipe do Labdig com pesquisadores de outras instituições de C&T, de outros Laboratórios do Cepel e da Relase; participação em grupos de trabalho e comitês de normalização; participação em congressos científicos, <i>workshops</i> e eventos externos. A ênfase dada ao capital relacional no processo “P&D interno” foi na captura de fatos portadores de futuros e informações estratégicas informais junto a pares externos.

Fonte: Elaboração própria, a partir dos resultados da reunião com representantes do Labdig.

Nota₁: Os objetivos estratégicos (OE1 a OE6) e os objetivos do conhecimento (OC1 a OC6) encontram-se nos itens 5.4.1 e 5.4.2, respectivamente.

Nota₂: Dentre os elementos do capital intelectual, os relacionados ao capital humano do Laboratório foram considerados os mais relevantes para este processo-chave (sublinhados).

5.4.3.2.

Processo-chave “Projetos de P&D em cooperação”

O processo-chave “Projetos de P&D em cooperação” compreende: (i) realização de atividades de P&D em cooperação com instituições de CT&I ou empresas em temas de interesse para atendimento a demandas atuais ou potenciais das empresas do setor elétrico; (ii) realização de atividades de P&D em cooperação com instituições de CT&I pela equipe do Labdig em novos temas, segundo visão de mais longo prazo, sem associação direta com demandas atuais e potenciais de curto e médio prazo.

A figura 5.3, a seguir, apresenta o fluxograma do processo-chave “Projetos de P&D em cooperação”, conforme o modelo genérico proposto por Damelio (2011).

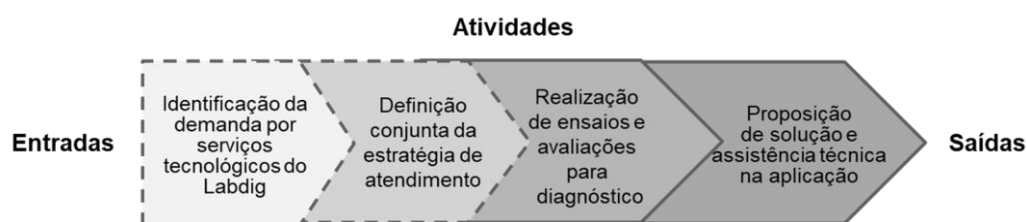


Figura 5.3 – Fluxograma do processo-chave “Projetos de P&D em cooperação”

Fonte: Elaboração própria, a partir dos resultados da reunião com representantes do Labdig.

Nota: As linhas pontilhadas nas primeiras atividades deste processo indicam a participação dos clientes ou parceiros para sua execução.

A exemplo do processo anterior, o quadro 5.4 apresenta os impulsionadores-chave e o alinhamento estratégico deste processo-chave, descreve suas entradas e saídas e destaca, dentre os elementos do capital intelectual, aqueles mais importantes para as atividades de P&D em cooperação.

Quadro 5.4 – Mapeamento do processo-chave “Projetos de P&D em cooperação”

Item	Descrição
Impulsionadores-chave	Avanços tecnológicos nas áreas de competências atuais e futuras do Labdig; oportunidades de cooperação tecnológica [nacional e internacional] em temas de interesse do Labdig e das empresas do setor elétrico; e fortalecimento da atuação em rede.
Alinhamento estratégico (por relevância)	Objetivos do conhecimento: OC ₆ , OC ₅ , OC ₃ e OC ₂ . Objetivos estratégicos: OE ₂ , OE ₅ e OE ₃ .
Entradas	Conhecimento interno; bancos de dados; <i>software</i> ; instrumentos de medição; bases de dados de patentes; diretórios de grupos de pesquisa nacionais e internacionais; bases de dados de produção científica; documentos normativos; e estudos de prospecção tecnológica de terceiros.
Atividades	Prospecção tecnológica e mapeamento de grupos de pesquisa; seleção de projetos de P&D em cooperação; geração e seleção de ideias; pesquisa aplicada; e desenvolvimento tecnológico.
Saídas	Novos conhecimentos de alto valor agregado; relatórios técnicos; notas técnicas; novo <i>software</i> ; artigos científicos; patentes; dissertações de mestrado; e teses de doutorado.
Elementos de capital humano	Conhecimento técnico acumulado pela equipe para exploração de novos temas em bases de dados, dentre outras fontes; equipe interdisciplinar (qualitativo e quantitativo) para P&D em cooperação; e capacidade de identificação de parceiros estratégicos.
Elementos de capital estrutural	Metodologias próprias relatadas em documentos internos; artigos científicos; relatórios e notas técnicas, procedimentos de utilização dos instrumentos de medição; pedidos de patentes; documentos técnicos de referência; e especificações técnicas dos equipamentos elétricos de potência.
<u>Elementos de capital relacional</u>	Relacionamentos dos membros da equipe do Labdig com pesquisadores e técnicos de outras instituições de C&T (nacionais e internacionais), de outros Laboratórios do Cepel e da Relase; participação em grupos de trabalho e comitês de normalização; e parcerias com empresas do setor elétrico e fabricantes de equipamentos elétricos de potência.

Fonte: Elaboração própria, a partir dos resultados da reunião com representantes do Labdig.

Nota₁: Os objetivos estratégicos (OE1 a OE6) e os objetivos do conhecimento (OC1 a OC6) encontram-se nos itens 5.4.1 e 5.4.2, respectivamente.

Nota₂: Dentre os elementos do capital intelectual, os relacionados ao capital relacional do Laboratório foram considerados os mais relevantes para este processo-chave (sublinhados).

5.4.3.3.

Processo-chave “Serviços tecnológicos”

O processo-chave “Serviços tecnológicos” compreende os serviços prestados a empresas do setor elétrico com base em técnicas de monitoramento e diagnóstico de equipamentos elétricos de potência, a saber: (i) serviços de avaliação de falhas em equipamentos elétricos de potência (causa-raiz); (ii) serviços de apoio à tomada de decisão sobre a extensão da vida útil dos equipamentos elétricos de potência; (iii) serviços de medição e de acompanhamento da recuperação de equipamentos elétricos de potência e instalações.

A figura 5.4 apresenta o fluxograma do processo-chave “Serviços tecnológicos”, conforme Damelio (2011).

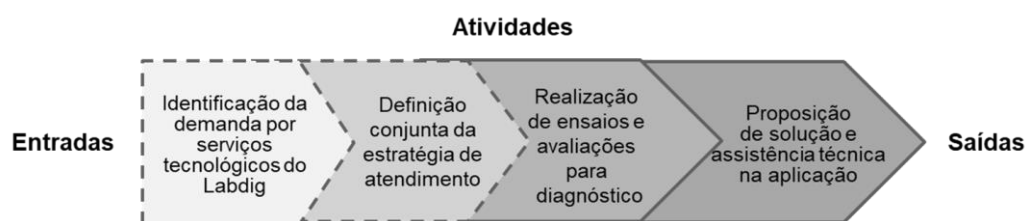


Figura 5.4 – Fluxograma do processo-chave “Serviços tecnológicos”

Fonte: Elaboração própria, a partir dos resultados da reunião com representantes do Labdig.

Nota: As linhas pontilhadas nas primeiras atividades deste processo indicam a participação dos clientes ou parceiros para sua execução.

O quadro 5.5 apresenta os impulsionadores-chave e o alinhamento estratégico deste processo-chave, detalha suas entradas e saídas e ressalta, dentre os elementos do capital intelectual, aqueles mais importantes para a execução de serviços tecnológicos.

Quadro 5.5 – Mapeamento do processo-chave “Serviços tecnológicos”

Item	Descrição
Impulsionadores-chave	Surgimento de demandas por serviços especializados por parte das empresas do setor elétrico; tendência crescente de manutenção preditiva e preventiva nas empresas do setor elétrico; e envelhecimento das instalações do sistema elétrico de potência, com grande parte dos equipamentos atingindo o limite da vida útil projetada.
Alinhamento estratégico	Objetivos do conhecimento: OC ₃ , OC ₅ e OC ₁ . Objetivos estratégicos: OE ₁ , OE ₄ e OE ₅ .
Entradas	Conhecimento interno e da empresa cliente; bancos de dados; <i>software</i> ; instrumentos de medição; e documentos normativos.
Atividades	Identificação da demanda por serviços tecnológicos do Labdig; definição da estratégia de atendimento; realização de ensaios e diagnóstico; e proposição e aplicação da solução tecnológica.
Saídas	Soluções tecnológicas inovadoras; relatórios técnicos; e notas técnicas.

Continua...

Quadro 5.5 – Mapeamento do processo-chave “Serviços tecnológicos” (cont.)

Item	Descrição
<u>Elementos de capital humano</u>	Conhecimento tácito acumulado pela equipe para reconhecimento da causa raiz de falhas de equipamentos elétricos de potência; conhecimento técnico especializado; equipe interdisciplinar (qualitativo e quantitativo); objetividade na definição da estratégia de atendimento; confiança e credibilidade da equipe reconhecida pelos pares; e habilidade de negociação.
Elementos de capital estrutural	Técnicas de monitoramento e diagnóstico descritas em documentos internos; relatórios e notas técnicas; e especificações técnicas dos equipamentos elétricos de potência.
Elementos de capital relacional	Relacionamentos com as equipes das empresas demandantes dos serviços tecnológicos; parcerias com outros Laboratórios do Cepel e da Relase; e relacionamentos com empresas prestadoras de serviços especializados complementares às competências do Labdig.

Fonte: Elaboração própria, a partir dos resultados da reunião com representantes do Labdig.

Nota₁: Os objetivos estratégicos (OE1 a OE6) e os objetivos do conhecimento (OC1 a OC6) encontram-se nos itens 5.4.1 e 5.4.2, respectivamente.

Nota₂: Dentre os elementos do capital intelectual, os relacionados ao capital humano do Laboratório foram considerados os mais relevantes para este processo-chave (sublinhados).

5.4.3.4.

Processo-chave “Capacitação externa”

O processo-chave “Capacitação externa” refere-se ao planejamento, execução e oferta de cursos de extensão de curta duração sobre técnicas de medição e ensaios em equipamentos elétricos de potência para empresas do setor elétrico e demais interessados. A figura 5.5, a seguir, apresenta o fluxograma do processo-chave “Capacitação externa”, como nos processos anteriores.

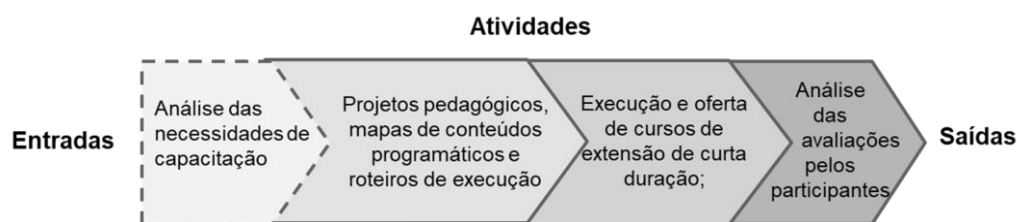


Figura 5.5 – Fluxograma do processo-chave “Capacitação externa”

Fonte: Elaboração própria, a partir dos resultados da reunião com representantes do Labdig.

Nota: As linhas pontilhadas na primeira atividade deste processo indicam a participação dos clientes e parceiros para sua execução.

No quadro 5.6, descrevem-se os itens do mapeamento deste processo, a exemplo dos anteriores.

Quadro 5.6 – Mapeamento do processo-chave “Capacitação externa”

Item	Descrição
Impulsionadores-chave	Existência de lacunas de conhecimento sobre técnicas de medição e ensaios em equipamentos elétricos de potência nas empresas do setor elétrico; reposicionamento do Labdig para serviços de maior valor agregado, mediante a descentralização da realização das medições e ensaios; interesse na disseminação do conhecimento sobre as técnicas de medição e ensaios em equipamentos elétricos de potência; potencial demanda por cursos novos e atualização dos existentes.
Alinhamento estratégico	Objetivos do conhecimento: OC ₄ e OC ₅ . Objetivos estratégicos: OE ₁ e OE ₅ .
Entradas	Conhecimento interno; bancos de dados; software; instrumentos de medição; material didático próprio; documentos normativos; e avaliações por participantes de cursos anteriores pelos participantes.
Atividades	Análise das necessidades de capacitação; projetos pedagógicos, mapas de conteúdos programáticos e roteiros de execução; execução e oferta de cursos de extensão de curta duração; e análise das avaliações pelos participantes.
Saídas	Pessoal capacitado; demandas por novos cursos; demandas por serviços tecnológicos de maior valor agregado; e relatórios de avaliações pelos participantes dos cursos.
Elementos de capital humano	Conhecimento codificado acumulado pela equipe sobre as técnicas de medição e ensaios em equipamentos elétricos de potência; capacidade didática pedagógica; e multiplicação de instrutores.
<u>Elementos de capital estrutural</u>	Material didático próprio, <i>software</i> exclusivo, bancos de dados dos participantes; procedimentos de utilização dos instrumentos de medição; e relatórios de avaliação externa.
<u>Elementos de capital relacional</u>	Relacionamentos com as equipes das empresas a serem capacitadas, parceria com Cigré, UNISE e outras instituições.

Fonte: Elaboração própria, a partir dos resultados da reunião com representantes do Labdig.

Nota₁: Os objetivos estratégicos (OE1 a OE6) e os objetivos do conhecimento (OC1 a OC6) encontram-se nos itens 5.4.1 e 5.4.2, respectivamente.

Nota₂: Dentre os elementos do capital intelectual, os relacionados ao capital estrutural e relacional do Laboratório foram considerados os mais relevantes para este processo-chave (sublinhados).

5.4.4.

Etapla 4: Construção coletiva do mapa do conhecimento do Labdig e proposição de indicadores de seu capital intelectual

Para a proposição de indicadores para mensuração e avaliação do capital intelectual do Labdig, identificou-se desde a fase de modelagem a necessidade de se construir o mapa do conhecimento do Laboratório, para que os indicadores referentes ao avanço do conhecimento do Labdig pudessem ser associados às técnicas e métodos adotados pelo Laboratório na condução de seus processos-chave (ver quadro 5.10, na subseção 5.4.5).

A figura 5.6 representa esquematicamente o mapa do conhecimento do Labdig, resultante de uma construção coletiva conduzida com a maioria dos pesquisadores do Laboratório, tendo o mestrando atuado como facilitador deste processo.

Como pode ser observado na figura 5.6, o conhecimento do Labdig integra técnicas de medição; métodos e procedimentos de perícia técnica de falha; e métodos de monitoramento em equipamentos elétricos.

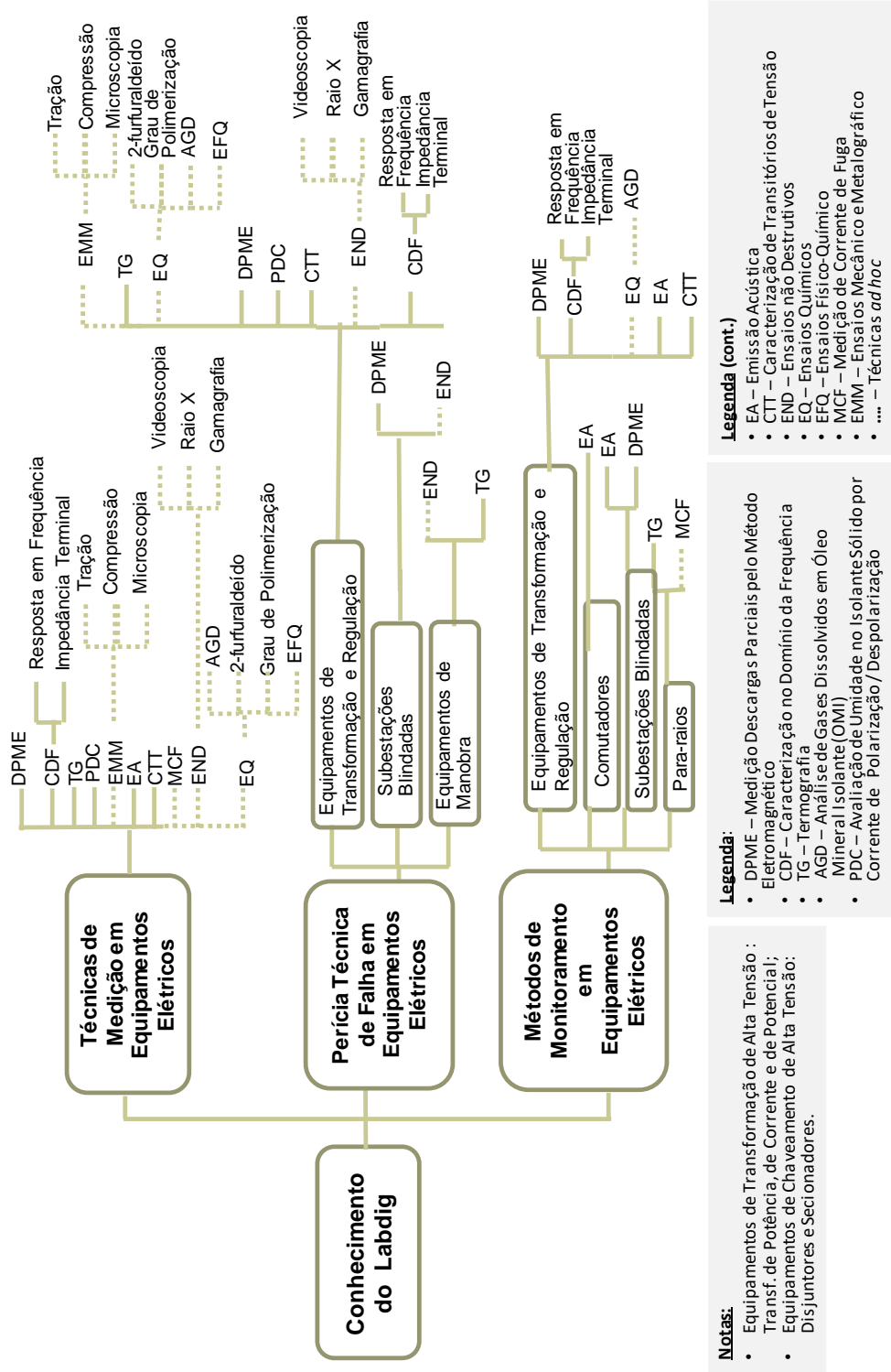


Figura 5.6 – Mapa do conhecimento do Labdig/Cepel
Fonte: Elaboração própria, a partir dos resultados da reunião com representantes do Labdig.

Com relação às técnicas de medição em equipamentos elétricos, mapearam-se oito técnicas de domínio do Labdig e quatro técnicas *ad hoc*, ou seja, técnicas que são executadas por outros laboratórios para atender a demandas do Labdig. A perícia técnica de falha aplica-se a equipamentos de transformação e regulação; subestações blindadas; e equipamentos de manobra. Finalmente, os métodos de monitoramento em equipamentos elétricos referem-se a equipamentos de transformação e regulação; comutadores; subestações blindadas; e para-raios.

Como comentado anteriormente, é importante ressaltar que a equipe do Labdig deverá indicar posteriormente o grau de maturidade tecnológica de cada técnica de medição, método de monitoramento e de perícia técnica de falha, em três níveis (mundo, Brasil e Laboratório). Para tal, recomenda-se o emprego da ferramenta *Technology Readiness Level* (TRL), como já abordado no capítulo 4. A avaliação pela TRL permitirá mensurar o estágio atual do conhecimento do Labdig e seu avanço ao longo do tempo. Nos quadros 5.7 a 5.9, propõem-se indicadores para a mensuração e avaliação dos três componentes do capital intelectual do Labdig (capital humano, estrutural e relacional). Já no quadro 5.10, propõem-se indicadores para mensurar e avaliar o avanço do conhecimento do Laboratório, baseando-se no mapa do conhecimento do Laboratório e com emprego da TRL.

5.4.4.1. Indicadores para mensuração e avaliação do capital humano do Labdig

O quadro 5.7 apresenta os indicadores propostos para mensuração e avaliação do capital humano do Labdig.

Quadro 5.7 – Proposição de indicadores para mensuração e avaliação do capital humano do Labdig

Categoria	Indicador e respectiva métrica
Perfil da equipe por titulação	ICH1 - Número total de colaboradores (N): Número de pesquisadores, técnicos de nível médio, bolsistas e estagiários
	ICH2 - Percentual de efetivos com título de doutor (%): Número de efetivos com doutorado (N) / Número total de colaboradores (N)
	ICH3 - Percentual de efetivos com título de mestre (%): Número de efetivos com mestrado (N) / Número total de colaboradores (N)
	ICH4 - Percentual de efetivos com título de especialista (%): Número de efetivos com título de especialista (N) / Número total de colaboradores (N)
	ICH5 – Percentual de técnicos de nível médio (%): Número de técnicos de nível médio (N) / Número total de colaboradores (N)
	ICH6 - Percentual de bolsistas de doutorado (%): Número de bolsistas de doutorado (N) / Número total de colaboradores (N)
	ICH7 - Percentual de bolsistas de mestrado (%): Número de bolsistas de mestrado (N) / Número total de colaboradores (N)
	ICH8 - Percentual de estagiários (%): Número de estagiários (N) / Número total de colaboradores (N)
Perfil da equipe segundo competências transversais	ICH9 - Número de efetivos especializados em gerenciamento de projetos (N)
	ICH10 - Número de efetivos especializados em técnicas de negociação (N)
	ICH11 - Número de efetivos especializados em prospecção tecnológica (N)
	ICH12 - Número de efetivos com capacidade didática (N)
Maturidade da equipe	ICH13 - Tempo médio de serviço da equipe no Laboratório (anos)
	ICH14 - Percentual de efetivos com menos de 40 anos (%)
Desenvolvimento da equipe	ICH15 - Número de efetivos cursando doutorado (N)
	ICH16 - Número de efetivos cursando mestrado (N)
	ICH17 - Número de efetivos cursando especialização técnica (N)
	ICH18 - Número de efetivos cursando especialização em gerenciamento de projetos (N)
	ICH19 - Número de efetivos cursando extensão em prospecção tecnológica (N)
	ICH20 - Número de horas de capacitação em cursos de curta duração (h)

Fonte: Elaboração própria, a partir dos resultados da reunião com representantes do Labdig.

5.4.4.2.

Indicadores para mensuração e avaliação do capital estrutural do Labdig

O quadro 5.8 apresenta os indicadores propostos para mensuração e avaliação do capital estrutural do Labdig.

Quadro 5.8 – Proposição de indicadores para mensuração e avaliação do capital estrutural do Labdig

Categoria	Indicador e respectiva métrica
Documentação técnica disponível para acesso pelo Labdig	ICE1 - Número de normas e regulamentos técnicos relevantes para a atuação do Labdig (N) [Discriminando de acordo com o mapa do conhecimento]
	ICE2 - Número de relatórios técnicos relevantes para a atuação do Labdig (N) [Discriminando de acordo com o mapa do conhecimento]
	ICE3 - Número de notas técnicas relevantes para a atuação do Labdig (N) [Discriminando de acordo com o mapa do conhecimento]
	ICE4 - Número de periódicos relevantes para atuação do Labdig (N) [Discriminando de acordo com o mapa do conhecimento]
	ICE5 - Número de anais de eventos relevantes para atuação do Labdig (N) [Discriminando de acordo com o mapa do conhecimento]
	ICE6 - Número de livros relevantes para atuação do Labdig (N) [Discriminando de acordo com o mapa do conhecimento]
Padronização de processos do Labdig	ICE7 - Número de padrões de processo cadastrados (N) [Discriminando por tipo de processo – P&D interno, P&D em cooperação, serviços tecnológicos e capacitação externa]
Excelência em medição	ICE8 - Número de instrumentos de medição aptos para uso por técnica de medição (N)
Excelência em capacitação externa	ICE9 - Número de cursos oferecidos pelo Labdig (N)
	ICE10 - Número de cadastros de participantes dos cursos de capacitação externa (N)
	ICE11 - Número de formulários de avaliação preenchidos pelos participantes dos cursos de capacitação externa (N)

Fonte: Elaboração própria, a partir dos resultados da reunião com representantes do Labdig.

5.4.4.3.

Indicadores para mensuração e avaliação do capital relacional do Labdig

O quadro 5.9 apresenta os indicadores propostos para mensuração e avaliação do capital relacional do Labdig.

Quadro 5.9 – Proposição de indicadores para mensuração e avaliação do capital relacional do Labdig

Categoria	Indicador e respectiva métrica
Realização de projetos de cooperação	ICR1 - Número de novos projetos de P&D em cooperação iniciados no período (N)
	ICR2 - Número de projetos de P&D em cooperação finalizados no período (N)
Participação em eventos científicos, grupos de trabalho e comissões	ICR3 - Número de participações em eventos científicos no período (N)
	ICR4 - Número de participações em grupos de trabalho de normalização no período (N)
	ICR5 - Número de pesquisadores participando de grupos de trabalho internos no período (N)
	ICR6 - Número de pesquisadores participando de grupos de trabalho externos no período (N)
	ICR7 - Número de pesquisadores participando de comissões científicas e técnicas no período (N)
Parcerias do Labdig com empresas e instituições de C&T	ICR8 - Número de parcerias firmadas com empresas do setor elétrico e fabricantes de equipamentos elétricos de potência no período (N)
	ICR9 - Número de parcerias firmadas com outros Laboratórios do Cepel e da Relase no período (N)
	ICR10 - Número de parcerias firmadas com outras instituições de C&T nacionais no período (N)
	ICR11 - Número de parcerias firmadas com outras instituições de C&T internacionais no período (N)
	ICR12 - Número de parcerias firmadas com empresas prestadoras de serviços especializados complementares às competências do Labdig no período (N)
Participação em redes de PD&I nas áreas de atuação do Labdig	ICR13 - Grau de participação em redes de PD&I em todas as áreas de atuação do Labdig (autoavaliação com escala tipo Likert)
	ICR14 - Grau de participação em redes de PD&I sobre técnicas de medição em equipamentos elétricos (autoavaliação com escala tipo Likert)
	ICR15 - Grau de participação em redes de PD&I sobre perícia técnica de falha em equipamentos elétricos (autoavaliação com escala tipo Likert)
	ICR16 - Grau de participação em redes de PD&I sobre métodos de monitoramento em equipamentos elétricos (autoavaliação com escala tipo Likert)

Fonte: Elaboração própria, a partir dos resultados da reunião com representantes do Labdig.

5.4.5.

Etapas 5: Proposição de indicadores de resultado e de impacto das atividades do Labdig

Com base no mapeamento dos processos-chave e nos exemplos de indicadores para mensuração e avaliação dos resultados e impactos das atividades de instituições de C&T apresentados em diversos trabalhos (Cricelli *et al.*, 2018; Leitner *et al.*, 2014; Ramírez Córcoles, 2013; Gonzalez-Loureiro e Teixeira, 2012; Secundo, Margherita, Elia e Passiante, 2010; Lee, 2010; Sánchez *et al.*, 2009; Leitner, 2005; Leitner, 2004; Leitner e Warden, 2003), apresentam-se nesta

subseção os indicadores e métricas que foram propostos para mensurar e avaliar os resultados e impactos das atividades do Labdig, segundo as dimensões abaixo:

- Avanço do conhecimento do Labdig;
- Benefícios econômicos potenciais das atividades do Labdig;
- Resultados e impactos das atividades do Labdig para as empresas Eletrobras e do setor elétrico;
- Resultados da cooperação do Labdig com outros laboratórios do Cepel, da Relase e outras ICTs;
- Resultados socioambientais das atividades do Labdig.

5.4.5.1.

Indicadores para mensuração e avaliação do avanço do conhecimento do Labdig

O quadro 5.10 apresenta os indicadores propostos para mensuração e avaliação do avanço do conhecimento do Labdig, com apoio da ferramenta “*Technology Readiness Level*” (TRL) (Altunok e Cakmak, 2010; US Department of Energy, 2013).

Quadro 5.10 – Proposição de indicadores para mensuração e avaliação do avanço do conhecimento do Labdig

Categoria	Indicador e respectiva métrica
Evolução da produção técnico-científica	IAC1 - Taxa de evolução do número de relatórios técnicos dos bolsistas de mestrado e doutorado (%): $\text{Número de relatórios técnicos dos bolsistas de mestrado e doutorado no período} - \text{número de relatórios técnicos dos bolsistas de mestrado e doutorado no período anterior(N) / Número de relatórios técnicos dos bolsistas de mestrado e doutorado no período anterior (N)}$
	IAC2 - Taxa de evolução do número de relatórios técnicos dos estagiários (%): $\text{Número de relatórios técnicos dos estagiários no período} - \text{número de relatórios técnicos dos estagiários no período anterior(N) / Número de relatórios técnicos dos estagiários no período anterior (N)}$
	IAC3 - Taxa de evolução do número de notas técnicas dos bolsistas de mestrado e doutorado (%): $\text{Número de notas técnicas dos bolsistas de mestrado e doutorado no período} - \text{número de notas técnicas dos bolsistas de mestrado e doutorado no período anterior(N) / Número de notas técnicas dos bolsistas de mestrado e doutorado no período anterior (N)}$
	IAC4 - Taxa de evolução do número de dissertações aprovadas (%): $\text{Número de dissertações aprovadas no período} - \text{número de dissertações aprovadas no período anterior(N) / Número de dissertações aprovadas no período anterior (N)}$
	IAC5 - Taxa de evolução do número de teses aprovadas (%): $\text{Número de teses aprovadas no período} - \text{número de teses aprovadas no período anterior(N) / Número de teses aprovadas no período anterior (N)}$
	IAC6 - Taxa de evolução do número de notas técnicas correlacionadas às atividades inovadoras (%): $\text{Número de notas técnicas correlacionadas às atividades inovadoras no período} - \text{número de notas técnicas correlacionadas às atividades inovadoras no período anterior(N) / Número de notas técnicas correlacionadas às atividades inovadoras no período anterior (N)}$
	IAC7 - Taxa de evolução do número de publicações em eventos científicos (%): $\text{Número de publicações em eventos científicos no período} - \text{número de publicações em eventos científicos no período anterior(N) / Número de publicações em eventos científicos no período anterior (N)}$

Quadro 5.10 – Proposição de indicadores para mensuração e avaliação do avanço do conhecimento do Labdig (cont.)

Categoria	Indicador e respectiva métrica
Evolução da produção técnico-científica (cont.)	IAC8 - Taxa de evolução do número de publicações em periódicos (%): Número de publicações em periódicos no período - número de publicações em periódicos no período anterior(N)/ Número de publicações em periódicos no período anterior (N)
	IAC9 - Taxa de evolução do número de patentes depositadas (%): Número de patentes depositadas no período - número de patentes depositadas no período anterior(N)/ Número de patentes depositadas no período anterior (N)
Avanço do conhecimento do Labdig	IAC10 - Taxa de evolução do conhecimento do Labdig em técnicas de medição em equipamentos elétricos (Δ TRL) [Discriminando de acordo com o mapa do conhecimento e processo-chave gerador de conhecimento]
	IAC11 - Taxa de evolução do conhecimento do Labdig em perícias técnicas de falha em equipamentos elétricos (Δ TRL) [Discriminando de acordo com o mapa do conhecimento e processo-chave gerador de conhecimento]
	IAC12 - Taxa de evolução do conhecimento do Labdig em métodos de monitoramento em equipamentos elétricos (Δ TRL) [Discriminando de acordo com o mapa do conhecimento e processo-chave gerador de conhecimento]

Fonte: Elaboração própria, a partir dos resultados da reunião com representantes do Labdig.

A ferramenta TRL deverá ser adotada pela equipe do Labdig, quando da implementação da sistemática de mensuração e avaliação dos ativos intangíveis do Laboratório, e terá como base o mapa do conhecimento da figura 5.6. Ou seja, cada técnica ou método do mapa do conhecimento deverá ter a indicação da TRL em três níveis: (i) mundo; (ii) Brasil; e (iii) domínio pelo Labdig.

5.4.5.2.

Indicadores para mensuração e avaliação dos benefícios econômicos potenciais

Apresentam-se, a seguir, os indicadores propostos para mensuração e avaliação dos benefícios econômicos potenciais das atividades do Labdig (quadro 5.11).

Quadro 5.11 – Proposição de indicadores para mensuração e avaliação dos benefícios econômicos potenciais das atividades do Labdig

Categoria	Indicador e respectiva métrica
Novos contratos de prestação de serviços tecnológicos	IBE1 - Número de novos contratos de prestação de serviços tecnológicos com empresas do Sistema Eletrobrás/ Total de novos contratos de prestação de serviços tecnológicos (N) (%)
	IBE2 - Número de novos contratos de prestação de serviços tecnológicos com empresas não Eletrobrás de capital nacional/ Total de novos contratos de prestação de serviços tecnológicos (N) (%)
	IBE3 - Número de novos contratos de prestação de serviços tecnológicos com empresas de capital estrangeiro (N)/ Total de novos contratos de prestação de serviços tecnológicos (N) (%)
Novos contratos de capacitação externa	IBE4 - Número de novos contratos de capacitação externa com empresas do Sistema Eletrobrás/ Total de novos contratos de capacitação externa (N) (%)
	IBE5 - Número de novos contratos de capacitação externa com empresas não Eletrobrás de capital nacional (N)/Total de novos contratos de capacitação externa (N) (%)
	IBE6 - Número de novos contratos de capacitação externa com empresas de capital estrangeiro (%)/Total de novos contratos de capacitação externa (N) (%)
Novos projetos de P&D em cooperação	IBE7 - Número de novos projetos de P&D em cooperação com empresas do Sistema Eletrobras/Total de novos projetos de P&D em cooperação (%)
	IBE8 - Número de novos projetos de P&D em cooperação com empresas não Eletrobrás de capital (%)
	IBE9 - Número de novos projetos de P&D em cooperação com empresas de capital estrangeiro/ Total de novos projetos de P&D em cooperação (%)
Outros indicadores da dimensão 'Benefícios econômicos'	IBE10 - Número de novos projetos de P&D financiados por agências de fomento no período (N)
	IBE11 - Número de novos clientes no período (N)
	IBE12 - Número total de técnicas de medição em equipamentos elétricos de domínio do Labdig no período (N)
	IBE13 - Número total de métodos de perícia técnica de falha em equipamentos elétricos de domínio do Labdig no período (N)
	IBE14 - Número total de métodos de monitoramento em equipamentos elétricos de domínio do Labdig no período (N)
	IBE15 - Número de cursos de capacitação externa disponíveis no período (N)
	IBE16 - Número de patentes concedidas no período (N)

Fonte: Elaboração própria, a partir dos resultados da reunião com representantes do Labdig.

5.4.5.3.

Indicadores para mensuração e avaliação dos resultados e impactos para as empresas Eletrobras e do setor elétrico

O quadro 5.12 apresenta os indicadores propostos para mensuração e avaliação dos resultados e impactos para as empresas Eletrobras e do setor elétrico.

Quadro 5.12 – Proposição de indicadores para mensuração e avaliação dos resultados e impactos para as empresas Eletrobras e do setor elétrico

Categoria	Indicador e respectiva métrica
Indicadores de resultado	IEM1 - Taxa de diagnóstico de falhas (%): Número de falhas diagnosticadas (N)/Número de investigações solicitadas no período (N)
	IEM2 - Número de equipamentos elétricos ensaiados no campo no período (N)
	IEM3 - Número de equipamentos elétricos monitorados no campo no período (N)
	IEM4 - Número de pessoas capacitadas por área de competência no período (N)
	IEM5 - Número de cursos ministrados por área de competência no período (N)
	IEM6 - Número total de pessoas capacitadas no período (N)
Indicadores de impacto	IEM7 - Taxa de correção de defeitos (%): Número de defeitos corrigidos caso aplicável(N)/Número de defeitos identificados (N)
	IEM8 - Taxa de falhas evitadas (%): Número de falhas evitadas (N)/Número de defeitos identificados (N)
	IEM9 - Custos evitados com substituição de equipamentos por falha (\$)
	IEM10 - Taxa de redução dos custos de manutenção dos equipamentos das empresas (%)
	IEM11 - Domínio do conhecimento por parte da empresa por área de competência do Labdig (avaliação pela empresa com escala tipo Likert)
	IEM12 - Custos evitados pela empresa com a contratação de ensaios (\$)

Fonte: Elaboração própria, a partir dos resultados da reunião com representantes do Labdig.

5.4.5.4.

Indicadores para mensuração e avaliação dos resultados da cooperação com outros laboratórios do Cepel, da Relase e outras ICTs

O quadro 5.13 apresenta os indicadores propostos para mensuração e avaliação dos resultados da cooperação do Labdig com outros laboratórios do Cepel, da Relase e outras ICTs.

Quadro 5.13 – Proposição de indicadores para mensuração e avaliação dos resultados da cooperação com outros laboratórios do Cepel, da Relase e outras ICTs

Categoria	Indicador e respectiva métrica
Resultados da cooperação com outros laboratórios do Cepel, da Relase e outras ICTs	ICO1 – Percentual de projetos de P&D em cooperação com outros laboratórios do Cepel no período (%): Número de projetos de P&D em cooperação com outros laboratórios do Cepel (N)/ Total de projetos de P&D em cooperação (N)
	ICO2 - Percentual de projetos de P&D em cooperação com outros laboratórios da Relase no período (%): Número de projetos de P&D em cooperação com outros laboratórios da Relase (N)/ Total de projetos de P&D em cooperação (N)
	ICO3 - Percentual de projetos de P&D em cooperação com outras ICTs no período (%): Número de projetos de P&D em cooperação com outras ICTs no período (N)/ Total de projetos de P&D em cooperação (N)
	ICO4 - Percentual de ensaios realizados por outros laboratórios do Cepel no período (%): Número de ensaios realizados por outros laboratórios do Cepel no período (N)/ Número total de ensaios realizados por outros laboratórios no período (N)
	ICO5 - Percentual de ensaios realizados por outros laboratórios da Relase no período (%): Número de ensaios realizados por outros laboratórios da Relase no período (N)/ Número total de ensaios realizados por outros laboratórios no período (N)
	ICO6 - Percentual de ensaios realizados por outras ICTs no período (%): Número de ensaios realizados por outras ICTs no período (N)/ Número total de ensaios realizados por outros laboratórios no período (N)

Fonte: Elaboração própria, a partir dos resultados da reunião com representantes do Labdig.

5.4.5.5.

Indicadores para mensuração e avaliação dos resultados socioambientais

Apresentam-se no Quadro 5.14 os indicadores propostos para mensuração e avaliação dos resultados socioambientais das atividades do Labdig.

Quadro 5.14 – Proposição de indicadores para mensuração e avaliação dos resultados socioambientais das atividades do Labdig

Categoria	Indicador e respectiva métrica
Gerenciamento de resíduos	ISA1 - Total de resíduos gerados nas atividades administrativas destinados à coleta municipal no período (kg)
	ISA2 - Total de resíduos Classe II gerados nas atividades administrativas (classificados pela NBR10004/04) no período (kg)
	ISA3 - Total de resíduos gerados nas atividades administrativas à reciclagem no período (kg)
	ISA4 - Total de resíduos gerados nas atividades administrativas destinados à reutilização no período (kg)
Emissões	ISA5 - Emissões fugitivas totais de hexafluoreto de enxofre (SF6) de equipamentos do Labdig no período (kg): estoque de gás SF6 no início do ano menos estoque de gás SF6 no final do ano (kg)

Fonte: Elaboração própria, a partir dos resultados da reunião com representantes do Labdig.

5.4.6.

Etapla 6: Validação dos indicadores propostos com emprego de métodos *fuzzy* multicritério de apoio à decisão

Como descrito no capítulo 4 (subseção 4.2.6), os resultados desta etapa referem-se aos seguintes passos:

- Definição da estrutura hierárquica de decisão e critérios para validação dos indicadores para mensuração e avaliação dos ativos intangíveis do Laboratório;
- Atribuição de pesos aos critérios pelo método *fuzzy* AHP;
- Avaliação quantitativa do grau de atendimento dos indicadores aos critérios pelo método *fuzzy* TOPSIS; e
- Avaliação qualitativa a partir dos resultados da avaliação quantitativa do grau de atendimento dos indicadores propostos aos critérios previamente estabelecidos.

5.4.6.1.

Estrutura hierárquica de decisão e critérios para validação dos indicadores propostos para o Labdig

A estrutura hierárquica de decisão para validação dos indicadores de capital intelectual e de resultados/impactos das atividades do Labdig é representada na figura 5.7, a seguir.

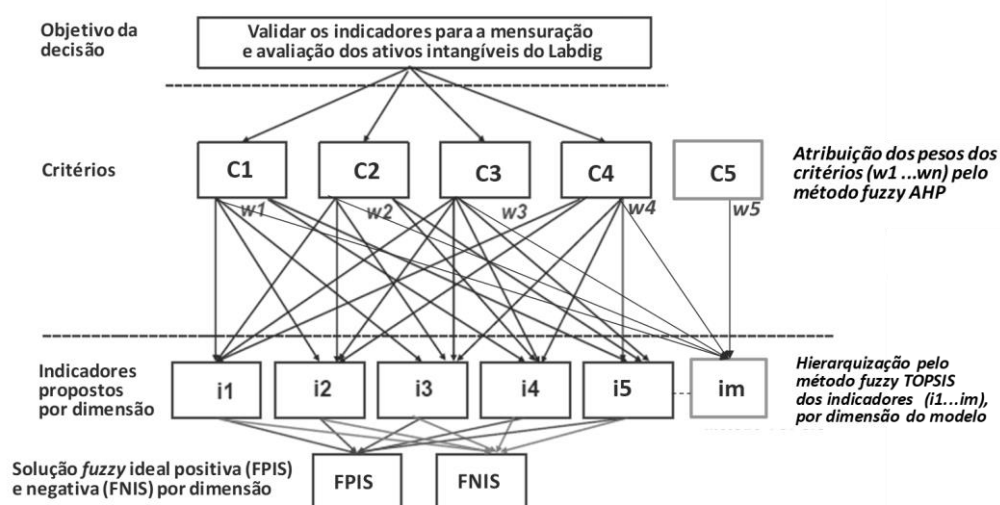


Figura 5.7 - Estrutura hierárquica de decisão para validação dos indicadores propostos para mensuração e avaliação dos ativos intangíveis do Labdig

Legenda: **C1** – Relevância; **C2** – Mensurabilidade; **C3** – Comparabilidade; **C4** – Confiabilidade; **C5** – Rastreabilidade; **I1** a **In** – Indicadores propostos por dimensão do modelo.

Fonte: Elaboração própria, com base em Saaty (1991) e Hwang e Choi (1996).

Os critérios recomendados no quadro 4.4, na subseção 4.2.6, do capítulo 4, foram aceitos pelos especialistas do Labdig e do Cepel que participaram do estudo empírico e integram a figura 5.7.

5.4.6.2.

Resultados da atribuição dos pesos aos critérios pelo método *fuzzy* AHP

Apresentam-se nas tabelas 5.1 a 5.6 os resultados da atribuição dos pesos aos critérios definidos no passo anterior, por comparações pareadas dos critérios, conforme escala apresentada no quadro 4.5 (subseção 4.2.6, do capítulo 4). Os julgamentos foram realizados por especialistas do Labdig e convidados do Cepel interessados na aplicação futura do modelo proposto nesta dissertação (R1 a R6).

Quando as matrizes de comparação crisp A são consistentes significa que a matriz resultante de comparação *fuzzy* \tilde{A} também é consistente. Para tal verificação, utilizou-se o *software* IPÊ, versão 1.0 (Costa, 2004) e chegou-se à conclusão de que todas os julgamentos das seis matrizes eram consistentes, ou seja, $RC \leq 0,10$ (ver última linha da tabela 5.2).

Tabela 5.1 – Comparações pareadas dos critérios de decisão

Comparação pareada dos critérios		Números <i>fuzzy</i> triangulares (NTF) correspondentes aos termos linguísticos da intensidade da importância do critério*						Média aritmética dos números <i>fuzzy</i> triangulares		
		R1	R2	R3	R4	R5	R6	Min.	Int.	Max.
		Min.; Int.; Max	Min.; Int.; Max	Min.; Int.; Max	Min.; Int.; Max	Min.; Int.; Max	Min.; Int.; Max			
(x) Relevância [C1]	() Mensurabilidade [C2]	1;1;1	2;3;4	3;4;5	2;3;4	3;4;5	2;3;4	2,17	3,00	4,00
(x) Relevância [C1]	() Comparabilidade [C3]	2;3;4	5;6;7	5;6;7	3;4;5	6;7;8	4;5;6	4,33	5,33	6,50
(x) Relevância [C1]	() Confiabilidade [C4]	1;1;1	2;3;4	1;2;3	1;1;1	2;3;4	2;3;4	1,50	2,17	3,00
(x) Relevância [C1]	() Rastreabilidade [C5]	2;3;4	4;5;6	5;6;7	3;4;5	4;5;6	4;5;6	3,67	4,67	5,83
(x) Mensurabilidade [C2]	() Comparabilidade [C3]	2;3;4	4;5;6	5;6;7	3;4;5	4;5;6	4;5;6	3,67	4,67	5,83
(x) Mensurabilidade [C2]	() Confiabilidade [C4]	1;1;1	1;1;1	1;1;1	1;2;3	1;1;1	1;1;1	1,00	1,17	1,67
(x) Mensurabilidade [C2]	() Rastreabilidade [C5]	2;3;4	3;4;5	3;4;5	3;4;5	3;4;5	2;3;4	2,67	3,67	4,83
() Comparabilidade [C3]	(x) Confiabilidade [C4]	2;3;4	2;3;4	3;4;5	3;4;5	2;3;4	2;3;4	2,33	3,33	4,50
() Comparabilidade [C3]	(x) Rastreabilidade [C5]	1;1;1	2;3;4	1;2;3	2;3;4	2;3;4	2;3;4	1,67	2,50	3,50
(x) Confiabilidade [C4]	() Rastreabilidade [C5]	1;1;1	2;3;4	3;4;5	3;4;5	2;3;4	1;1;1	2,50	3,33	4,33

Fonte: Elaboração própria, a partir das respostas de especialistas do Labdig e convidados do Cepel.

Nota: (*) Para os julgamentos referentes ao grau de importância de cada critério sobre os demais, adotou-se a escala de valor de 1 a 9, apresentada no quadro 4.6. Os números *fuzzy* triangulares foram definidos conforme quadro 4.6. R1 a R6 referem-se aos especialistas do Labdig e convidados do Cepel, que participaram da comparação pareada dos critérios.

Tabela 5.2 – Pesos dos critérios e razões de consistência (RC) das matrizes com os julgamentos dos especialistas (R1 a R6)

Critério	R1	R2	R3	R4	R5	R6
Relevância [C1]	0,276	0,456	0,450	0,345	0,482	0,442
Mensurabilidade [C2]	0,276	0,220	0,214	0,262	0,205	0,205
Comparabilidade [C3]	0,092	0,052	0,049	0,056	0,048	0,055
Confiabilidade [C4]	0,232	0,183	0,217	0,245	0,177	0,210
Rastreabilidade [C5]	0,123	0,089	0,069	0,091	0,087	0,088
Razão de consistência: $RC \leq 0,10$	0,034	0,049	0,044	0,095	0,055	0,074

Fonte: Elaboração própria, a partir das respostas de especialistas do Labdig e convidados do Cepel (R1 a R6), com suporte do *software* IPE (Costa, 2004).

Na sequência, preencheu-se a matriz de comparação pareada dos critérios de decisão com números *fuzzy* triangulares (NFT), calculados pela média dos julgamentos (NFT) dos especialistas (tabela 5.3), conforme equação 02 (capítulo 4 – seção 4.2.6).

Tabela 5.3 – Matriz de comparação pareada dos critérios de decisão com números *fuzzy* triangulares (NFT)

Crítérios	C1	C2	C3	C4	C5
C1	(1,00; 1,00; 1,00)	(2,17; 3,00; 4,00)	(4,33; 5,33; 6,50)	(1,50; 2,17; 3,00)	(3,67; 4,67; 5,83)
C2	(0,25; 0,33; 0,46)	(1,00; 1,00; 1,00)	(3,67; 4,67; 5,83)	(1,00; 1,17; 1,67)	(2,67; 3,67; 4,83)
C3	(0,15; 0,19; 0,23)	(0,17; 0,21; 0,27)	(1,00; 1,00; 1,00)	(2,33; 3,33; 4,50)	(1,67; 2,50; 3,50)
C4	(0,33; 0,46; 0,67)	(0,60; 0,86; 1,00)	(0,22; 0,30; 0,43)	(1,00; 1,00; 1,00)	(2,50; 3,33; 4,33)
C5	(0,17; 0,21; 0,27)	(0,21; 0,27; 0,38)	(0,29; 0,40; 0,60)	(0,23; 0,30; 0,40)	(1,00; 1,00; 1,00)

Fonte: Elaboração própria, com base nos resultados da tabela 5.1.

Legenda: **C1** – Relevância; **C2** – Mensurabilidade; **C3** – Comparabilidade; **C4** – Confiabilidade; **C5** – Rastreabilidade

Os pesos dos critérios de decisão (C1 a C5) foram calculados pela média geométrica (r_i), como descrito no capítulo 4, empregando-se o *General Fuzzy-AHP Template.xlsx*, divulgado por Soberi e Ahmad (2016).

Apresentam-se nas tabelas 5.4 a 5.6 os resultados das médias geométricas dos valores *fuzzy* das comparações pareadas (r_i) e os pesos *fuzzy* atribuídos aos critérios de decisão (w_i), conforme equações 04 e 05, respectivamente (capítulo 4 – seção 4.2.6).

Tabela 5.4 – Médias geométricas dos valores *fuzzy* das comparações pareadas (r_i) e pesos *fuzzy* atribuídos aos critérios de decisão (w_i)

Crítério	r_i			w_i		
Relevância [C1]	2,201	2,766	3,401	0,443	0,444	0,438
Mensurabilidade [C2]	1,196	1,461	1,850	0,240	0,234	0,238
Comparabilidade [C3]	0,634	0,803	0,998	0,128	0,129	0,128
Confiabilidade [C4]	0,644	0,831	1,044	0,130	0,133	0,134
Rastreabilidade [C5]	0,298	0,371	0,476	0,060	0,060	0,061

Fonte: Elaboração própria, com base nos valores da tabela 5.3.

O valor de interesse final para a ordenação dos critérios de decisão é o vetor normalizado, ou seja, o vetor cuja soma de seus elementos seja igual a 1. Para isso cada elemento w_i foi dividido pelo somatório de w .

A tabela 5.5 apresenta os pesos médios (M_i) e normalizados (N_i) atribuídos aos critérios de decisão de decisão, utilizando-se as equações 06 e 07 (capítulo 4 – seção 4.2.6).

Tabela 5.5 – Pesos médios (M_i) e normalizados (N_i) atribuídos aos critérios de decisão

Critério	Pesos médios (M_i)	Pesos normalizados (N_i)	Hierarquização
Relevância [C1]	1,324	0,441	1
Mensurabilidade [C2]	0,713	0,238	2
Comparabilidade [C3]	0,385	0,128	4
Confiabilidade [C4]	0,397	0,132	3
Rastreabilidade [C5]	0,181	0,060	5
Total	3,000	1,000	

Como pode ser observado na tabela 5.5, os critérios de decisão de maior peso foram ‘relevância’ (C1) e ‘mensurabilidade’ (C2), seguidos dos critérios ‘confiabilidade’ e ‘comparabilidade’. Esses resultados foram submetidos à avaliação qualitativa dos cinco respondentes, tendo sido considerados satisfatórios. Assim, os pesos normalizados apresentados na tabela 5.5 foram adotados nos passos subsequentes da validação dos indicadores propostos para cada uma das dimensões do modelo conceitual (quadros 5.7 a 5.14, com indicadores e métricas).

5.4.6.3.

Resultados da avaliação quantitativa do grau de atendimento dos indicadores aos critérios pelo método *fuzzy* TOPSIS

Após a atribuição dos pesos aos critérios de decisão pelo método *fuzzy* AHP, iniciou-se a avaliação quantitativa do grau de atendimento dos indicadores propostos a tais critérios pelo método *fuzzy* TOPSIS. Esta avaliação compreendeu os seguintes passos:

- Constituição das matrizes de avaliação quantitativa dos indicadores por dimensão do modelo, preenchendo-as com termos linguísticos fornecidos por especialistas do Labdig e convidados do Cepel referentes ao grau de atendimento dos indicadores aos critérios de decisão. Os termos linguísticos foram representados por números *fuzzy* triangulares;
- Definição da solução ideal positiva *fuzzy* e solução ideal negativa *fuzzy* (FPIS e FNIS) e definição da distância para FPIS (D+) e para FNIS (D-);
- Determinação da proximidade relativa do valor ideal e hierarquização dos indicadores por dimensão do modelo.

Apresentam-se nos itens a seguir os resultados da avaliação quantitativa dos indicadores propostos em cada dimensão do modelo, a saber:

- Mensuração e avaliação do capital humano do Labdig;
- Mensuração e avaliação do capital estrutural do Labdig;
- Mensuração e avaliação do capital relacional do Labdig;
- Mensuração e avaliação dos benefícios econômicos potenciais;
- Mensuração e avaliação do avanço do conhecimento do Labdig;
- Mensuração e avaliação dos resultados e impactos das atividades do Labdig para Empresas Eletrobras e do setor elétrico;
- Mensuração e avaliação dos resultados da cooperação do Labdig com Laboratórios do Cepel, da Relase e outras ICTs; e
- Mensuração e avaliação dos resultados socioambientais das atividades do Labdig.

5.4.6.4.

Indicadores para mensuração e avaliação do capital humano do Labdig

Inicialmente, criou-se a matriz de decisão \tilde{D} de avaliação quantitativa dos indicadores de capital humano (ICH) do Labdig em relação aos critérios C1 a C5. Preencheu-se a matriz com números *fuzzy* triangulares associados aos termos linguísticos fornecidos pelos especialistas participantes deste estudo empírico, que posteriormente foram expressos por números *fuzzy* triangulares (tabela 5.6).

Tabela 5.6 – Matriz de decisão \tilde{D} dos indicadores de capital humano do Labdig avaliados à luz dos critérios C1 a C5

\tilde{D}	C1			C2			C3			C4			C5		
	Min.	Int.	Max	Min.	Int.	Max	Min.	Int.	Max	Min.	Int.	Max	Min.	Int.	Max.
ICH1	5,0	5,8	6,7	7,8	8,3	8,8	8,0	8,5	9,0	7,0	7,7	8,3	8,7	8,8	9,0
ICH2	5,8	6,7	7,5	7,8	8,3	8,8	8,0	8,5	9,0	7,0	7,7	8,3	8,7	8,8	9,0
ICH3	5,5	6,5	7,5	7,8	8,3	8,8	8,0	8,5	9,0	7,0	7,7	8,3	8,7	8,8	9,0
ICH4	5,2	6,2	7,2	7,8	8,3	8,8	8,0	8,5	9,0	7,0	7,7	8,3	8,7	8,8	9,0
ICH5	4,2	5,2	6,2	7,8	8,3	8,8	8,0	8,5	9,0	7,0	7,7	8,3	8,7	8,8	9,0
ICH6	4,2	5,2	6,2	7,8	8,3	8,8	8,0	8,5	9,0	7,0	7,7	8,3	8,7	8,8	9,0
ICH7	4,2	5,2	6,2	7,8	8,3	8,8	8,0	8,5	9,0	7,0	7,7	8,3	8,7	8,8	9,0
ICH8	3,2	4,2	5,2	7,8	8,3	8,8	8,0	8,5	9,0	7,0	7,7	8,3	8,7	8,8	9,0
ICH9	4,2	5,2	6,2	7,5	8,0	8,5	7,5	8,2	8,8	7,0	7,7	8,3	8,2	8,5	8,8
ICH10	2,8	3,8	4,8	7,0	7,7	8,3	6,8	7,7	8,5	6,5	7,3	8,2	7,7	8,2	8,7
ICH11	5,2	6,2	7,2	7,0	7,7	8,3	6,8	7,7	8,5	6,5	7,3	8,2	7,7	8,2	8,7
ICH12	5,2	6,0	6,8	5,0	6,0	7,0	6,2	7,2	8,2	5,7	6,7	7,7	6,8	7,5	8,2
ICH13	5,3	6,3	7,3	8,0	8,3	8,7	8,0	8,5	9,0	7,5	8,0	8,5	8,0	8,5	9,0
ICH14	4,0	5,0	6,0	8,0	8,3	8,7	8,0	8,5	9,0	7,2	7,7	8,2	8,0	8,5	9,0
ICH15	6,0	6,8	7,7	7,8	8,3	8,8	8,0	8,5	9,0	6,7	7,3	8,0	8,0	8,5	9,0
ICH16	5,3	6,3	7,3	7,8	8,3	8,8	8,0	8,5	9,0	6,7	7,3	8,0	8,0	8,5	9,0
ICH17	4,3	5,3	6,3	7,7	8,2	8,7	7,5	8,2	8,8	6,5	7,2	7,8	7,5	8,2	8,8
ICH18	3,5	4,5	5,5	7,7	8,2	8,7	7,5	8,2	8,8	6,5	7,2	7,8	7,5	8,2	8,8
ICH19	4,5	5,5	6,5	7,3	7,8	8,3	7,5	8,2	8,8	6,5	7,2	7,8	7,5	8,2	8,8
ICH20	3,2	4,2	5,2	6,7	7,5	8,3	6,7	7,7	8,7	5,8	6,8	7,8	6,7	7,7	8,7
Pesos fuzzy*	0,44	0,44	0,44	0,24	0,23	0,24	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,06	0,06	0,06

Nota: (*) Pesos fuzzy normalizados, conforme valores w_i da tabela 5.4.

Os valores correspondentes à avaliação de cada indicador referem-se às médias dos valores mínimos, intermediários e máximos dos números *fuzzy* triangulares, utilizando-se as equações 12 e 13, como descrito no capítulo 4 – subseção 4.2.6

Na sequência, apresentam-se na tabela 5.7 os resultados da matriz de decisão normalizada referente aos indicadores ICH, utilizando-se as equações 14, 15 e 16. Já a tabela 5.8 refere-se à matriz de decisão dos indicadores de capital humano normalizada e ponderada, utilizando-se as equações 17 e 18, conforme descrito na subseção 4.2.6 do capítulo 4.

Tabela 5.7 – Matriz de decisão \tilde{R} normalizada dos indicadores de capital humano do Labdig

\tilde{R}	C1			C2			C3			C4			C5		
	Min.	Int.	Max	Min.	Int.	Max	Min.	Int.	Max	Min.	Int.	Max	Min.	Int.	Max
ICH1	0,65	0,76	0,87	0,89	0,94	1,00	0,89	0,94	1,00	0,82	0,90	0,98	0,94	0,98	1,00
ICH2	0,76	0,87	0,98	0,89	0,94	1,00	0,89	0,94	1,00	0,82	0,90	0,98	0,94	0,98	1,00
ICH3	0,72	0,85	0,98	0,89	0,94	1,00	0,89	0,94	1,00	0,82	0,90	0,98	0,94	0,98	1,00
ICH4	0,67	0,80	0,93	0,89	0,94	1,00	0,89	0,94	1,00	0,82	0,90	0,98	0,94	0,98	1,00
ICH5	0,54	0,67	0,80	0,89	0,94	1,00	0,89	0,94	1,00	0,82	0,90	0,98	0,94	0,98	1,00
ICH6	0,54	0,67	0,80	0,89	0,94	1,00	0,89	0,94	1,00	0,82	0,90	0,98	0,94	0,98	1,00
ICH7	0,54	0,67	0,80	0,89	0,94	1,00	0,89	0,94	1,00	0,82	0,90	0,98	0,94	0,98	1,00
ICH8	0,41	0,57	0,67	0,89	0,94	1,00	0,89	0,94	1,00	0,82	0,90	0,98	0,94	0,98	1,00
ICH9	0,54	0,67	0,80	0,85	0,91	0,96	0,83	0,91	0,98	0,82	0,90	0,98	0,89	0,94	0,98
ICH10	0,37	0,50	0,63	0,79	0,87	0,94	0,76	0,85	0,94	0,76	0,86	0,96	0,83	0,91	0,96
ICH11	0,67	0,80	0,93	0,79	0,87	0,94	0,76	0,85	0,94	0,76	0,86	0,96	0,83	0,91	0,96
ICH12	0,67	0,78	0,89	0,57	0,68	0,79	0,69	0,80	0,91	0,67	0,78	0,90	0,74	0,83	0,91
ICH13	0,70	0,83	0,96	0,91	0,94	0,98	0,89	0,94	1,00	0,88	0,94	1,00	0,87	0,94	1,00
ICH14	0,52	0,65	0,78	0,91	0,94	0,98	0,89	0,94	1,00	0,84	0,90	0,96	0,87	0,94	1,00
ICH15	0,78	0,89	1,00	0,89	0,94	1,00	0,89	0,94	1,00	0,78	0,86	0,94	0,87	0,94	1,00
ICH16	0,70	0,83	0,96	0,89	0,94	1,00	0,89	0,94	1,00	0,78	0,86	0,94	0,87	0,94	1,00
ICH17	0,57	0,70	0,83	0,87	0,92	0,98	0,83	0,91	0,98	0,76	0,84	0,92	0,81	0,91	0,98
ICH18	0,46	0,59	0,72	0,87	0,92	0,98	0,83	0,91	0,98	0,76	0,84	0,92	0,81	0,91	0,98
ICH19	0,59	0,72	0,85	0,83	0,89	0,94	0,83	0,91	0,98	0,76	0,84	0,92	0,81	0,91	0,98
ICH20	0,41	0,54	0,67	0,75	0,85	0,94	0,74	0,85	0,96	0,69	0,80	0,92	0,72	0,85	0,96

Tabela 5.8 – Matriz de decisão \tilde{V} normalizada e ponderada dos indicadores de capital humano do Labdig

\tilde{V}	C1			C2			C3			C4			C5		
	Min.	Int.	Max	Min.	Int.	Max	Min.	Int.	Max	Min.	Int.	Max	Min.	Int.	Max
ICH1	0,29	0,34	0,38	0,21	0,22	0,24	0,11	0,12	0,13	0,11	0,12	0,13	0,06	0,06	0,06
ICH2	0,34	0,39	0,43	0,21	0,22	0,24	0,11	0,12	0,13	0,11	0,12	0,13	0,06	0,06	0,06
ICH3	0,32	0,38	0,43	0,21	0,22	0,24	0,11	0,12	0,13	0,11	0,12	0,13	0,06	0,06	0,06
ICH4	0,30	0,36	0,41	0,21	0,22	0,24	0,11	0,12	0,13	0,11	0,12	0,13	0,06	0,06	0,06
ICH5	0,24	0,30	0,35	0,21	0,22	0,24	0,11	0,12	0,13	0,11	0,12	0,13	0,06	0,06	0,06
ICH6	0,24	0,30	0,35	0,21	0,22	0,24	0,11	0,12	0,13	0,11	0,12	0,13	0,06	0,06	0,06
ICH7	0,24	0,30	0,35	0,21	0,22	0,24	0,11	0,12	0,13	0,11	0,12	0,13	0,06	0,06	0,06
ICH8	0,18	0,24	0,29	0,21	0,22	0,24	0,11	0,12	0,13	0,11	0,12	0,13	0,06	0,06	0,06
ICH9	0,24	0,30	0,35	0,20	0,21	0,23	0,11	0,12	0,13	0,11	0,12	0,13	0,05	0,06	0,06
ICH10	0,16	0,22	0,28	0,19	0,20	0,22	0,10	0,11	0,13	0,10	0,12	0,13	0,05	0,05	0,06
ICH11	0,30	0,36	0,41	0,19	0,20	0,22	0,10	0,11	0,12	0,10	0,12	0,13	0,05	0,05	0,06
ICH12	0,30	0,35	0,39	0,14	0,16	0,19	0,09	0,10	0,12	0,09	0,10	0,12	0,05	0,05	0,06
ICH13	0,31	0,37	0,42	0,22	0,22	0,23	0,11	0,12	0,13	0,11	0,13	0,13	0,05	0,06	0,06
ICH14	0,23	0,29	0,34	0,22	0,22	0,23	0,11	0,12	0,13	0,11	0,12	0,13	0,05	0,06	0,06
ICH15	0,35	0,40	0,44	0,21	0,22	0,24	0,11	0,12	0,13	0,10	0,12	0,13	0,05	0,06	0,06
ICH16	0,31	0,37	0,42	0,21	0,22	0,24	0,11	0,12	0,13	0,10	0,12	0,13	0,05	0,06	0,06
ICH17	0,25	0,31	0,36	0,21	0,22	0,23	0,11	0,12	0,13	0,10	0,11	0,12	0,05	0,05	0,06
ICH18	0,20	0,26	0,31	0,21	0,22	0,23	0,11	0,12	0,13	0,10	0,11	0,12	0,05	0,05	0,06
ICH19	0,26	0,32	0,37	0,20	0,21	0,22	0,11	0,12	0,13	0,10	0,11	0,12	0,05	0,05	0,06
ICH20	0,18	0,24	0,29	0,18	0,20	0,22	0,09	0,11	0,12	0,09	0,11	0,12	0,04	0,05	0,06

Com base nos resultados apresentados na tabela 5.8, geraram-se as matrizes de distâncias A^+ e A^- por meio das equações 19 e 20, respectivamente (subseção 4.2.6 - capítulo 4).

Para o cálculo das distâncias D_i^+ entre os valores de FPIS e as pontuações dos indicadores de ICH da matriz de decisão \tilde{R} , utilizou-se a equação 21 (capítulo 4- subseção 4.2.6). Analogamente, o cálculo da distância D_i^- entre os valores de FNIS e as pontuações dos indicadores de ICH foi realizado pela equação 22.

O coeficiente de proximidade (CC_i) foi calculado por meio das distâncias totais positiva (D^+) e negativa (D^-).

Os resultados referentes a esses passos encontram-se nas tabelas 5.9 e 5.10, a seguir.

Tabela 5.9 – Matrizes de distâncias entre os valores de FPIS e FNIS e as pontuações dos indicadores ICH

	Matriz de distâncias A+						Matriz de distâncias A-					
	C1	C2	C3	C4	C5	D+	C1	C2	C3	C4	C5	D-
ICH1	0,67	0,78	0,88	0,88	0,94	4,14	0,34	0,22	0,12	0,12	0,06	0,86
ICH2	0,62	0,78	0,88	0,88	0,94	4,09	0,39	0,22	0,12	0,12	0,06	0,91
ICH3	0,63	0,78	0,88	0,88	0,94	4,10	0,38	0,22	0,12	0,12	0,06	0,90
ICH4	0,65	0,78	0,88	0,88	0,94	4,12	0,36	0,22	0,12	0,12	0,06	0,88
ICH5	0,70	0,78	0,88	0,88	0,94	4,18	0,30	0,22	0,12	0,12	0,06	0,83
ICH6	0,70	0,78	0,88	0,88	0,94	4,18	0,30	0,22	0,12	0,12	0,06	0,83
ICH7	0,70	0,78	0,88	0,88	0,94	4,18	0,30	0,22	0,12	0,12	0,06	0,83
ICH8	0,76	0,78	0,88	0,88	0,94	4,24	0,24	0,22	0,12	0,12	0,06	0,77
ICH9	0,70	0,78	0,88	0,88	0,94	4,20	0,30	0,22	0,12	0,12	0,06	0,81
ICH10	0,78	0,79	0,89	0,89	0,95	4,30	0,23	0,21	0,11	0,12	0,05	0,71
ICH11	0,65	0,79	0,89	0,89	0,95	4,16	0,36	0,21	0,11	0,12	0,05	0,84
ICH12	0,66	0,84	0,90	0,90	0,95	4,24	0,35	0,16	0,10	0,10	0,05	0,77
ICH13	0,64	0,78	0,88	0,88	0,94	4,11	0,37	0,22	0,12	0,12	0,06	0,89
ICH14	0,71	0,78	0,88	0,88	0,94	4,19	0,29	0,22	0,12	0,12	0,06	0,81
ICH15	0,61	0,78	0,88	0,89	0,94	4,09	0,39	0,22	0,12	0,11	0,06	0,91
ICH16	0,64	0,78	0,88	0,89	0,94	4,12	0,37	0,22	0,12	0,11	0,06	0,88
ICH17	0,69	0,78	0,88	0,89	0,95	4,19	0,31	0,22	0,12	0,11	0,05	0,81
ICH18	0,74	0,78	0,88	0,89	0,95	4,24	0,26	0,22	0,12	0,11	0,05	0,77
ICH19	0,69	0,79	0,88	0,89	0,95	4,19	0,32	0,21	0,12	0,11	0,05	0,81
ICH20	0,76	0,80	0,89	0,89	0,95	4,29	0,24	0,20	0,11	0,11	0,05	0,72

Nota: **D+**: Distância total positiva; **D-**: Distância total negativa.

A tabela 5.10 mostra os coeficientes de proximidade (CCi) dos indicadores de capital humano do Labdig em relação às distâncias totais positiva ($D+$) e negativa ($D-$).

Destacam-se nesta tabela 5.10 os indicadores de capital humano do Labdig com maiores valores do coeficiente de proximidade (CCi), ou seja, IC13 (Tempo médio de serviço da equipe no Laboratório) e IC2 (Percentual de efetivos com título de doutor). Destacam-se também aqueles com menores valores, respectivamente IC12 (Número de efetivos com capacidade didática) e IC20 (Número de horas de capacitação em cursos de curta duração). Esses resultados, juntamente com os demais relacionados ao capital intelectual do Labdig, serão discutidos segundo uma perspectiva sistêmica ao final deste capítulo (5.5).

Tabela 5.10 – Hierarquização dos indicadores de capital humano do Labdig pelo coeficiente de proximidade (CCi)

Indicador	Distância total positiva (D+)	Distância total negativa (D-)	Coeficiente de proximidade (CCi)	Hierarquização
ICH1	4,142	0,863	0,172	6
ICH2	4,094	0,910	0,182	1
ICH3	4,104	0,902	0,180	2
ICH4	4,123	0,883	0,176	5
ICH5	4,180	0,826	0,165	8
ICH6	4,180	0,826	0,165	8
ICH7	4,180	0,826	0,165	8
ICH8	4,238	0,769	0,154	11
ICH9	4,196	0,810	0,162	10
ICH10	4,297	0,712	0,142	14
ICH11	4,162	0,844	0,169	7
ICH12	4,238	0,768	0,153	12
ICH13	4,110	0,895	0,179	3
ICH14	4,192	0,814	0,163	9
ICH15	4,091	0,913	0,182	1
ICH16	4,121	0,885	0,177	4
ICH17	4,192	0,814	0,163	9
ICH18	4,240	0,767	0,153	12
ICH19	4,192	0,814	0,163	8
ICH20	4,293	0,716	0,143	13

Nota: Destaque para os indicadores de maior e menor grau de atendimento aos critérios de decisão.

5.4.6.5.

Indicadores para mensuração e avaliação do capital estrutural do Labdig

De forma análoga ao item anterior, apresentam-se os resultados da aplicação do método *fuzzy* TOPSIS para avaliação quantitativa dos indicadores de capital estrutural (ICE) do Labdig, em relação aos critérios definidos no quadro 4.4.

Apresenta-se na tabela 5.11 a matriz de decisão \tilde{D} de avaliação quantitativa dos ICE do Labdig em relação aos critérios de decisão C1 a C5 (descritos no quadro 4.4 e com pesos *fuzzy* normalizados).

Tabela 5.11 – Matriz de decisão \tilde{D} dos indicadores de capital estrutural do Labdig avaliados à luz dos critérios de decisão

\tilde{D}	C1			C2			C3			C4			C5		
	Min.	Int.	Max.	Min.	Int.	Max.	Min.	Int.	Max.	Min.	Int.	Max.	Min.	Int.	Max.
ICE1	7,0	7,8	8,7	6,2	7,2	8,2	5,5	6,5	7,5	6,8	7,7	8,5	6,5	7,2	7,8
ICE2	6,8	7,7	8,5	6,7	7,5	8,3	5,5	6,5	7,5	7,0	7,8	8,7	6,8	7,5	8,2
ICE3	6,3	7,2	8,0	6,7	7,5	8,3	5,5	6,5	7,5	7,0	7,8	8,7	6,5	7,2	7,8
ICE4	7,0	7,8	8,7	5,8	6,8	7,8	5,5	6,5	7,5	6,5	7,3	8,2	5,7	6,5	7,3
ICE5	6,0	6,8	7,7	5,5	6,5	7,5	5,5	6,5	7,5	6,2	7,0	7,8	5,7	6,5	7,3
ICE6	6,7	7,5	8,3	5,5	6,5	7,5	5,7	6,7	7,7	6,5	7,3	8,2	6,0	6,8	7,7
ICE7	6,0	6,8	7,7	6,5	7,2	7,8	5,8	6,8	7,8	7,5	8,2	8,8	6,8	7,5	8,2
ICE8	6,8	7,7	8,5	6,0	6,7	7,3	5,7	6,5	7,3	7,3	8,0	8,7	6,3	7,0	7,7
ICE9	6,0	6,8	7,7	7,3	7,8	8,3	6,5	7,3	8,2	7,3	7,8	8,3	6,8	7,3	7,8
ICE10	6,0	7,0	8,0	6,7	7,3	8,0	6,0	7,0	8,0	6,8	7,5	8,2	6,5	7,2	7,8
ICE11	4,5	5,5	6,5	6,2	6,8	7,5	5,8	6,8	7,8	6,5	7,3	8,2	6,0	6,8	7,7
Pesos fuzzy*	0,44	0,44	0,44	0,24	0,23	0,24	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,06	0,06	0,06

Nota: (*) Pesos *fuzzy* normalizados, conforme valores w_i da tabela 5.4.

Na tabela 5.12, visualizam-se os resultados da matriz de decisão \tilde{R} normalizada dos ICE. A tabela 5.13 refere-se à matriz de decisão dos indicadores de capital estrutural normalizada e ponderada, conforme descrito na subseção 4.2.6 do capítulo 4.

Tabela 5.12 – Matriz de decisão \tilde{R} normalizada dos indicadores de capital estrutural do Labdig

\tilde{R}	C1			C2			C3			C4			C5		
	Min.	Int.	Max	Min.	Int.	Max	Min.	Int.	Max	Min.	Int.	Max	Min.	Int.	Max.
ICE1	0,81	0,90	1,00	0,74	0,86	0,98	0,67	0,80	0,92	0,77	0,87	0,96	0,80	0,88	0,96
ICE2	0,79	0,88	0,98	0,80	0,90	1,00	0,67	0,80	0,92	0,79	0,89	0,98	0,84	0,92	1,00
ICE3	0,73	0,83	0,92	0,80	0,90	1,00	0,67	0,80	0,92	0,79	0,89	0,98	0,80	0,88	0,96
ICE4	0,81	0,90	1,00	0,70	0,82	0,94	0,67	0,80	0,92	0,74	0,83	0,92	0,69	0,80	0,90
ICE5	0,69	0,79	0,88	0,66	0,78	0,90	0,67	0,80	0,92	0,70	0,79	0,89	0,69	0,80	0,90
ICE6	0,77	0,87	0,96	0,66	0,78	0,90	0,69	0,82	0,94	0,74	0,83	0,92	0,73	0,84	0,94
ICE7	0,69	0,79	0,88	0,78	0,86	0,94	0,71	0,84	0,96	0,85	0,92	1,00	0,84	0,92	1,00
ICE8	0,79	0,88	0,98	0,72	0,80	0,88	0,69	0,80	0,90	0,83	0,91	0,98	0,78	0,86	0,94
ICE9	0,69	0,79	0,88	0,88	0,94	1,00	0,80	0,90	1,00	0,83	0,89	0,94	0,84	0,90	0,96
ICE10	0,69	0,81	0,92	0,80	0,88	0,96	0,73	0,86	0,98	0,77	0,85	0,92	0,80	0,88	0,96
ICE11	0,52	0,63	0,75	0,74	0,82	0,90	0,71	0,84	0,96	0,74	0,83	0,92	0,73	0,84	0,94

Tabela 5.13 – Matriz de decisão \tilde{V} normalizada e ponderada dos indicadores de capital estrutural do Labdig

\tilde{V}	C1			C2			C3			C4			C5		
	Min.	Int.	Max	Min.	Int.	Max	Min.	Int.	Max	Min.	Int.	Max	Min.	Int.	Max.
ICE1	0,36	0,40	0,44	0,18	0,20	0,23	0,09	0,10	0,12	0,10	0,12	0,13	0,05	0,05	0,06
ICE2	0,35	0,39	0,43	0,19	0,21	0,24	0,09	0,10	0,12	0,10	0,12	0,13	0,05	0,05	0,06
ICE3	0,32	0,37	0,40	0,19	0,21	0,24	0,09	0,10	0,12	0,10	0,12	0,13	0,05	0,05	0,06
ICE4	0,36	0,40	0,44	0,17	0,19	0,22	0,09	0,10	0,12	0,10	0,11	0,12	0,04	0,05	0,06
ICE5	0,31	0,35	0,39	0,16	0,18	0,21	0,09	0,10	0,12	0,09	0,11	0,12	0,04	0,05	0,06
ICE6	0,34	0,38	0,42	0,16	0,18	0,21	0,09	0,11	0,12	0,10	0,11	0,12	0,04	0,05	0,06
ICE7	0,31	0,35	0,39	0,19	0,20	0,22	0,09	0,11	0,12	0,11	0,12	0,13	0,05	0,05	0,06
ICE8	0,35	0,39	0,43	0,17	0,19	0,21	0,09	0,10	0,12	0,11	0,12	0,13	0,05	0,05	0,06
ICE9	0,31	0,35	0,39	0,21	0,22	0,24	0,10	0,12	0,13	0,11	0,12	0,13	0,05	0,05	0,06
ICE10	0,31	0,36	0,40	0,19	0,21	0,23	0,09	0,11	0,13	0,10	0,11	0,12	0,05	0,05	0,06
ICE11	0,23	0,28	0,33	0,18	0,19	0,21	0,09	0,11	0,12	0,10	0,11	0,12	0,04	0,05	0,06

A partir dos resultados apresentados na tabela 5.13, geraram-se as matrizes de distâncias A^+ e A^- (tabela 5.14). O coeficiente de proximidade (CCi) foi calculado por meio das distâncias totais positiva (D^+) e negativa (D^-), também apresentadas na tabela 5.14.

Tabela 5.14 – Matrizes de distâncias entre os valores de FPIS e FNIS e as pontuações dos indicadores ICE

	Matriz de distâncias A+						Matriz de distâncias A-					
	C1	C2	C3	C4	C5	D+	C1	C2	C3	C4	C5	D-
ICE1	0,60	0,80	0,90	0,89	0,95	4,13	0,40	0,21	0,10	0,12	0,05	0,88
ICE2	0,61	0,79	0,90	0,88	0,94	4,12	0,39	0,21	0,10	0,12	0,06	0,88
ICE3	0,64	0,79	0,90	0,88	0,95	4,15	0,37	0,21	0,10	0,12	0,05	0,86
ICE4	0,60	0,81	0,90	0,89	0,95	4,15	0,40	0,20	0,10	0,11	0,05	0,86
ICE5	0,65	0,82	0,90	0,90	0,95	4,21	0,35	0,19	0,10	0,11	0,05	0,79
ICE6	0,62	0,82	0,90	0,89	0,95	4,17	0,38	0,19	0,11	0,11	0,05	0,84
ICE7	0,65	0,80	0,89	0,88	0,94	4,16	0,35	0,20	0,11	0,12	0,06	0,84
ICE8	0,61	0,81	0,90	0,88	0,95	4,15	0,39	0,19	0,10	0,12	0,05	0,86
ICE9	0,65	0,78	0,88	0,88	0,95	4,14	0,35	0,22	0,12	0,12	0,05	0,86
ICE10	0,64	0,79	0,89	0,89	0,95	4,16	0,36	0,21	0,11	0,11	0,05	0,85
ICE11	0,72	0,81	0,89	0,89	0,95	4,26	0,28	0,20	0,11	0,11	0,05	0,75

Nota: D+: Distância total positiva; D-: Distância total negativa.

Na tabela 5.15, apresentam-se os coeficientes de proximidade (CCI) dos indicadores de capital estrutural em relação às distâncias totais positiva (D+) e negativa (D-) e os resultados da hierarquização dos ICE do Labdig, à luz dos critérios C1 a C5, descritos no quadro 4.4.

Tabela 5.15 – Hierarquização dos indicadores de capital estrutural do Labdig pelo coeficiente de proximidade (CCI)

Indicadores ICE	Distância total positiva (D+)	Distância total negativa (D-)	Coeficiente de proximidade (CCI)	Hierarquização
ICE1	4,128	0,877	0,175	2
ICE2	4,122	0,883	0,176	1
ICE3	4,150	0,855	0,171	4
ICE4	4,148	0,858	0,171	4
ICE5	4,213	0,793	0,158	8
ICE6	4,169	0,837	0,167	7
ICE7	4,164	0,841	0,168	6
ICE8	4,147	0,857	0,171	4
ICE9	4,143	0,861	0,172	3
ICE10	4,161	0,845	0,169	5
ICE11	4,259	0,748	0,149	9

Nota: Destaque para os indicadores de maior e menor grau de atendimento aos critérios de decisão.

Como comentado anteriormente, os resultados apresentados na tabela 5.15 serão discutidos segundo uma perspectiva sistêmica dos indicadores de capital intelectual do Labdig, ao final deste capítulo (seção 5.5).

5.4.6.7.

Indicadores para mensuração e avaliação do capital relacional do Labdig

Apresentam-se os resultados da aplicação do método *fuzzy* TOPSIS para avaliação quantitativa dos indicadores de capital relacional (IRE) do Labdig em relação aos critérios de decisão definidos no quadro 4.4.

A tabela 5.16 apresenta a matriz de decisão \tilde{D} de avaliação quantitativa dos ICE do Labdig em relação aos critérios C1 a C5 (descritos no quadro 4.4 e com pesos *fuzzy* normalizados).

Tabela 5.16 – Matriz de decisão \tilde{D} dos indicadores de capital relacional do Labdig avaliados à luz dos critérios de decisão

\tilde{D}	C1			C2			C3			C4			C5		
	Min.	Int.	Max	Min.	Int.	Max	Min.	Int.	Max	Min.	Int.	Max	Min.	Int.	Max
ICR1	6,3	7,2	8,0	7,7	8,2	8,7	5,7	6,5	7,3	7,3	7,8	8,3	7,0	7,5	8,0
ICR2	5,8	6,8	7,8	7,3	7,8	8,3	5,7	6,5	7,3	7,3	7,8	8,3	7,0	7,5	8,0
ICR3	5,7	6,7	7,7	7,7	8,2	8,7	6,0	6,8	7,7	7,3	7,8	8,3	7,0	7,5	8,0
ICR4	6,0	7,0	8,0	7,3	7,8	8,3	6,3	7,0	7,7	7,3	7,8	8,3	7,0	7,5	8,0
ICR5	4,8	5,8	6,8	6,0	6,8	7,7	5,3	6,2	7,0	5,8	6,7	7,5	5,8	6,7	7,5
ICR6	5,8	6,8	7,8	6,2	7,0	7,8	6,0	6,8	7,7	5,8	6,8	7,8	6,2	7,0	7,8
ICR7	5,8	6,8	7,8	6,7	7,3	8,0	6,5	7,2	7,8	6,3	7,2	8,0	6,7	7,3	8,0
ICR8	6,0	6,8	7,7	6,7	7,5	8,3	5,3	6,2	7,0	6,0	6,8	7,7	5,7	6,5	7,3
ICR9	5,3	6,3	7,3	6,0	6,8	7,7	5,3	6,2	7,0	5,7	6,5	7,3	5,7	6,5	7,3
ICR10	5,5	6,5	7,5	6,3	7,2	8,0	5,7	6,5	7,3	6,0	6,8	7,7	6,0	6,8	7,7
ICR11	5,8	6,8	7,8	6,3	7,2	8,0	5,7	6,5	7,3	6,0	6,8	7,7	6,0	6,8	7,7
ICR12	5,2	6,2	7,2	6,7	7,5	8,3	5,7	6,5	7,3	6,0	6,8	7,7	6,0	6,8	7,7
ICR13	5,0	6,0	7,0	5,0	6,0	7,0	4,8	5,8	6,8	5,0	6,0	7,0	5,0	6,0	7,0
ICR14	5,0	6,0	7,0	5,0	6,0	7,0	4,8	5,8	6,8	5,0	6,0	7,0	5,0	6,0	7,0
ICR15	5,0	6,0	7,0	5,0	6,0	7,0	4,8	5,8	6,8	5,0	6,0	7,0	5,0	6,0	7,0
ICR16	5,0	6,0	7,0	5,0	6,0	7,0	4,8	5,8	6,8	5,0	6,0	7,0	5,0	6,0	7,0
Pesos fuzzy*	0,44	0,44	0,44	0,24	0,23	0,24	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,06	0,06	0,06

Nota: (*) Pesos *fuzzy* normalizados, conforme valores w_i da tabela 5.4.

A seguir, na tabela 5.17, apresentam-se os resultados da matriz de decisão normalizada dos ICRs. A tabela 5.18 mostra os resultados da matriz de decisão dos indicadores de capital relacional normalizada e ponderada, conforme descrito na subseção 4.2.6 do capítulo 4.

Tabela 5.17 – Matriz de decisão \tilde{R} normalizada referente aos indicadores de capital relacional do Labdig

\tilde{R}	C1			C2			C3			C4			C5		
	Min.	Int.	Max	Min.	Int.	Max	Min.	Int.	Max	Min.	Int.	Max	Min.	Int.	Max
ICR1	0,79	0,90	1,00	0,88	0,94	1,00	0,72	0,83	0,94	0,88	0,94	1,00	0,88	0,94	1,00
ICR2	0,73	0,85	0,98	0,85	0,90	0,96	0,72	0,83	0,94	0,88	0,94	1,00	0,88	0,94	1,00
ICR3	0,71	0,83	0,96	0,88	0,94	1,00	0,77	0,87	0,98	0,88	0,94	1,00	0,88	0,94	1,00
ICR4	0,75	0,88	1,00	0,85	0,90	0,96	0,81	0,89	0,98	0,88	0,94	1,00	0,88	0,94	1,00
ICR5	0,60	0,73	0,85	0,69	0,79	0,88	0,68	0,79	0,89	0,70	0,80	0,90	0,73	0,83	0,94
ICR6	0,73	0,85	0,98	0,71	0,81	0,90	0,77	0,87	0,98	0,70	0,82	0,94	0,77	0,88	0,98
ICR7	0,73	0,85	0,98	0,77	0,85	0,92	0,83	0,91	1,00	0,76	0,86	0,96	0,83	0,92	1,00
ICR8	0,75	0,85	0,96	0,77	0,87	0,96	0,68	0,79	0,89	0,72	0,82	0,92	0,71	0,81	0,92
ICR9	0,67	0,79	0,92	0,69	0,79	0,88	0,68	0,79	0,89	0,68	0,78	0,88	0,71	0,81	0,92
ICR10	0,69	0,81	0,94	0,73	0,83	0,92	0,72	0,83	0,94	0,72	0,82	0,92	0,75	0,85	0,96
ICR11	0,73	0,85	0,98	0,73	0,83	0,92	0,72	0,83	0,94	0,72	0,82	0,92	0,75	0,85	0,96
ICR12	0,65	0,77	0,90	0,77	0,87	0,96	0,72	0,83	0,94	0,72	0,82	0,92	0,75	0,85	0,96
ICR13	0,63	0,75	0,88	0,58	0,69	0,81	0,62	0,74	0,87	0,60	0,72	0,84	0,63	0,75	0,88
ICR14	0,63	0,75	0,88	0,58	0,69	0,81	0,62	0,74	0,87	0,60	0,72	0,84	0,63	0,75	0,88
ICR15	0,63	0,75	0,88	0,58	0,69	0,81	0,62	0,74	0,87	0,60	0,72	0,84	0,63	0,75	0,88
ICR16	0,63	0,75	0,88	0,58	0,69	0,81	0,62	0,74	0,87	0,60	0,72	0,84	0,63	0,75	0,88

Tabela 5.18 – Matriz de decisão \tilde{V} normalizada e ponderada referente aos indicadores de capital relacional do Labdig

\tilde{V}	C1			C2			C3			C4			C5		
	Min.	Int.	Max	Min.	Int.	Max	Min.	Int.	Max	Min.	Int.	Max	Min.	Int.	Max
ICR1	0,35	0,40	0,44	0,21	0,22	0,24	0,09	0,11	0,12	0,11	0,13	0,13	0,05	0,06	0,06
ICR2	0,32	0,38	0,43	0,20	0,21	0,23	0,09	0,11	0,12	0,11	0,13	0,13	0,05	0,06	0,06
ICR3	0,31	0,37	0,42	0,21	0,22	0,24	0,10	0,11	0,13	0,11	0,13	0,13	0,05	0,06	0,06
ICR4	0,33	0,39	0,44	0,20	0,21	0,23	0,10	0,12	0,13	0,11	0,13	0,13	0,05	0,06	0,06
ICR5	0,27	0,32	0,37	0,17	0,18	0,21	0,09	0,10	0,11	0,09	0,11	0,12	0,04	0,05	0,06
ICR6	0,32	0,38	0,43	0,17	0,19	0,22	0,10	0,11	0,13	0,09	0,11	0,13	0,05	0,05	0,06
ICR7	0,32	0,38	0,43	0,18	0,20	0,22	0,11	0,12	0,13	0,10	0,11	0,13	0,05	0,05	0,06
ICR8	0,33	0,38	0,42	0,18	0,20	0,23	0,09	0,10	0,11	0,09	0,11	0,12	0,04	0,05	0,06
ICR9	0,30	0,35	0,40	0,17	0,18	0,21	0,09	0,10	0,11	0,09	0,10	0,12	0,04	0,05	0,06
ICR10	0,30	0,36	0,41	0,18	0,19	0,22	0,09	0,11	0,12	0,09	0,11	0,12	0,04	0,05	0,06
ICR11	0,32	0,38	0,43	0,18	0,19	0,22	0,09	0,11	0,12	0,09	0,11	0,12	0,04	0,05	0,06
ICR12	0,29	0,34	0,39	0,18	0,20	0,23	0,09	0,11	0,12	0,09	0,11	0,12	0,04	0,05	0,06
ICR13	0,28	0,33	0,38	0,14	0,16	0,19	0,08	0,10	0,11	0,08	0,10	0,11	0,04	0,04	0,05
ICR14	0,28	0,33	0,38	0,14	0,16	0,19	0,08	0,10	0,11	0,08	0,10	0,11	0,04	0,04	0,05
ICR15	0,28	0,33	0,38	0,14	0,16	0,19	0,08	0,10	0,11	0,08	0,10	0,11	0,04	0,04	0,05
ICR16	0,28	0,33	0,38	0,14	0,16	0,19	0,08	0,10	0,11	0,08	0,10	0,11	0,04	0,04	0,05

A partir dos resultados apresentados na tabela 5.18, geraram-se as matrizes de distâncias A^+ e A^- (tabela 5.19). O coeficiente de proximidade (CCI) foi calculado por meio das distâncias totais positiva (D^+) e negativa (D^-), também apresentadas na tabela 5.19.

Tabela 5.19 – Matrizes de distâncias entre os valores de FPIS e FNIS e as pontuações dos indicadores ICR

	Matriz de distâncias A+						Matriz de distâncias A-					
	C1	C2	C3	C4	C5	D+	C1	C2	C3	C4	C5	D-
ICR1	0,61	0,78	0,89	0,88	0,94	4,09	0,40	0,22	0,11	0,12	0,06	0,91
ICR2	0,62	0,79	0,89	0,88	0,94	4,12	0,38	0,22	0,11	0,12	0,06	0,88
ICR3	0,63	0,78	0,89	0,88	0,94	4,12	0,37	0,22	0,11	0,12	0,06	0,89
ICR4	0,62	0,79	0,89	0,88	0,94	4,11	0,39	0,22	0,12	0,12	0,06	0,90
ICR5	0,68	0,81	0,90	0,89	0,95	4,24	0,32	0,19	0,10	0,11	0,05	0,77
ICR6	0,62	0,81	0,89	0,89	0,95	4,16	0,38	0,19	0,11	0,11	0,05	0,85
ICR7	0,62	0,80	0,88	0,89	0,94	4,14	0,38	0,20	0,12	0,11	0,06	0,87
ICR8	0,62	0,79	0,90	0,89	0,95	4,16	0,38	0,21	0,10	0,11	0,05	0,85
ICR9	0,65	0,81	0,90	0,90	0,95	4,21	0,35	0,19	0,10	0,10	0,05	0,80
ICR10	0,64	0,80	0,89	0,89	0,95	4,18	0,36	0,20	0,11	0,11	0,05	0,83
ICR11	0,62	0,80	0,89	0,89	0,95	4,16	0,38	0,20	0,11	0,11	0,05	0,84
ICR12	0,66	0,79	0,89	0,89	0,95	4,19	0,34	0,21	0,11	0,11	0,05	0,82
ICR13	0,67	0,84	0,90	0,90	0,95	4,27	0,33	0,17	0,10	0,10	0,05	0,74
ICR14	0,67	0,84	0,90	0,90	0,95	4,27	0,33	0,17	0,10	0,10	0,05	0,74
ICR15	0,67	0,84	0,90	0,90	0,95	4,27	0,33	0,17	0,10	0,10	0,05	0,74
ICR16	0,67	0,84	0,90	0,90	0,95	4,27	0,33	0,17	0,10	0,10	0,05	0,74

Nota: **D+**: Distância total positiva; **D-**: Distância total negativa.

Na tabela 5.20, apresentam-se os coeficientes de proximidade (CCI) dos indicadores de capital relacional em relação às distâncias totais positiva ($D+$) e negativa ($D-$), bem como os resultados da hierarquização dos ICR do Labdig à luz dos critérios de decisão.

Tabela 5.20 – Hierarquização dos indicadores de capital relacional do Labdig pelo coeficiente de proximidade (CCI)

Indicadores ICR	Distância total positiva ($D+$)	Distância total negativa ($D-$)	Coeficiente de proximidade (CCI)	Hierarquização
ICR1	4,095	0,910	0,182	1
ICR2	4,123	0,883	0,176	4
ICR3	4,117	0,888	0,177	3
ICR4	4,105	0,900	0,180	2
ICR5	4,235	0,772	0,154	10
ICR6	4,160	0,847	0,169	6
ICR7	4,137	0,869	0,174	5
ICR8	4,160	0,845	0,169	6
ICR9	4,212	0,795	0,159	9
ICR10	4,180	0,827	0,165	7
ICR11	4,162	0,845	0,169	6
ICR12	4,189	0,818	0,163	8
ICR13	4,270	0,738	0,147	11
ICR14	4,270	0,738	0,147	11
ICR15	4,270	0,738	0,147	11
ICR16	4,270	0,738	0,147	11

Nota: Destaque para os indicadores de maior e menor grau de atendimento aos critérios de decisão.

Como comentado nos itens anteriores, os resultados apresentados na tabela 5.20 serão discutidos segundo uma perspectiva sistêmica, ao final deste capítulo (seção 5.5).

5.4.6.8.

Indicadores para mensuração e avaliação dos benefícios econômicos potenciais

Apresentam-se neste item os resultados da aplicação do método *fuzzy* TOPSIS para avaliação quantitativa dos indicadores referentes aos benefícios econômicos potenciais (IBE) da atuação do Labdig.

Apresenta-se na tabela 5.21, a seguir, a matriz de decisão \tilde{D} de avaliação quantitativa dos IBE em relação aos critérios C1 a C5 (descritos no quadro 4.4 e com pesos *fuzzy* normalizados).

Tabela 5.21 – Matriz de decisão \tilde{D} dos indicadores referentes aos benefícios econômicos potenciais da atuação do Labdig avaliados à luz dos critérios de decisão

\tilde{D}	C1			C2			C3			C4			C5		
	Min.	Int.	Max	Min.	Int.	Max	Min.	Int.	Max	Min.	Int.	Max	Min.	Int.	Max
IBE1	6,2	7,2	8,2	7,7	8,2	8,7	5,5	6,5	7,5	7,5	8,0	8,5	7,3	7,8	8,3
IBE2	6,2	7,2	8,2	7,7	8,2	8,7	5,5	6,5	7,5	7,5	8,0	8,5	7,3	7,8	8,3
IBE3	6,0	7,0	8,0	7,7	8,2	8,7	5,5	6,5	7,5	7,5	8,0	8,5	7,3	7,8	8,3
IBE4	5,3	6,3	7,3	7,7	8,2	8,7	6,0	7,0	8,0	7,5	8,0	8,5	7,3	7,8	8,3
IBE5	5,3	6,3	7,3	7,3	7,8	8,3	6,0	7,0	8,0	7,5	8,0	8,5	7,3	7,8	8,3
IBE6	5,0	6,0	7,0	7,3	7,8	8,3	6,0	7,0	8,0	7,5	8,0	8,5	7,3	7,8	8,3
IBE7	5,8	6,8	7,8	7,7	8,2	8,7	5,5	6,5	7,5	7,5	8,0	8,5	7,3	7,8	8,3
IBE8	5,5	6,5	7,5	7,7	8,2	8,7	5,5	6,5	7,5	7,5	8,0	8,5	7,3	7,8	8,3
IBE9	5,3	6,3	7,3	7,3	7,8	8,3	5,5	6,5	7,5	7,5	8,0	8,5	7,3	7,8	8,3
IBE10	5,8	6,7	7,5	7,7	8,2	8,7	6,5	7,3	8,2	7,7	8,2	8,7	7,3	7,8	8,3
IBE11	6,3	7,2	8,0	6,7	7,5	8,3	5,8	6,7	7,5	7,0	7,7	8,3	6,7	7,3	8,0
IBE12	5,3	6,3	7,3	6,5	7,3	8,2	4,8	5,8	6,8	6,5	7,3	8,2	6,5	7,3	8,2
IBE13	5,7	6,7	7,7	6,2	7,0	7,8	4,5	5,5	6,5	6,5	7,3	8,2	6,2	7,0	7,8
IBE14	5,3	6,3	7,3	6,5	7,3	8,2	4,8	5,8	6,8	6,7	7,5	8,3	6,2	7,0	7,8
IBE15	5,0	6,0	7,0	7,3	8,0	8,7	5,8	6,8	7,8	7,3	8,0	8,7	7,3	7,8	8,3
IBE16	5,8	6,7	7,5	7,7	8,2	8,7	7,0	7,7	8,3	7,7	8,2	8,7	7,3	7,8	8,3
Pesos fuzzy*	0,44	0,44	0,44	0,24	0,23	0,24	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,06	0,06	0,06

Nota: (*) Pesos *fuzzy* normalizados, conforme valores w_i da tabela 5.4.

Em seguida, apresentam-se na tabela 5.22 os resultados da matriz de decisão dos IBE ponderada, conforme o método de Chen (2000), descrito no capítulo 4. Na tabela 5.23, visualizam-se os resultados da matriz de decisão dos indicadores referentes aos benefícios econômicos potenciais da atuação do Labdig ponderada e normalizada, como descrito na subseção 4.2.6 do capítulo 4.

Tabela 5.22 – Matriz de decisão \tilde{R} normalizada referente aos indicadores de benefícios econômicos potenciais da atuação do Labdig

\tilde{R}	C1			C2			C3			C4			C5		
	Min.	Int.	Max	Min.	Int.	Max	Min.	Int.	Max	Min.	Int.	Max	Min.	Int.	Max.
IBE1	0,76	0,88	1,00	0,88	0,94	1,00	0,66	0,78	0,90	0,87	0,92	0,98	0,88	0,94	1,00
IBE2	0,76	0,88	1,00	0,88	0,94	1,00	0,66	0,78	0,90	0,87	0,92	0,98	0,88	0,94	1,00
IBE3	0,73	0,86	0,98	0,88	0,94	1,00	0,66	0,78	0,90	0,87	0,92	0,98	0,88	0,94	1,00
IBE4	0,65	0,78	0,90	0,88	0,94	1,00	0,72	0,84	0,96	0,87	0,92	0,98	0,88	0,94	1,00
IBE5	0,65	0,78	0,90	0,85	0,90	0,96	0,72	0,84	0,96	0,87	0,92	0,98	0,88	0,94	1,00
IBE6	0,61	0,73	0,86	0,85	0,90	0,96	0,72	0,84	0,96	0,87	0,92	0,98	0,88	0,94	1,00
IBE7	0,71	0,84	0,96	0,88	0,94	1,00	0,66	0,78	0,90	0,87	0,92	0,98	0,88	0,94	1,00
IBE8	0,67	0,80	0,92	0,88	0,94	1,00	0,66	0,78	0,90	0,87	0,92	0,98	0,88	0,94	1,00
IBE9	0,65	0,78	0,90	0,85	0,90	0,96	0,66	0,78	0,90	0,87	0,92	0,98	0,88	0,94	1,00
IBE10	0,71	0,82	0,92	0,88	0,94	1,00	0,78	0,88	0,98	0,88	0,94	1,00	0,88	0,94	1,00
IBE11	0,78	0,88	0,98	0,77	0,87	0,96	0,70	0,80	0,90	0,81	0,88	0,96	0,80	0,88	0,96
IBE12	0,65	0,78	0,90	0,75	0,85	0,94	0,58	0,70	0,82	0,75	0,85	0,94	0,78	0,88	0,98
IBE13	0,69	0,82	0,94	0,71	0,81	0,90	0,54	0,66	0,78	0,75	0,85	0,94	0,74	0,84	0,94
IBE14	0,65	0,78	0,90	0,75	0,85	0,94	0,58	0,70	0,82	0,77	0,87	0,96	0,74	0,84	0,94
IBE15	0,61	0,73	0,86	0,85	0,92	1,00	0,70	0,82	0,94	0,85	0,92	1,00	0,88	0,94	1,00
IBE16	0,71	0,82	0,92	0,88	0,94	1,00	0,84	0,92	1,00	0,88	0,94	1,00	0,88	0,94	1,00

Tabela 5.23 – Matriz de decisão \tilde{V} normalizada e ponderada referente aos indicadores de benefícios econômicos potenciais da atuação do Labdig

\tilde{V}	C1			C2			C3			C4			C5		
	Min.	Int.	Max	Min.	Int.	Max	Min.	Int.	Max	Min.	Int.	Max	Min.	Int.	Max
IBE1	0,33	0,39	0,44	0,21	0,22	0,24	0,08	0,10	0,12	0,11	0,12	0,13	0,05	0,06	0,06
IBE2	0,33	0,39	0,44	0,21	0,22	0,24	0,08	0,10	0,12	0,11	0,12	0,13	0,05	0,06	0,06
IBE3	0,33	0,38	0,43	0,21	0,22	0,24	0,08	0,10	0,12	0,11	0,12	0,13	0,05	0,06	0,06
IBE4	0,29	0,34	0,39	0,21	0,22	0,24	0,09	0,11	0,12	0,11	0,12	0,13	0,05	0,06	0,06
IBE5	0,29	0,34	0,39	0,20	0,21	0,23	0,09	0,11	0,12	0,11	0,12	0,13	0,05	0,06	0,06
IBE6	0,27	0,33	0,38	0,20	0,21	0,23	0,09	0,11	0,12	0,11	0,12	0,13	0,05	0,06	0,06
IBE7	0,32	0,37	0,42	0,21	0,22	0,24	0,08	0,10	0,12	0,11	0,12	0,13	0,05	0,06	0,06
IBE8	0,30	0,35	0,40	0,21	0,22	0,24	0,08	0,10	0,12	0,11	0,12	0,13	0,05	0,06	0,06
IBE9	0,29	0,34	0,39	0,20	0,21	0,23	0,08	0,10	0,12	0,11	0,12	0,13	0,05	0,06	0,06
IBE10	0,32	0,36	0,40	0,21	0,22	0,24	0,10	0,11	0,13	0,11	0,13	0,13	0,05	0,06	0,06
IBE11	0,34	0,39	0,43	0,18	0,20	0,23	0,09	0,10	0,12	0,10	0,12	0,13	0,05	0,05	0,06
IBE12	0,29	0,34	0,39	0,18	0,20	0,22	0,07	0,09	0,11	0,10	0,11	0,13	0,05	0,05	0,06
IBE13	0,31	0,36	0,41	0,17	0,19	0,22	0,07	0,09	0,10	0,10	0,11	0,13	0,04	0,05	0,06
IBE14	0,29	0,34	0,39	0,18	0,20	0,22	0,07	0,09	0,11	0,10	0,12	0,13	0,04	0,05	0,06
IBE15	0,27	0,33	0,38	0,20	0,22	0,24	0,09	0,11	0,12	0,11	0,12	0,13	0,05	0,06	0,06
IBE16	0,32	0,36	0,40	0,21	0,22	0,24	0,11	0,12	0,13	0,11	0,13	0,13	0,05	0,06	0,06

A partir dos resultados apresentados na tabela 5.23, geraram-se as matrizes de distâncias A^+ e A^- , como pode ser visualizado na tabela 5.24. O coeficiente de proximidade (CCi) foi calculado por meio das distâncias totais positiva (D^+) e negativa (D^-), também apresentadas na tabela 5.24.

Tabela 5.24 – Matrizes de distâncias entre os valores de FPIS e FNIS e as pontuações dos indicadores IBE

Indicadores IBE	Matriz de distâncias A+						Matriz de distâncias A-					
	C1	C2	C3	C4	C5	D+	C1	C2	C3	C4	C5	D-
IBE1	0,61	0,78	0,90	0,88	0,94	4,11	0,39	0,22	0,10	0,12	0,06	0,89
IBE2	0,61	0,78	0,90	0,88	0,94	4,11	0,39	0,22	0,10	0,12	0,06	0,89
IBE3	0,62	0,78	0,90	0,88	0,94	4,12	0,38	0,22	0,10	0,12	0,06	0,88
IBE4	0,66	0,78	0,89	0,88	0,94	4,15	0,34	0,22	0,11	0,12	0,06	0,86
IBE5	0,66	0,79	0,89	0,88	0,94	4,16	0,34	0,22	0,11	0,12	0,06	0,85
IBE6	0,68	0,79	0,89	0,88	0,94	4,18	0,33	0,22	0,11	0,12	0,06	0,83
IBE7	0,63	0,78	0,90	0,88	0,94	4,13	0,37	0,22	0,10	0,12	0,06	0,88
IBE8	0,65	0,78	0,90	0,88	0,94	4,15	0,35	0,22	0,10	0,12	0,06	0,86
IBE9	0,66	0,79	0,90	0,88	0,94	4,17	0,34	0,22	0,10	0,12	0,06	0,84
IBE10	0,64	0,78	0,89	0,88	0,94	4,12	0,36	0,22	0,11	0,13	0,06	0,88
IBE11	0,61	0,79	0,90	0,88	0,95	4,14	0,39	0,21	0,10	0,12	0,05	0,87
IBE12	0,66	0,80	0,91	0,89	0,95	4,20	0,34	0,20	0,09	0,11	0,05	0,80
IBE13	0,64	0,81	0,92	0,89	0,95	4,20	0,36	0,19	0,09	0,11	0,05	0,80
IBE14	0,66	0,80	0,91	0,89	0,95	4,20	0,34	0,20	0,09	0,12	0,05	0,80
IBE15	0,68	0,78	0,89	0,88	0,94	4,17	0,33	0,22	0,11	0,12	0,06	0,83
IBE16	0,64	0,78	0,88	0,88	0,94	4,12	0,36	0,22	0,12	0,13	0,06	0,89

Nota: D+: Distância total positiva; D-: Distância total negativa.

Na tabela 5.25, apresentam-se os coeficientes de proximidade (CCi) dos indicadores referentes aos benefícios econômicos potenciais da atuação do Labdig em relação às distâncias totais positiva (D+) e negativa (D-), bem como os resultados da hierarquização dos IBE à luz dos critérios de decisão.

Tabela 5.25 – Hierarquização dos indicadores dos indicadores de benefícios econômicos potenciais da atuação do Labdig pelo coeficiente de proximidade (CCi)

Indicadores IBE	Distância total positiva (D+)	Distância total negativa (D-)	Coeficiente de proximidade (CCi)	Hierarquização
IBE1	4,112	0,894	0,179	1
IBE2	4,112	0,894	0,179	1
IBE3	4,121	0,885	0,177	2
IBE4	4,149	0,857	0,171	6
IBE5	4,158	0,848	0,169	7
IBE6	4,176	0,830	0,166	9
IBE7	4,130	0,876	0,175	4
IBE8	4,147	0,858	0,171	6
IBE9	4,166	0,840	0,168	8
IBE10	4,123	0,881	0,176	3
IBE11	4,136	0,869	0,174	5
IBE12	4,204	0,804	0,160	11
IBE13	4,202	0,805	0,161	10
IBE14	4,203	0,804	0,161	10
IBE15	4,174	0,832	0,166	9
IBE16	4,117	0,886	0,177	2

Nota: Destaque para os indicadores de maior e menor grau de atendimento aos critérios de decisão.

5.4.6.9.

Indicadores para mensuração e avaliação do avanço do conhecimento do Labdig

Apresentam-se neste item os resultados da aplicação do método *fuzzy* TOPSIS para avaliação quantitativa dos indicadores propostos para mensurar o avanço do conhecimento (IAC) do Labdig ao longo do tempo.

A tabela 5.26 refere-se à matriz de decisão \tilde{D} de avaliação quantitativa dos IAC em relação aos critérios C1 a C5 (descritos no quadro 4.4 e com pesos *fuzzy* normalizados).

Tabela 5.26 – Matriz de decisão \tilde{D} dos indicadores associados ao avanço do conhecimento do Labdig, avaliados à luz dos critérios de decisão C1 a C5

\tilde{D}	C1			C2			C3			C4			C5		
	Min.	Int.	Max	Min.	Int.	Max	Min.	Int.	Max	Min.	Int.	Max	Min.	Int.	Max
IAC1	4,5	5,5	6,5	7,3	8,0	8,7	6,0	7,0	8,0	7,7	8,3	9,0	7,7	8,2	8,7
IAC2	3,7	4,7	5,7	7,3	8,0	8,7	6,0	7,0	8,0	7,7	8,3	9,0	8,0	8,3	8,7
IAC3	3,7	4,7	5,7	7,7	8,2	8,7	6,0	7,0	8,0	7,7	8,3	9,0	8,0	8,3	8,7
IAC4	5,2	6,2	7,2	7,7	8,2	8,7	7,7	8,2	8,7	8,0	8,5	9,0	8,0	8,3	8,7
IAC5	5,8	6,8	7,8	7,7	8,2	8,7	7,2	7,8	8,5	8,0	8,5	9,0	8,0	8,3	8,7
IAC6	5,7	6,7	7,7	7,7	8,2	8,7	6,2	7,2	8,2	7,7	8,3	9,0	8,0	8,3	8,7
IAC7	6,3	7,2	8,0	7,7	8,2	8,7	6,8	7,7	8,5	8,0	8,5	9,0	8,0	8,3	8,7
IAC8	6,7	7,5	8,3	7,7	8,2	8,7	6,8	7,7	8,5	8,0	8,5	9,0	8,0	8,3	8,7
IAC9	6,3	7,2	8,0	7,7	8,2	8,7	7,3	8,0	8,7	8,0	8,5	9,0	8,0	8,3	8,7
IAC10	6,5	7,3	8,2	5,3	6,3	7,3	5,2	6,2	7,2	6,5	7,5	8,5	5,5	6,5	7,5
IAC11	6,5	7,3	8,2	5,2	6,2	7,2	4,8	5,8	6,8	6,5	7,5	8,5	5,5	6,5	7,5
IAC12	6,5	7,3	8,2	5,2	6,2	7,2	5,2	6,2	7,2	6,5	7,5	8,5	5,5	6,5	7,5
Pesos fuzzy*	0,44	0,44	0,44	0,24	0,23	0,24	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,06	0,06	0,06

Nota: (*) Pesos *fuzzy* normalizados, conforme valores w_i da tabela 5.4.

Na sequência, apresentam-se na tabela 5.27 os resultados da matriz de decisão dos IAC normalizada, conforme descrito no capítulo 4. Na tabela 5.28, visualiza-se a matriz de decisão normalizada e ponderada.

Tabela 5.27 – Matriz de decisão \tilde{R} normalizada dos indicadores associados ao avanço do conhecimento do Labdig

\tilde{R}	C1			C2			C3			C4			C5		
	Min.	Int.	Max	Min.	Int.	Max	Min.	Int.	Max	Min.	Int.	Max	Min.	Int.	Max
IAC1	1,99	2,44	2,85	1,76	1,88	2,06	0,77	0,90	1,03	0,99	1,11	1,21	0,46	0,49	0,53
IAC2	1,62	2,07	2,48	1,76	1,88	2,06	0,77	0,90	1,03	0,99	1,11	1,21	0,48	0,50	0,53
IAC3	1,62	2,07	2,48	1,84	1,91	2,06	0,77	0,90	1,03	0,99	1,11	1,21	0,48	0,50	0,53
IAC4	2,29	2,74	3,14	1,84	1,91	2,06	0,98	1,05	1,11	1,04	1,13	1,21	0,48	0,50	0,53
IAC5	2,58	3,03	3,43	1,84	1,91	2,06	0,91	1,01	1,09	1,04	1,13	1,21	0,48	0,50	0,53
IAC6	2,51	2,96	3,36	1,84	1,91	2,06	0,79	0,92	1,05	0,99	1,11	1,21	0,48	0,50	0,53
IAC7	2,80	3,18	3,50	1,84	1,91	2,06	0,87	0,99	1,09	1,04	1,13	1,21	0,48	0,50	0,53
IAC8	2,95	3,33	3,65	1,84	1,91	2,06	0,87	0,99	1,09	1,04	1,13	1,21	0,48	0,50	0,53
IAC9	2,80	3,18	3,50	1,84	1,91	2,06	0,94	1,03	1,11	1,04	1,13	1,21	0,48	0,50	0,53
IAC10	2,88	3,25	3,57	1,28	1,48	1,75	0,66	0,80	0,92	0,84	1,00	1,14	0,33	0,39	0,46
IAC11	2,88	3,25	3,57	1,24	1,45	1,71	0,62	0,75	0,88	0,84	1,00	1,14	0,33	0,39	0,46
IAC12	2,88	3,25	3,57	1,24	1,45	1,71	0,66	0,80	0,92	0,84	1,00	1,14	0,33	0,39	0,46

Tabela 5.28 – Matriz de decisão \tilde{V} normalizada e ponderada dos indicadores associados ao avanço do conhecimento do Labdig

\tilde{V}	C1			C2			C3			C4			C5		
	Min.	Int.	Max	Min.	Int.	Max	Min.	Int.	Max	Min.	Int.	Max	Min.	Int.	Max
IAC1	0,54	0,66	0,78	0,85	0,92	1,00	0,69	0,81	0,92	0,85	0,93	1,00	0,88	0,94	1,00
IAC2	0,44	0,56	0,68	0,85	0,92	1,00	0,69	0,81	0,92	0,85	0,93	1,00	0,92	0,96	1,00
IAC3	0,44	0,56	0,68	0,88	0,94	1,00	0,69	0,81	0,92	0,85	0,93	1,00	0,92	0,96	1,00
IAC4	0,62	0,74	0,86	0,88	0,94	1,00	0,88	0,94	1,00	0,89	0,94	1,00	0,92	0,96	1,00
IAC5	0,70	0,82	0,94	0,88	0,94	1,00	0,83	0,90	0,98	0,89	0,94	1,00	0,92	0,96	1,00
IAC6	0,68	0,80	0,92	0,88	0,94	1,00	0,71	0,83	0,94	0,85	0,93	1,00	0,92	0,96	1,00
IAC7	0,76	0,86	0,96	0,88	0,94	1,00	0,79	0,88	0,98	0,89	0,94	1,00	0,92	0,96	1,00
IAC8	0,80	0,90	1,00	0,88	0,94	1,00	0,79	0,88	0,98	0,89	0,94	1,00	0,92	0,96	1,00
IAC9	0,76	0,86	0,96	0,88	0,94	1,00	0,85	0,92	1,00	0,89	0,94	1,00	0,92	0,96	1,00
IAC10	0,78	0,88	0,98	0,62	0,73	0,85	0,60	0,71	0,83	0,72	0,83	0,94	0,63	0,75	0,87
IAC11	0,78	0,88	0,98	0,60	0,71	0,83	0,56	0,67	0,79	0,72	0,83	0,94	0,63	0,75	0,87
IAC12	0,78	0,88	0,98	0,60	0,71	0,83	0,60	0,71	0,83	0,72	0,83	0,94	0,63	0,75	0,87

A partir dos resultados apresentados na tabela 5.28, geraram-se as matrizes de distâncias A^+ e A^- (tabela 5.29). O coeficiente de proximidade (CCI) foi calculado por meio das distâncias totais positiva (D^+) e negativa (D^-), também apresentadas na tabela 5.29.

Tabela 5.29 – Matrizes de distâncias entre os valores de FPIS e FNIS e as pontuações dos indicadores IAC

	Matriz de distâncias A+						Matriz de distâncias A-					
	C1	C2	C3	C4	C5	D+	C1	C2	C3	C4	C5	D-
IAC1	0,71	0,78	0,90	0,88	0,94	4,21	0,29	0,22	0,10	0,12	0,06	0,80
IAC2	0,75	0,78	0,90	0,88	0,94	4,25	0,25	0,22	0,10	0,12	0,06	0,76
IAC3	0,75	0,78	0,90	0,88	0,94	4,25	0,25	0,22	0,10	0,12	0,06	0,76
IAC4	0,67	0,78	0,88	0,87	0,94	4,15	0,33	0,22	0,12	0,13	0,06	0,86
IAC5	0,64	0,78	0,88	0,87	0,94	4,12	0,36	0,22	0,12	0,13	0,06	0,89
IAC6	0,65	0,78	0,89	0,88	0,94	4,14	0,36	0,22	0,11	0,12	0,06	0,87
IAC7	0,62	0,78	0,89	0,87	0,94	4,10	0,38	0,22	0,11	0,13	0,06	0,90
IAC8	0,60	0,78	0,89	0,87	0,94	4,08	0,40	0,22	0,11	0,13	0,06	0,92
IAC9	0,62	0,78	0,88	0,87	0,94	4,10	0,38	0,22	0,12	0,13	0,06	0,91
IAC10	0,61	0,83	0,91	0,89	0,95	4,19	0,39	0,17	0,09	0,11	0,05	0,81
IAC11	0,61	0,83	0,91	0,89	0,95	4,20	0,39	0,17	0,09	0,11	0,05	0,80
IAC12	0,61	0,83	0,91	0,89	0,95	4,20	0,39	0,17	0,09	0,11	0,05	0,81

Nota: **D+**: Distância total positiva; **D-**: Distância total negativa.

Na tabela 5.30, apresentam-se os coeficientes de proximidade (CCi) dos indicadores associados ao avanço do conhecimento do Labdig em relação às distâncias totais positiva ($D+$) e negativa ($D-$), bem como os resultados da hierarquização dos IAC pelo coeficiente de proximidade (CCi).

Tabela 5.30 – Hierarquização dos indicadores associados ao avanço do conhecimento do Labdig pelo coeficiente de proximidade (CCi)

Indicadores IAC	Distância total positiva ($D+$)	Distância total negativa ($D-$)	Coeficiente de proximidade (CCi)	Hierarquização
IAC1	4,208	0,798	0,159	10
IAC2	4,251	0,756	0,151	12
IAC3	4,246	0,760	0,152	11
IAC4	4,147	0,858	0,171	6
IAC5	4,117	0,888	0,177	4
IAC6	4,138	0,867	0,173	5
IAC7	4,101	0,903	0,180	3
IAC8	4,084	0,920	0,184	1
IAC9	4,096	0,907	0,181	2
IAC10	4,193	0,814	0,163	7
IAC11	4,202	0,804	0,161	9
IAC12	4,197	0,809	0,162	8

Nota: Destaque para os indicadores de maior e menor grau de atendimento aos critérios de decisão.

5.4.6.10.

Indicadores para mensuração e avaliação dos resultados e impactos das atividades do Labdig para Empresas Eletrobras e do setor elétrico

Neste item, apresentam-se os resultados da aplicação do método *fuzzy* TOPSIS para avaliação quantitativa dos indicadores propostos para e avaliação dos resultados e impactos das atividades do Labdig para Empresas Eletrobras e do setor elétrico (IEM).

Inicialmente, mostram-se na tabela 5.31 os resultados do preenchimento da matriz de decisão \tilde{D} de avaliação quantitativa dos IEM em relação aos critérios C1 a C5 (descritos no quadro 4.4 e com pesos *fuzzy* normalizados).

Tabela 5.31 – Matriz de decisão \tilde{D} dos indicadores de resultados e impactos das atividades do Labdig para Empresas Eletrobras e do setor elétrico

\tilde{D}	C1			C2			C3			C4			C5		
	Min.	Int.	Max	Min.	Int.	Max	Min.	Int.	Max	Min.	Int.	Max	Min.	Int.	Max
IEM1	6,3	7,3	8,3	6,2	7,2	8,2	5,7	6,7	7,7	6,0	7,0	8,0	5,8	6,8	7,8
IEM2	6,3	7,3	8,3	7,2	7,8	8,5	6,5	7,2	7,8	7,0	7,7	8,3	7,2	7,8	8,5
IEM3	6,2	7,2	8,2	7,2	7,8	8,5	6,5	7,2	7,8	7,0	7,7	8,3	7,2	7,8	8,5
IEM4	6,2	7,2	8,2	6,0	7,0	8,0	5,0	6,0	7,0	6,2	7,2	8,2	5,8	6,8	7,8
IEM5	5,3	6,3	7,3	7,8	8,3	8,8	6,3	7,0	7,7	7,7	8,2	8,7	7,7	8,2	8,7
IEM6	5,8	6,8	7,8	6,3	7,3	8,3	5,0	6,0	7,0	6,2	7,2	8,2	5,8	6,8	7,8
IEM7	6,7	7,5	8,3	5,3	6,3	7,3	5,3	6,3	7,3	5,3	6,3	7,3	4,7	5,7	6,7
IEM8	7,0	7,8	8,7	3,5	4,5	5,5	5,0	6,0	7,0	3,7	4,7	5,7	4,0	5,0	6,0
IEM9	7,5	8,2	8,8	2,8	3,8	4,8	4,5	5,5	6,5	3,7	4,7	5,7	3,5	4,5	5,5
IEM10	7,5	8,2	8,8	3,0	4,0	5,0	4,5	5,5	6,5	3,5	4,5	5,5	3,5	4,5	5,5
IEM11	6,8	7,7	8,5	3,2	4,2	5,2	4,5	5,5	6,5	3,5	4,5	5,5	3,3	4,3	5,3
IEM12	7,0	7,8	8,7	2,8	3,8	4,8	4,5	5,5	6,5	3,7	4,7	5,7	3,5	4,5	5,5
Pesos fuzzy*	0,44	0,44	0,44	0,24	0,23	0,24	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,06	0,06	0,06

Nota: (*) Pesos *fuzzy* normalizados, conforme valores w_i da tabela 5.4.

Na sequência, apresentam-se na tabela 5.32 os resultados da matriz de decisão dos IEMs normalizada. A tabela 5.33 refere-se à matriz normalizada e ponderada, conforme o método de Chen (2000), descrito no capítulo 4.

Tabela 5.32 – Matriz de decisão \tilde{R} normalizado referente aos indicadores de resultados e impactos das atividades do Labdig para Empresas Eletrobras e do setor elétrico

\tilde{R}	C1			C2			C3			C4			C5		
	Min.	Int.	Max	Min.	Int.	Max	Min.	Int.	Max	Min.	Int.	Max	Min.	Int.	Max
IEM1	0,72	0,83	0,94	0,70	0,81	0,92	0,72	0,85	0,98	0,69	0,81	0,92	0,67	0,79	0,90
IEM2	0,72	0,83	0,94	0,81	0,89	0,96	0,83	0,91	1,00	0,81	0,88	0,96	0,83	0,90	0,98
IEM3	0,70	0,81	0,92	0,81	0,89	0,96	0,83	0,91	1,00	0,81	0,88	0,96	0,83	0,90	0,98
IEM4	0,70	0,81	0,92	0,68	0,79	0,91	0,64	0,77	0,89	0,71	0,83	0,94	0,67	0,79	0,90
IEM5	0,60	0,72	0,83	0,89	0,94	1,00	0,81	0,89	0,98	0,88	0,94	1,00	0,88	0,94	1,00
IEM6	0,66	0,77	0,89	0,72	0,83	0,94	0,64	0,77	0,89	0,71	0,83	0,94	0,67	0,79	0,90
IEM7	0,75	0,85	0,94	0,60	0,72	0,83	0,68	0,81	0,94	0,62	0,73	0,85	0,54	0,65	0,77
IEM8	0,79	0,89	0,98	0,40	0,51	0,62	0,64	0,77	0,89	0,42	0,54	0,65	0,46	0,58	0,69
IEM9	0,85	0,92	1,00	0,32	0,43	0,55	0,57	0,70	0,83	0,42	0,54	0,65	0,40	0,52	0,63
IEM10	0,85	0,92	1,00	0,34	0,45	0,57	0,57	0,70	0,83	0,40	0,52	0,63	0,40	0,52	0,63
IEM11	0,77	0,87	0,96	0,36	0,47	0,58	0,57	0,70	0,83	0,40	0,52	0,63	0,38	0,50	0,62
IEM12	0,79	0,89	0,98	0,32	0,43	0,55	0,57	0,70	0,83	0,42	0,54	0,65	0,40	0,52	0,63

Tabela 5.33 – Matriz de decisão \tilde{V} normalizada e ponderada referente aos indicadores de resultados e impactos das atividades do Labdig para Empresas Eletrobras e do setor elétrico

\tilde{V}	C1			C2			C3			C4			C5		
	Min.	Int.	Max	Min.	Int.	Max	Min.	Int.	Max	Min.	Int.	Max	Min.	Int.	Max.
IEM1	0,32	0,37	0,41	0,17	0,19	0,22	0,09	0,11	0,13	0,09	0,11	0,12	0,04	0,05	0,06
IEM2	0,32	0,37	0,41	0,20	0,21	0,23	0,11	0,12	0,13	0,10	0,12	0,13	0,05	0,05	0,06
IEM3	0,31	0,36	0,40	0,20	0,21	0,23	0,11	0,12	0,13	0,10	0,12	0,13	0,05	0,05	0,06
IEM4	0,31	0,36	0,40	0,16	0,19	0,22	0,08	0,10	0,11	0,09	0,11	0,13	0,04	0,05	0,06
IEM5	0,27	0,32	0,36	0,21	0,22	0,24	0,10	0,12	0,13	0,11	0,13	0,13	0,05	0,06	0,06
IEM6	0,29	0,34	0,39	0,17	0,19	0,22	0,08	0,10	0,11	0,09	0,11	0,13	0,04	0,05	0,06
IEM7	0,33	0,38	0,41	0,15	0,17	0,20	0,09	0,10	0,12	0,08	0,10	0,11	0,03	0,04	0,05
IEM8	0,35	0,39	0,43	0,10	0,12	0,15	0,08	0,10	0,11	0,05	0,07	0,09	0,03	0,03	0,04
IEM9	0,38	0,41	0,44	0,08	0,10	0,13	0,07	0,09	0,11	0,05	0,07	0,09	0,02	0,03	0,04
IEM10	0,38	0,41	0,44	0,08	0,11	0,13	0,07	0,09	0,11	0,05	0,07	0,09	0,02	0,03	0,04
IEM11	0,34	0,39	0,42	0,09	0,11	0,14	0,07	0,09	0,11	0,05	0,07	0,09	0,02	0,03	0,04
IEM12	0,35	0,39	0,43	0,08	0,10	0,13	0,07	0,09	0,11	0,05	0,07	0,09	0,02	0,03	0,04

A partir dos resultados apresentados na tabela 5.33, geraram-se as matrizes de distâncias A^+ e A^- (tabela 5.34). O coeficiente de proximidade (CC_i) foi calculado por meio das distâncias totais positiva (D^+) e negativa (D^-), também apresentadas na tabela 5.34.

Tabela 5.34 – Matrizes de distâncias entre os valores de FPIS e FNIS e as pontuações dos indicadores IEM

	Matriz de distâncias A+						Matriz de distâncias A-					
	C1	C2	C3	C4	C5	D+	C1	C2	C3	C4	C5	D-
IEM1	0,63	0,81	0,89	0,89	0,95	4,18	0,37	0,19	0,11	0,11	0,05	0,83
IEM2	0,63	0,79	0,88	0,88	0,95	4,14	0,37	0,21	0,12	0,12	0,05	0,87
IEM3	0,64	0,79	0,88	0,88	0,95	4,14	0,36	0,21	0,12	0,12	0,05	0,86
IEM4	0,64	0,81	0,90	0,89	0,95	4,20	0,36	0,19	0,10	0,11	0,05	0,81
IEM5	0,68	0,78	0,89	0,88	0,94	4,16	0,32	0,22	0,12	0,13	0,06	0,84
IEM6	0,66	0,80	0,90	0,89	0,95	4,21	0,34	0,20	0,10	0,11	0,05	0,80
IEM7	0,63	0,83	0,90	0,90	0,96	4,22	0,38	0,17	0,10	0,10	0,04	0,79
IEM8	0,61	0,88	0,90	0,93	0,97	4,28	0,39	0,12	0,10	0,07	0,04	0,72
IEM9	0,59	0,90	0,91	0,93	0,97	4,30	0,41	0,11	0,09	0,07	0,03	0,71
IEM10	0,59	0,89	0,91	0,93	0,97	4,30	0,41	0,11	0,09	0,07	0,03	0,71
IEM11	0,62	0,89	0,91	0,93	0,97	4,32	0,38	0,11	0,09	0,07	0,03	0,69
IEM12	0,61	0,90	0,91	0,93	0,97	4,31	0,39	0,11	0,09	0,07	0,03	0,69

Nota: **D+**: Distância total positiva; **D-**: Distância total negativa.

Na tabela 5.35, apresentam-se os coeficientes de proximidade (CCi) dos indicadores associados aos resultados e impactos das atividades do Labdig para Empresas Eletrobras e do setor elétrico em relação às distâncias totais positiva ($D+$) e negativa ($D-$), bem como os resultados da hierarquização dos IAC pelo coeficiente de proximidade (CCi).

Tabela 5.35 – Hierarquização dos indicadores de resultados e impactos das atividades do Labdig para Empresas Eletrobras e do setor elétrico pelo coeficiente de proximidade (CCi)

Indicadores IEM	Distância total positiva ($D+$)	Distância total negativa ($D-$)	Coeficiente de proximidade (CCi)	Hierarquização
IEM1	4,179	0,828	0,165	4
IEM2	4,135	0,870	0,174	1
IEM3	4,144	0,861	0,172	2
IEM4	4,200	0,807	0,161	5
IEM5	4,165	0,840	0,168	3
IEM6	4,208	0,800	0,160	6
IEM7	4,216	0,790	0,158	7
IEM8	4,284	0,723	0,144	8
IEM9	4,297	0,710	0,142	10
IEM10	4,295	0,712	0,142	9
IEM11	4,317	0,691	0,138	12
IEM12	4,314	0,694	0,139	11

Nota: Destaque para os indicadores de maior e menor grau de atendimento aos critérios de decisão.

5.4.6.11.

Indicadores para mensuração e avaliação dos resultados da cooperação do Labdig com Laboratórios do Cepel, da Relase e outras ICTs

Apresentam-se os resultados da aplicação do método *fuzzy* TOPSIS para avaliação quantitativa dos indicadores propostos para mensuração e avaliação dos resultados da cooperação do Labdig com Laboratórios do Cepel, da Relase e outras ICTs, também denominados ICO.

A tabela 5.36 refere-se à matriz de decisão \tilde{D} de avaliação quantitativa dos ICO em relação aos critérios C1 a C5 (descritos no quadro 4.4 e com pesos *fuzzy* normalizados).

Tabela 5.36 – Matriz de decisão \tilde{D} dos indicadores de resultado da cooperação do Labdig com Laboratórios do Cepel, da Relase e outras ICTs

\tilde{D}	C1			C2			C3			C4			C5		
	Min.	Int.	Max	Min.	Int.	Max	Min.	Int.	Max	Min.	Int.	Max	Min.	Int.	Max
ICO1	5,5	6,5	7,5	8,3	8,7	9,0	6,7	7,3	8,0	7,8	8,3	8,8	7,8	8,3	8,8
ICO2	5,3	6,3	7,3	8,3	8,7	9,0	6,7	7,3	8,0	7,8	8,3	8,8	7,8	8,3	8,8
ICO3	5,7	6,7	7,7	8,3	8,7	9,0	7,0	7,7	8,3	7,8	8,3	8,8	7,8	8,3	8,8
ICO4	5,3	6,3	7,3	7,2	7,8	8,5	6,0	6,7	7,3	7,3	8,0	8,7	7,3	8,0	8,7
ICO5	5,2	6,2	7,2	6,8	7,7	8,5	5,3	6,3	7,3	6,3	7,3	8,3	6,3	7,3	8,3
ICO6	5,3	6,3	7,3	7,2	8,0	8,8	5,3	6,3	7,3	6,3	7,3	8,3	6,3	7,3	8,3
Pesos <i>fuzzy</i> *	0,44	0,44	0,44	0,24	0,23	0,24	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,06	0,06	0,06

Nota: (*) Pesos *fuzzy* normalizados, conforme valores w_i da tabela 5.4.

Na sequência, apresentam-se na tabela 5.37 os resultados da matriz de decisão dos ICO normalizada, conforme o método de Chen (2000), descrito no capítulo 4.

Tabela 5.37 – Matriz de decisão \tilde{R} normalizada referente aos indicadores de resultado da cooperação do Labdig com Laboratórios do Cepel, da Relase e outras ICTs

\tilde{R}	C1			C2			C3			C4			C5		
	Min.	Int.	Max	Min.	Int.	Max	Min.	Int.	Max	Min.	Int.	Max	Min.	Int.	Max
ICO1	0,72	0,85	0,98	0,93	0,96	1,00	0,80	0,88	0,96	0,89	0,94	1,00	0,89	0,94	1,00
ICO2	0,70	0,83	0,96	0,93	0,96	1,00	0,80	0,88	0,96	0,89	0,94	1,00	0,89	0,94	1,00
ICO3	0,74	0,87	1,00	0,93	0,96	1,00	0,84	0,92	1,00	0,89	0,94	1,00	0,89	0,94	1,00
ICO4	0,70	0,83	0,96	0,80	0,87	0,94	0,72	0,80	0,88	0,83	0,91	0,98	0,83	0,91	0,98
ICO5	0,67	0,80	0,93	0,76	0,85	0,94	0,64	0,76	0,88	0,72	0,83	0,94	0,72	0,83	0,94
ICO6	0,70	0,83	0,96	0,80	0,89	0,98	0,64	0,76	0,88	0,72	0,83	0,94	0,72	0,83	0,94

A tabela 5.38 apresenta a matriz de decisão normalizada e ponderada, calculada com base nas equações 17 e 18 (subseção 4.2.6).

Tabela 5.38 – Matriz de decisão \tilde{V} ponderada e normalizada referente aos indicadores de resultado da cooperação do Labdig com Laboratórios do Cepel, da Relase e outras ICTs

\tilde{V}	C1			C2			C3			C4			C5		
	Min.	Int.	Max	Min.	Int.	Max	Min.	Int.	Max	Min.	Int.	Max	Min.	Int.	Max
ICO1	0,32	0,38	0,43	0,22	0,23	0,24	0,10	0,11	0,12	0,11	0,13	0,13	0,05	0,06	0,06
ICO2	0,31	0,37	0,42	0,22	0,23	0,24	0,10	0,11	0,12	0,11	0,13	0,13	0,05	0,06	0,06
ICO3	0,33	0,39	0,44	0,22	0,23	0,24	0,11	0,12	0,13	0,11	0,13	0,13	0,05	0,06	0,06
ICO4	0,31	0,37	0,42	0,19	0,20	0,22	0,09	0,10	0,11	0,11	0,12	0,13	0,05	0,05	0,06
ICO5	0,30	0,36	0,41	0,18	0,20	0,22	0,08	0,10	0,11	0,09	0,11	0,13	0,04	0,05	0,06
ICO6	0,31	0,37	0,42	0,19	0,21	0,23	0,08	0,10	0,11	0,09	0,11	0,13	0,04	0,05	0,06

A partir dos resultados apresentados na tabela 5.38, geraram-se as matrizes de distâncias A^+ e A^- (tabela 5.39). O coeficiente de proximidade (CCi) foi calculado por meio das distâncias totais positiva (D^+) e negativa (D^-), também apresentadas na tabela 5.39.

Tabela 5.39 – Matrizes de distâncias entre os valores de FPIS e FNIS e as pontuações dos indicadores ICO

	Matriz de distâncias A+						Matriz de distâncias A-					
	C1	C2	C3	C4	C5	D+	C1	C2	C3	C4	C5	D-
ICO1	0,63	0,77	0,89	0,88	0,94	4,10	0,38	0,23	0,11	0,13	0,06	0,90
ICO2	0,64	0,77	0,89	0,88	0,94	4,11	0,37	0,23	0,11	0,13	0,06	0,89
ICO3	0,62	0,77	0,88	0,88	0,94	4,09	0,39	0,23	0,12	0,13	0,06	0,92
ICO4	0,64	0,79	0,90	0,88	0,95	4,15	0,37	0,21	0,10	0,12	0,05	0,85
ICO5	0,65	0,80	0,90	0,89	0,95	4,19	0,36	0,20	0,10	0,11	0,05	0,82
ICO6	0,64	0,79	0,90	0,89	0,95	4,17	0,37	0,21	0,10	0,11	0,05	0,84

Nota: **D+**: Distância total positiva; **D-**: Distância total negativa.

Na tabela 5.40, apresentam-se os coeficientes de proximidade (CCi) dos indicadores propostos para mensurar e avaliar os resultados da cooperação do Labdig com Laboratórios do Cepel, da Relase e outras ICTs em relação às distâncias totais positiva (D^+) e negativa (D^-). Incluem-se nesta tabela os resultados da hierarquização final dos ICO do Labdig pelo coeficiente de proximidade (CCi).

Tabela 5.40 – Hierarquização pelo coeficiente de proximidade (CCi) dos indicadores de resultado da cooperação do Labdig com Laboratórios do Cepel, da Relase e outras ICTs

Indicadores ICO	Distância total positiva (D^+)	Distância total negativa (D^-)	Coeficiente de proximidade (CCi)	Hierarquização
ICO1	4,104	0,901	0,180	2
ICO2	4,114	0,892	0,178	3
ICO3	4,089	0,916	0,183	1
ICO4	4,153	0,853	0,170	4
ICO5	4,187	0,821	0,164	6
ICO6	4,169	0,839	0,168	5

Nota: Destaque para os indicadores de maior e menor grau de atendimento aos critérios de decisão.

5.4.6.12.

Indicadores para mensuração e avaliação dos resultados socioambientais das atividades do Labdig

Apresentam-se os resultados da aplicação do método *fuzzy* TOPSIS para avaliação quantitativa dos indicadores propostos para mensuração e avaliação dos resultados socioambientais da atuação do Labdig, também denominados nesta dissertação como ISA.

A tabela 5.41 refere-se aos resultados do preenchimento da matriz de decisão \tilde{D} de avaliação quantitativa dos ISA em relação aos critérios C1 a C5 (descritos no quadro 4.4 e com pesos *fuzzy* normalizados).

Tabela 5.41 – Matriz de decisão \tilde{D} dos indicadores referentes aos resultados socioambientais da atuação do Labdig

\tilde{D}	C1			C2			C3			C4			C5		
	Min.	Int.	Max	Min.	Int.	Max	Min	Int.	Max	Min	Int.	Max	Min	Int.	Max
ISA1	4,3	5,3	6,3	5,7	6,7	7,7	5,2	6,2	7,2	6,0	7,0	8,0	5,7	6,7	7,7
ISA2	4,3	5,3	6,3	5,7	6,7	7,7	5,2	6,2	7,2	6,0	7,0	8,0	5,7	6,7	7,7
ISA3	4,3	5,3	6,3	5,7	6,7	7,7	5,2	6,2	7,2	6,0	7,0	8,0	5,7	6,7	7,7
ISA4	4,3	5,3	6,3	5,7	6,7	7,7	5,2	6,2	7,2	6,0	7,0	8,0	5,7	6,7	7,7
ISA5	5,5	6,5	7,5	6,0	7,0	8,0	5,5	6,5	7,5	6,0	7,0	8,0	5,5	6,7	7,7
Pesos <i>fuzzy</i> *	0,44	0,44	0,44	0,24	0,23	0,24	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,06	0,06	0,06

Nota: (*) Pesos *fuzzy* normalizados, conforme valores w_i da tabela 5.4.

Apresentam-se na tabela 5.42 os resultados da matriz de decisão dos ISA normalizada, conforme o método de Chen (2000), descrito no capítulo 4.

Tabela 5.42 – Matriz de decisão \tilde{R} normalizada referente aos indicadores de resultados socioambientais da atuação do Labdig

\tilde{R}	C1			C2			C3			C4			C5		
	Min.	Int.	Max	Min.	Int.	Max	Min.	Int.	Max	Min.	Int.	Max	Min.	Int.	Max
ISA1	0,58	0,71	0,84	0,71	0,83	0,96	0,69	0,82	0,96	0,75	0,88	1,00	0,74	0,87	1,00
ISA2	0,58	0,71	0,84	0,71	0,83	0,96	0,69	0,82	0,96	0,75	0,88	1,00	0,74	0,87	1,00
ISA3	0,58	0,71	0,84	0,71	0,83	0,96	0,69	0,82	0,96	0,75	0,88	1,00	0,74	0,87	1,00
ISA4	0,58	0,71	0,84	0,71	0,83	0,96	0,69	0,82	0,96	0,75	0,88	1,00	0,74	0,87	1,00
ISA5	0,73	0,87	1,00	0,75	0,88	1,00	0,73	0,87	1,00	0,75	0,88	1,00	0,72	0,87	1,00

A tabela 5.43 mostra a matriz de decisão dos ISA normalizada e ponderada, utilizando-se as equações 17 e 18 da subseção 2.4.6.

Tabela 5.43 – Matriz de decisão \tilde{V} normalizada e ponderada referente aos indicadores de resultados socioambientais da atuação do Labdig

\tilde{V}	C1			C2			C3			C4			C5		
	Min.	Int.	Max	Min.	Int.	Max	Min.	Int.	Max	Min.	Int.	Max	Min.	Int.	Max
ISA1	0,26	0,32	0,37	0,17	0,20	0,23	0,09	0,11	0,12	0,10	0,12	0,13	0,04	0,05	0,06
ISA2	0,26	0,32	0,37	0,17	0,20	0,23	0,09	0,11	0,12	0,10	0,12	0,13	0,04	0,05	0,06
ISA3	0,26	0,32	0,37	0,17	0,20	0,23	0,09	0,11	0,12	0,10	0,12	0,13	0,04	0,05	0,06
ISA4	0,26	0,32	0,37	0,17	0,20	0,23	0,09	0,11	0,12	0,10	0,12	0,13	0,04	0,05	0,06
ISA5	0,32	0,38	0,44	0,18	0,21	0,24	0,09	0,11	0,13	0,10	0,12	0,13	0,04	0,05	0,06

A partir dos resultados apresentados na tabela 5.43, geraram-se as matrizes de distâncias A^+ e A^- , como mostra a tabela 5.44. Calcularam-se os coeficientes de proximidade (CCi) por meio das distâncias totais positiva (D^+) e negativa (D^-), também apresentadas na tabela 5.44.

Tabela 5.44 – Matrizes de distâncias entre os valores de FPIS e FNIS e as pontuações dos indicadores ISA

	Matriz de distâncias A^+						Matriz de distâncias A^-					
	C1	C2	C3	C4	C5	D+	C1	C2	C3	C4	C5	D-
ISA1	0,69	0,80	0,89	0,88	0,95	4,22	0,32	0,20	0,11	0,12	0,05	0,79
ISA2	0,69	0,80	0,89	0,88	0,95	4,22	0,32	0,20	0,11	0,12	0,05	0,79
ISA3	0,69	0,80	0,89	0,88	0,95	4,22	0,32	0,20	0,11	0,12	0,05	0,79
ISA4	0,69	0,80	0,89	0,88	0,95	4,22	0,32	0,20	0,11	0,12	0,05	0,79
ISA5	0,62	0,79	0,89	0,88	0,95	4,13	0,39	0,21	0,11	0,12	0,05	0,88

Nota: D^+ : Distância total positiva; D^- : Distância total negativa.

Na tabela 5.45, apresentam-se os coeficientes de proximidade (CCi) dos indicadores de resultados socioambientais da atuação do Labdig em relação às distâncias totais positiva (D^+) e negativa (D^-), bem como os resultados da hierarquização dos ISA pelo coeficiente de proximidade (CCi).

Tabela 5.45 – Hierarquização pelo coeficiente de proximidade (CCi) dos indicadores referentes aos resultados socioambientais da atuação do Labdig

Indicadores ISA	Distância total positiva (D^+)	Distância total negativa (D^-)	Coeficiente de proximidade (CCi)	Hierarquização
ISA1	4,217	0,793	0,158	1
ISA2	4,217	0,793	0,158	1
ISA3	4,217	0,793	0,158	1
ISA4	4,217	0,793	0,158	1
ISA5	4,133	0,876	0,175	2

5.4.7.

Etapas 7: Elaboração das identidades dos indicadores validados e respectivas métricas

Nesta etapa, adotou-se o metamodelo apresentado no capítulo 4 para elaborar as identidades dos indicadores validados. A título de ilustração, os quadros 5.15 e 5.16 mostram as identidades de dois indicadores – um relacionado ao capital humano do Labdig e o outro relacionado ao avanço do conhecimento do Laboratório.

Quadro 5.15 – Identidade do indicador ICH2 – Número de efetivos com título de doutor

Caracterização do indicador	
Nome	Percentual de efetivos com título de doutor (ICH2)
Fórmula	Número de efetivos com doutorado (N) / Número total de colaboradores (N)
Unidade de medida	Numérica Valor percentual a ser atribuído ao indicador
Necessidade de informações a ser atendida	Necessidade de mensurar e avaliar o capital humano do Labdig, segundo um modelo de gerenciamento estratégico dos ativos intangíveis do Laboratório.
Aplicabilidade	Laboratório Labdig/Cepel
Coleta dos dados-base	
Responsável	Profissional do Labdig responsável pela coleta dos dados para apuração do indicador, tendo apoio da área de recursos humanos do Cepel.
Fonte	Banco de dados da área de recursos humanos do Cepel.
Periodicidade	Anual
Procedimento	Procedimento adotado pela área de Recursos Humanos do Cepel.
Metodologia de cálculo para apuração do indicador	
Responsável	Profissional do Labdig responsável pelo cálculo (apuração) do indicador.
Procedimento	Procedimento de cálculo simples.
Período de abrangência do cálculo	Anual, acompanhando o ano fiscal do Cepel.
Análise pós-cálculo	
Responsável	Profissional do Labdig responsável pela análise do indicador apurado e por fornecer sugestões de ações gerenciais para tratamento dos eventuais desvios na coleta de dados-base ou no cálculo do indicador.
Procedimento	As instruções sobre como efetuar a análise do indicador obtido, incluindo o significado de faixas de valores dos indicadores em relação a metas estratégicas associadas aos ativos intangíveis. Deverão ser estabelecidas pelo gestor do Labdig.
Possíveis causas de desvios	Indicação de possíveis causas de desvios na coleta de dados-base ou no cálculo do indicador.
Possíveis ações gerenciais	Sugestões de possíveis ações gerenciais para tratamento dos desvios na coleta de dados-base ou no cálculo do indicador.

Continua...

Quadro 5.15 – Identidade do indicador ICH2 – Número de efetivos com título de doutor (cont.)

Disponibilização dos resultados para tomada de decisão	
Divulgação	Relatório anual do capital intelectual do Labdig.
Segurança da informação	
Local de armazenamento das informações	Labdig.
Nível de acesso	O nível de acesso aos indicadores apurados e suas análises deverá ser definido pelo gestor do Labdig.
Integridade dos dados	Os procedimentos adicionais para garantir a integridade dos dados coletados, apurados e analisados deverão ser definidos pelo gestor do Labdig.

Quadro 5.16 – Identidade do indicador IAC7 - Taxa de evolução do número de publicações em eventos científicos

Caracterização do indicador	
Nome	Taxa de evolução do número de publicações em eventos científicos (IAC7)
Fórmula	$\frac{\text{Número de publicações em eventos científicos no período} - \text{número de publicações em eventos científicos no período anterior}}{\text{Número de publicações em eventos científicos no período anterior}}$
Unidade de medida	Numérica Valor percentual a ser atribuído ao indicador
Necessidade de informações a ser atendida	Necessidade de mensurar e avaliar o avanço do conhecimento do Labdig, segundo um modelo de gerenciamento estratégico dos ativos intangíveis do Laboratório.
Aplicabilidade	Laboratório Labdig/Cepel
Coleta dos dados-base	
Responsável	Profissional do Labdig responsável pela coleta dos dados para apuração do indicador, tendo apoio da área de documentação do Cepel.
Fonte	Banco de dados da área de Documentação do Cepel.
Periodicidade	Anual
Procedimento	Procedimento adotado de Documentação do Cepel.
Metodologia de cálculo para apuração do indicador	
Responsável	Profissional do Labdig responsável pelo cálculo (apuração) do indicador.
Procedimento	Procedimento de cálculo simples.
Período de abrangência do cálculo	Anual, acompanhando o ano fiscal do Cepel.
Análise pós-cálculo	
Responsável	Profissional do Labdig responsável pela análise do indicador apurado e por fornecer sugestões de ações gerenciais para tratamento dos eventuais desvios na coleta de dados-base ou no cálculo do indicador.
Procedimento	As instruções sobre como efetuar a análise do indicador obtido, incluindo o significado de faixas de valores dos indicadores em relação a metas estratégicas associadas aos ativos intangíveis. Deverão ser estabelecidas pelo gestor do Labdig.

Quadro 5.16 – Identidade do indicador IAC7 - Taxa de evolução do número de publicações em eventos científicos (cont.)

Possíveis causas de desvios	Indicação de possíveis causas de desvios na coleta de dados-base ou no cálculo do indicador.
Possíveis ações gerenciais	Sugestões de possíveis ações gerenciais para tratamento dos desvios na coleta de dados-base ou no cálculo do indicador.
Disponibilização dos resultados para tomada de decisão	
Divulgação	Relatório anual do capital intelectual do Labdig.
Segurança da informação	
Local de armazenamento das informações	Labdig.
Nível de acesso	O nível de acesso aos indicadores apurados e suas análises deverá ser definido pelo gestor do Labdig.
Integridade dos dados	Os procedimentos adicionais para garantir a integridade dos dados coletados, apurados e analisados deverão ser definidos pelo gestor do Labdig.

5.5.

Discussão dos resultados segundo uma perspectiva sistêmica da mensuração e avaliação dos ativos intangíveis

Pelos resultados apresentados neste capítulo, foi possível demonstrar, mediante o desenvolvimento de um estudo empírico no Labdig/Cepel, a aplicabilidade do modelo conceitual para mensuração e avaliação dos ativos intangíveis de laboratórios de diagnóstico e ensaios de equipamentos elétricos.

Em resposta às questões norteadoras deste estudo empírico, a aplicação do modelo conceitual no âmbito do Labdig, durante o período de março a setembro de 2018, permitiu estabelecer uma metodologia validada empiricamente para mensurar e avaliar os ativos intangíveis deste Laboratório e propor com objetividade um conjunto de 98 indicadores, sendo 47 referentes ao capital intelectual do Labdig e 51 associados a resultados/impactos da atuação do Laboratório.

Todos os representantes do Labdig e convidados do Cepel, que participaram deste estudo empírico, consideraram os formatos e os conteúdos do material de apoio, desenvolvidos especialmente para o contexto do Labdig, adequados para implementação posterior no próprio Labdig e em outros Laboratórios da Rede de Laboratórios das Empresas Eletrobras (Relase).

Foi possível ainda demonstrar a contribuição da presente pesquisa para o refinamento e a melhoria contínua das abordagens metodológicas adotadas por instituições europeias, que foram descritas e analisadas no capítulo 3 desta

dissertação. Adotaram-se dois métodos *fuzzy* de apoio à decisão na etapa de validação dos indicadores propostos. O método *fuzzy* AHP foi usado para a definição dos pesos dos critérios de decisão e o método *fuzzy* TOPSIS para a hierarquização final do grau de atendimento dos indicadores propostos aos critérios de decisão (por dimensão do modelo).

Ressalta-se que os resultados da hierarquização final dos indicadores pelo método *fuzzy* TOPSIS evidenciaram os indicadores com níveis superiores de atendimento aos critérios adotados para a validação, bem como aqueles com posicionamento inferior no *ranking*. Vale destacar a concordância desses resultados com os critérios empíricos clássicos usados em avaliações de agências e órgãos de fomento de PD&I no Brasil. Para todas as dimensões, foi possível obter essa visão, menos para a dimensão de resultados socioambientais, pelo pequeno número de indicadores propostos.

Quando da implementação propriamente dita do modelo aqui proposto, os gestores do Labdig deverão estabelecer um plano de ação, tendo como foco inicial a coleta de dados-base dos indicadores com maior pontuação. Numa perspectiva sistêmica da mensuração e avaliação dos ativos intangíveis, aqueles com menor pontuação deverão receber especial atenção e recursos para viabilizar sua mensuração e aumentar o grau de confiabilidade das fontes e sua rastreabilidade ao longo do tempo.

Nessa perspectiva, o quadro 5.17 mostra os indicadores de maior e de menor pontuação nas dimensões de mensuração e avaliação do capital intelectual, conforme resultados de hierarquização final apresentados ao longo deste capítulo (tabelas 5.10; 5.15; e 5.20).

Quadro 5.17 – Indicadores de maior e de menor pontuação nas dimensões de mensuração e avaliação do capital intelectual do Labdig 128

Dimensão	Indicadores com maior pontuação	Indicadores com menor pontuação
Capital humano	ICH2; ICH15; ICH3	ICH20; ICH10
Capital estrutural	ICE1; ICE2	ICE5; ICE11
Capital relacional	ICR1; ICR4	ICR5; ICR13; ICR14; ICR15; ICR16

Assim, com relação aos indicadores de capital intelectual, os esforços iniciais deveriam recair sobre alguns indicadores associados a resultados de mensuração

promissores já no curto prazo (os chamados ‘*quick wins*’, utilizando-se a linguagem de gestão da mudança). Esses indicadores são:

- ICH2 – Percentual de efetivos com título de doutor (%);
- ICH15 – Número de efetivos cursando doutorado (N);
- ICH3 – Percentual de efetivos com título de mestre (%): Número de efetivos com mestrado (N) / Número total de colaboradores (N);
- ICE1 – Número de normas e regulamentos técnicos relevantes para a atuação do Labdig (N) [Discriminando de acordo com o mapa do conhecimento];
- ICE2 – Número de relatórios técnicos relevantes para a atuação do Labdig (N);
- ICR1 – Número de novos projetos de P&D em cooperação iniciados no período (N);
- ICR4 – Número de participações em grupos de trabalho de normalização no período (N).

Já os que irão requerer mais atenção e esforços na coleta de dados e sistematização do processo de mensuração e avaliação são:

- ICH20 – Número de horas de capacitação em cursos de curta duração (h);
- ICH10 – Número de efetivos especializados em técnicas de negociação (N);
- ICE5 – Número de anais de eventos relevantes para atuação do Labdig (N);
- ICE11 – Número de formulários de avaliação preenchidos pelos participantes dos cursos de capacitação externa (N);
- ICR5 – Número de pesquisadores participando de grupos de trabalho internos no período (N);
- ICR13 – Grau de participação em redes de PD&I em todas as áreas de atuação do Labdig (autoavaliação com escala tipo Likert);
- ICR14 – Grau de participação em redes de PD&I sobre técnicas de medição em equipamentos elétricos (autoavaliação com escala tipo Likert);
- ICR15 – Grau de participação em redes de PD&I sobre perícia técnica de falha em equipamentos elétricos (autoavaliação com escala tipo Likert);
- ICR16 – Grau de participação em redes de PD&I sobre métodos de monitoramento em equipamentos elétricos (autoavaliação com escala tipo Likert).

A mesma lógica deverá ser aplicada para os indicadores de resultado/impacto. O quadro 5.18 mostra os indicadores de maior e de menor pontuação nas dimensões de mensuração e avaliação dos resultados/impactos da atuação do Labdig, de acordo com os resultados de hierarquização final apresentados neste capítulo (tabelas 5.25; 5.30; 5.35; 5.40; e 5.45).

Quadro 5.18 – Indicadores de maior e de menor pontuação nas dimensões de mensuração e avaliação dos resultados/impactos da atuação do Labdig

Dimensão	Indicadores com maior pontuação	Indicadores com menor pontuação
Benefícios econômicos potenciais	IBE1; IBE2; IBE3; IBE16	IBE13; IBE14; IBE12
Avanço do conhecimento do Labdig	IAC8; IAC9	IAC12; IAC11
Resultados e impactos das atividades do Labdig para Empresas Eletrobras e do setor elétrico	IEM2; IEM3	IEM12; IEM11
Resultados da cooperação do Labdig com Laboratórios do Cepel, da Relase e outras ICTs	ICO3; ICO1	ICO6; ICO5
Resultados socioambientais das atividades do Labdig	ISA1; ISA2; ISA3; ISA4; ISA5	-

Analogamente aos indicadores de capital intelectual, os esforços iniciais que poderão gerar resultados de mensuração promissores no curto prazo deveriam recair sobre os seguintes indicadores de resultado/impacto:

- IBE1 – Número de novos contratos de prestação de serviços tecnológicos com empresas do Sistema Eletrobrás/ Total de novos contratos de prestação de serviços tecnológicos (N) (%);
- IBE2 – Número de novos contratos de prestação de serviços tecnológicos com empresas não Eletrobrás de capital nacional/ Total de novos contratos de prestação de serviços tecnológicos (N) (%);
- IBE3 – Número de novos contratos de prestação de serviços tecnológicos com empresas de capital estrangeiro (N)/ Total de novos contratos de prestação de serviços tecnológicos (N) (%);
- IBE16 – Número de patentes concedidas no período (N);
- IAC8 – Taxa de evolução do número de publicações em periódicos (%);
- IAC9 – Taxa de evolução do número de patentes depositadas (%);
- IEM2 – Número de equipamentos elétricos ensaiados no campo no período (N);
- IEM3 – Número de equipamentos elétricos monitorados no campo no período (N);
- ICO3 – Percentual de projetos de P&D em cooperação com outras ICTs no período (%);

- ICO1 – Percentual de projetos de P&D em cooperação com outros laboratórios do Cepel no período (%).

Já os indicadores de resultado/impacto que irão requerer mais atenção e esforços são:

- IBE13 – Número total de métodos de perícia técnica de falha em equipamentos elétricos de domínio do Labdig no período (N);
- IBE14 – Número total de métodos de monitoramento em equipamentos elétricos de domínio do Labdig no período (N);
- IBE12 – Número total de técnicas de medição em equipamentos elétricos de domínio do Labdig no período (N);
- IAC2 - Taxa de evolução do número de relatórios técnicos dos estagiários (%): $\text{Número de relatórios técnicos dos estagiários no período} - \text{número de relatórios técnicos dos estagiários no período anterior} / \text{Número de relatórios técnicos dos estagiários no período anterior}$ (N);
- IAC3 - Taxa de evolução do número de notas técnicas dos bolsistas de mestrado e doutorado (%): $\text{Número de notas técnicas dos bolsistas de mestrado e doutorado no período} - \text{número de notas técnicas dos bolsistas de mestrado e doutorado no período anterior} / \text{Número de notas técnicas dos bolsistas de mestrado e doutorado no período anterior}$ (N);
- IEM12 – Custos evitados pela empresa com a contratação de ensaios (\$);
- IEM11 – Domínio do conhecimento por parte da empresa por área de competência do Labdig (avaliação pela empresa com escala tipo Likert);
- ICO6 – Percentual de ensaios realizados por outras ICTs no período (%): $\text{Número de ensaios realizados por outras ICTs no período} / \text{Número total de ensaios realizados por outros laboratórios no período}$ (N);
- ICO5 – Percentual de ensaios realizados por outros laboratórios da Relase no período (%).

No contexto de aplicação do modelo no Labdig, destacam-se, a seguir, os diferenciais do emprego dos referidos métodos em relação às práticas descritas nos estudos sobre experiências de ICTs de diversos países europeus, da Colômbia e de Taiwan.

- Levou-se em consideração a complexidade e a subjetividade, que são características intrínsecas ao processo de mensuração e avaliação de ativos intangíveis das organizações em geral, e em particular das ICTs;
- Foi possível estabelecer com menor grau de subjetividade os pesos dos critérios de decisão, uma vez que, ao final das comparações pareadas, foi

possível calcular a razão de consistência dos julgamentos dos especialistas participantes do estudo empírico. Caso as razões de consistência tivessem valores superiores a 0,1, os especialistas teriam tido a oportunidade de rever seus julgamentos;

- A hierarquização pelo grau de atendimento dos indicadores pelo método *fuzzy* TOPSIS mostrou-se efetiva e relativamente simples, com apoio da ferramenta desenvolvida em planilha eletrônica.
- De posse dos resultados da avaliação quantitativa do grau de atendimento dos indicadores de cada dimensão do modelo aos critérios de decisão, foi possível evidenciar aqueles indicadores que deverão merecer atenção especial dos gestores do Labdig, no sentido de viabilizar sua mensuração e aumentar os graus de confiabilidade das fontes e rastreabilidade desejados.

6 Conclusões

A presente pesquisa contribuiu para o avanço do conhecimento sobre mensuração e avaliação dos ativos intangíveis de laboratórios de diagnóstico e ensaios de equipamentos elétricos, com o emprego de métodos multicritério *fuzzy* de apoio à decisão, integrados a métodos e ferramentas consagradas de planejamento estratégico, gestão de processos, construção de mapas do conhecimento e avaliação da maturidade tecnológica. Os resultados obtidos ao longo da pesquisa aqui relatada permitiram que o objetivo geral da dissertação fosse alcançado.

Em resposta às questões norteadoras da pesquisa, um modelo conceitual foi desenvolvido para mensurar e avaliar os ativos intangíveis de laboratórios de diagnóstico e ensaios de equipamentos elétricos, visto como um processo organizacional que evolui e que tem como pilares o fortalecimento da capacidade inovativa e do desempenho inovador; a melhoria contínua; e a aprendizagem organizacional em gerenciamento de ativos intangíveis. Essas características conferiram ao modelo diferenciais em relação aos modelos e experiências descritas na literatura sobre mensuração e avaliação de ativos intangíveis de instituições de C&T, a saber:

- Alinhamento dos ativos intangíveis aos direcionadores estratégicos dos laboratórios em foco, pela combinação de metodologias consagradas de planejamento estratégico e de gestão de processos a ferramentas de construção de mapas do conhecimento e de avaliação da maturidade tecnológica dos métodos e técnicas adotadas (ou em desenvolvimento) pelos laboratórios em foco;
- Diferenciação entre indicadores de resultado e de impacto associados aos ativos intangíveis, conferindo as perspectivas de curto, médio e longo prazo no gerenciamento de ativos intangíveis pelos laboratórios; e

- Integração ao modelo de dois métodos *fuzzy* multicritério (*fuzzy* AHP e *fuzzy* TOPSIS) para validação dos indicadores associados aos ativos intangíveis dos laboratórios;
- Emprego de ferramentas de construção de mapas do conhecimento (*knowledge mapping*) e de avaliação da maturidade tecnológica (TRL) dos métodos e técnicas adotadas ou desenvolvidas pelos laboratórios.

Os marcos conceituais e metodológicos discutidos nos capítulos 2 e 3 fundamentaram o desenvolvimento e aplicação do referido modelo no contexto do Laboratório de Diagnóstico em Equipamentos e Instalações Elétricas (Labdig), do Centro de Pesquisas (Cepel), contribuindo de forma significativa para que os objetivos específicos da dissertação fossem alcançados. Dentre os modelos e experiências de mensuração e divulgação de relatórios de capital intelectual de ICTs de países europeus (Áustria, Reino Unido, Polônia, Espanha e Itália), o modelo do Austrian Research Centers Seibersdorf (ARCS), na Áustria, serviu de base para a modelagem em foco nesta pesquisa.

Pelos aspectos descritos e resultados gerados na fase aplicada da pesquisa, considera-se que eles propiciaram ao Labdig e ao Cepel o ferramental adequado para a efetiva implantação de uma sistemática de mensuração e avaliação de seus ativos intangíveis, de acordo com as oito dimensões do modelo aqui proposto.

O estudo empírico focalizou o Labdig, que atua no desenvolvimento de projetos, estudos, perícias técnicas, investigações sobre causas de falhas, avaliações de equipamentos e instalações elétricas. Os resultados apresentados e discutidos no capítulo 5 permitiram demonstrar a aplicabilidade do modelo proposto, tendo como benefícios intangíveis diretos o aprendizado da equipe do Laboratório e demais convidados do Cepel que participaram do estudo.

Para trabalhos futuros de desdobramento da pesquisa e aprofundamento dos resultados, propõem-se:

- Desenvolver e aplicar ferramentas de auto-avaliação para ICTs, baseadas em modelos de maturidade, como proposto por Secundo *et al.* (2015), para definição de planos de ação associados aos indicadores de capital intelectual e de resultados/impactos de laboratórios congêneres aos abordados nesta dissertação;

- Estender a experiência piloto conduzida no Labdig aos demais Laboratórios da Relase, buscando identificar oportunidades de melhoria do modelo proposto e implantar um processo de *benchmarking* no âmbito da Rede;
- Avaliar a dinâmica de cooperação interorganizacional no âmbito dos Laboratórios da Relase, segundo abordagem conceitual de Trist (1983) e Nohria (1992) e com ênfase no aprendizado em gerenciamento de seus ativos intangíveis;
- Desenvolver e aplicar ferramentas de avaliação de impactos dos resultados da implantação da modelo no Labdig e nos demais Laboratórios da Relase, visando à realização de avaliações *ex-post* dos benefícios econômicos potenciais e dos impactos das soluções inovadoras geradas, dos serviços tecnológicos e da capacitação externa para seus *stakeholders*;
- Ampliar o escopo da modelagem objeto desta pesquisa para laboratórios congêneres aos abordados nesta dissertação, incluindo a perspectiva multinível de captura de valor e o balanceamento entre a criação e a captura de valor (Teece e Linden, 2017; Pitelis, 2009; Lepak *et al.*, 2007).

Referências bibliográficas

ALTENBURGER, O.; SCHAFFHAUSER-LINZATTI, M. **The Order on the intellectual capital reports of Austrian universities – a critical analysis**. In: 2ND WORKSHOP ON VISUALISING, MEASURING AND MANAGING INTANGIBLES AND INTELLECTUAL CAPITAL. 2006. **Proceedings...** Maastricht, The Netherlands: European Institute for Advanced Studies in Management (EIASM), 25-27 October 2006.

ALTUNOK, T.; CAKMAK, T. A technology readiness levels (TRLs) calculator software for systems engineering and technology management tool. **Advances in Engineering Software**, v.41, n.5, p. 769-778, 2010.

ANDERSEN, R.; MCLEAN, R. **Accounting for the creation of value**. Research project sponsored by the Canadian Institute of Chartered Accountants, 2000.

ANDRIESSEN, D. Implementing the KPMG value explorer: critical success factors for applying IC measurement tools. **Journal of Intellectual Capital**, v. 6, n.4, p. 474-488, 2005.

ANSOFF, H. I. **Administração estratégica**. São Paulo: Atlas, 1990.

AYHAN, M.B. A fuzzy AHP approach for supplier selection problem: a case study in a gear motor company. **International Journal of Managing Value and Supply Chains**, v.4, n.3, p. 11-23, 2013.

BAUM, C.I. LARCKER, D.; LOW, J.; SIESFELD, T.; MALONE, M.S. **Introducing the new Value Creation Index**. Forbes 04.03.2000.

BEZHANI, I. Intellectual capital reporting at UK universities. **Journal of Intellectual Capital**, v.11, n.2, p.179-207, 2010.

BONTIS, N. Assessing knowledge assets: a review of the models used to measure intellectual capital. **International Journal of Management Reviews**, v.3, n.1, p.41–60, 2001.

BONTIS, N. Intellectual capital: an exploratory study that develops measures and models. **Management Decision**, v. 36, n.2, p.63-76, 1998.

BONTIS, N.; DRAGONETTI, N.C.; JACOBSEN, K.; ROOS, G. The knowledge toolbox: a review of the tools available to measure and manage intangible resources. **European Management Journal**, v.17, n.4, p.391-402, 1999.

BRASIL. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. **Indicadores de programas: guia metodológico**. Brasília: Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão, 2010. 128 p.

BRASIL. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. **Indicadores:** orientações básicas aplicadas à gestão pública. 1ed. Brasília: Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão, 2012. 64 p.

BRENNAN, N. Reporting intellectual capital in annual reports: evidence from Ireland. **Accounting, Auditing & Accountability Journal**, v.14, n.4, p. 423-436, 2001.

BROOKING, A. **Intellectual capital: core assets for the third millennium enterprise**. London: Ed. International Thomson Business Press, 1996.

BUCKLEY, J. J. Fuzzy hierarchical analysis. **Fuzzy Sets Systems**, v.17, n.1, p. 233–247, 1985.

BUKH, P.N.D.; JOHANSON, U. research and knowledge interaction: guidelines for intellectual capital reporting. **Journal of Intellectual Capital**, v.4, n.4, p.576-587, 2003.

BUNDESGESETZBLATT FÜR DIE REPUBLIK ÖSTERREICH I Nr. 120/2002, **Universitätsgesetz**. Wien, 2002.

BUNDESGESETZBLATT FÜR DIE REPUBLIK ÖSTERREICH II Nr. 216/2010. **Wissensbilanzverordnung**. Wien, 2010.

BUNDESGESETZBLATT FÜR DIE REPUBLIK ÖSTERREICH II Nr. 63/2006. **Wissensbilanzverordnung**. Wien, 2006.

CAMPOS, E. B. (Dir.) **Gestión del conocimiento en universidades y organismos públicos de investigación**. Madrid: Dirección General de Investigación. Consejería de Educación. Comunidad de Madrid. 2003. Disponível em: <https://www.madrimasd.org/uploads/informacionidi/biblioteca/publicacion/doc/16_GestionConocimientoUniversidadesOPIS.pdf>. Acesso em: 09 ago. 2018.

CAMPOS, E.B.; MORCILLO, P.; RODRIGUEZ, J. **Intellectual capital and scientific-production of the Madrid Research Centres**. In: INTERNATIONAL CONFERENCE “THE TRANSPARENCE ENTERPRISE: THE VALUE OF INTANGIBLES”. 2002. **Proceedings...**Madrid: Universidade Autonoma de Madrid, 25-26 November 2002.

CENTRO DE PESQUISAS DE ENERGIA ELÉTRICA. CEPEL. **Estatuto**. 14 de novembro de 2017. Rio de Janeiro: Cepel, 2018a.

CENTRO DE PESQUISAS DE ENERGIA ELÉTRICA. CEPEL. **Site institucional**. 2018b. Disponível em: < <http://www.cepel.br/>>. Acesso em: 08 ago. 2018.

CHANG, D.Y. Applications of the extent analysis method on fuzzy AHP. **European Journal of Operational Research**, v.95, p. 649-655, 1996.

CHEN, C. T. Extensions of the TOPSIS for group decision-making under fuzzy environment. **Fuzzy Sets and Systems**, v. 114, p. 1–9, 2000.

CHOO, C.W.; BONTIS, N. **The strategic management of intellectual capital and organizational knowledge**. Ed. Oxford University Press, Oxford, 2002.

CHOONG, K. K. Intellectual capital: Definitions, categorization and reporting models. **Journal of Intellectual Capital**, v.9, n. 4, p. 609-638, 2008.

CHOU, S-W.; CHANG, Y-C. The implementation factors that influence the ERP (Enterprise Resource Planning) benefits. **Decision Support Systems**, v.46, n.1, p.149-157.

COSTA, H. G. **IPÊ 1.0: guia do usuário**. Niterói: UFF, 2004.

CRICELLI, L.; GRECO, M.; GRIMALDI, M.; DUEÑAS, L.P.L. Intellectual capital and university performance in emerging countries: evidence from Colombian public universities. **Journal of Intellectual Capital**, v.19, n.1, p.71-95, 2018.

DAMELIO, R. **The basics of process mapping**. 2nd ed. Boca Raton, London, New York: CRC Press, 2011.

DANISH AGENCY FOR TRADE AND INDUSTRY. DATI. **A guideline for intellectual capital statements-a key to knowledge management**. Copenhagen: Ed. Ministry of Trade and Industry, Danish Agency for Trade and Industry, 2000.

DANISH MINISTRY OF SCIENCE, TECHNOLOGY AND INNOVATION. DMSTI. **Analysing intellectual capital statements**. Copenhagen: Ed. Danish Ministry of Science, Technology and Innovation, 2003a.

DANISH MINISTRY OF SCIENCE, TECHNOLOGY AND INNOVATION. **Intellectual capital statements—the new guideline**. Copenhagen: Ed. Danish Ministry of Science, Technology and Innovation, 2003b.

DAVENPORT, T. H.; PRUSAK, L. **Conhecimento empresarial: como as organizações gerenciam o seu capital intelectual**. 14 ed. Elsevier, Rio de Janeiro, 2003.

DUMAY, J.; GUTHRIE, J.; RICCERI, F.; NIELSEN, C. **The past, present and future for intellectual capital research: an overview**. In: Guthrie, J.; Dumay, F.; Ricceri and C. Nielsen (Eds). *The Routledge Companion to Intellectual Capital: Frontiers of Research, Practice and Knowledge*, London: Routledge, p. 1-18, 2017.

DUMITRU, I.; DUMITRU, I. **The development of an IC Evaluation Model for Romanian universities**. In: THE INTERNATIONAL CONFERENCE ON BUSINESS EXCELLENCE. 2009. **Proceedings...**, Romania, 16-17 October 2009.

EDVINSSON, L.; MALONE, M. **Realizing your company's true value by finding its hidden brain power**. Harper Collins Publishers, New York, 1997.

EDVINSSON, L.; MALONE, M. S. **Capital intelectual: descobrindo o valor real de sua empresa pela identificação de seus valores internos**. Trad. Roberto Galman. São Paulo: Makron Books, 1998.

EUROFORUM. **Modelo de medición del capital intelectual**. I.U. Madrid: Euroforum Escorial, 1998.

EUROPEAN COMMISSION. **Reporting intellectual capital to augment research, development and innovation in SMEs** – report to the commission of the high level expert group on RICARDIS. Luxembourg: European Commission, 2006. Disponível em: <www.ec.europa.eu/invest-in-research/pdf/download_en/2006-2977_web1.pdf>. Acesso em: 09 ago. 2018.

FAZLAGIC, A. **Measuring the intellectual capital of a university**. In: THE CONFERENCE ON TRENDS IN THE MANAGEMENT OF HUMAN RESOURCES IN HIGHER EDUCATION. 2005. **Proceedings...** Paris: OECD, 25 - 26 August 2005.

FITZ-ENZ, J. Getting and keeping good employees. **Personnel Journal**, Aug. 1990, p. 25–28, 1990.

GONZALEZ-LOUREIRO, M.; TEIXEIRA, A.M. Intellectual capital in public universities: a performance-oriented approach to manage intangible. **International Journal of Engineering and Industrial Management**, v.3, p.95-125, 2012.

GORDON, J. L. Creating knowledge maps by exploiting dependent relationships. **Knowledge-Based Systems**, v. 13, n. 2, p. 71-79, 2000.

HALL, R. The strategic analysis of intangible resources. **Strategic Management Journal**, v.13, p.135-144, 1992.

HWANG, C. L.; YOON, K. **Multiple attribute decision making: methods and applications**. Springer-Verlag: Berlin, 1981.

HWANG, C.L.; YOON, K. **Multiple attribute decision making methods and applications: a state-of-the-art survey**, Springer-Verlag, USA, 1981.

JOHANSON, U.; KOGA, C.; ALMQVIST, R.; SKOOG, M. Breaking taboos – implementing intellectual asset-based management guidelines. **Journal of Intellectual Capital**, v. 10, n.4, p. 520–538, 2009.

KAHRAMAN, C. Fuzzy analytic hierarchy process and its application. In: KAHRAMAN, C. (Ed.) **Fuzzy multi-criteria decision making: theory and applications with recent developments**. Series: Springer Optimization and Its Applications, v.16, p. 53-83. London, New York: Springer, 2008.

KAPLAN, R. S. **Mapas estratégicos** – balanced scorecard: convertendo ativos intangíveis em resultados tangíveis. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004.

KAPLAN, R. S.; NORTON, D. P. **A estratégia em ação: balanced scorecard**. Rio de Janeiro: Campus. 1997.

KAPLAN, R. S.; NORTON, D. P. **Organização orientada para a estratégia**. Rio de Janeiro: Campus, 2000.

KAPLAN, R.S.; NORTON, D.P. **The balanced scorecard: translating strategy into action.** Boston: Harvard Business School Press, 1996.

KAPLAN, R.S.; NORTON, D.P. The balanced scorecard--measures that drive performance. **Harvard Business Review**, v.70, n.1, p.71-79, 1992.

KLEIN, D. A.; PRUSAK, L. **Characterizing intellectual capital.** Working paper of the customer program Ernst & Young Center for Business Innovation. Boston: Ernst & Young, 1994.

KOCH, G.R.; LEITNER, K-H.; BORNEMANN, M. **Measuring and reporting intangible assets and results in a European contract research organization.** Paper prepared for the Joint German-OECD Conference Benchmarking Industry-Science Relationships. Berlin, Germany, October 16 – 17, 2000.

KOK, A. Intellectual capital management as part of knowledge management initiatives as institutions of higher learning. **The Electronic Journal of Knowledge Management**, v. 5, n.2, p. 181-192, 2007.

LEE, S. Using fuzzy AHP to develop intellectual capital evaluation model for assessing their performance contribution in a university. **Expert Systems with Applications**, v.37, n.7, p. 4941- 4947, 2010.

LEITNER, K-H. Intellectual capital reporting for universities: conceptual background and application for Austrian universities. **Research Evaluation**, v.13, n.2, p.129-140, 2004.

LEITNER, K-H. Managing and reporting intangible assets in research technology organisations. **R&D Management**, v.35, n.2, p. 125 –136, 2005.

LEITNER, K-H.; CURAJ, A.; ELENA-PEREZ, S.; FAZLAGIC, J.; KALEMIS, K.; MARTINAITIS, Z.; SECUNDO, G.; SICILIA, M.A.; ZAKSA, K. **A strategic approach for intellectual capital management in European universities, guidelines for implementation.** UEFISCDI Blueprint Series n. 1. Bucharest: Executive Agency for Higher Education, Research, Development and Innovation Funding, 2014.

LEITNER, K-H.; WARDEN, C. Managing and reporting knowledge-based resources and processes in research organizations: specifics, lessons learned and perspectives. **Management Accounting Research**, v.5, p.33–51, 2003.

LEPAK, D. P.; SMITH, K. G.; TAYLOR, M. S. Value creation and value capture: a multilevel perspective. **Academy of Management Review**, v.32, n.1, p. 180-194, 2007.

LEV, B. **Intangibles: management, measurement, and reporting.** Ed. Brookings, 2001.

LEV, B. **The boundaries of financial reporting and how to extend them.** Industrial Competitiveness in the Knowledge-Based Economy., Stockholm: OECD, 1997.

LUTHY, D. H. **Intellectual capital and its measurement.** In: ASIAN PACIFIC INTERDISCIPLINARY RESEARCH IN ACCOUNTING CONFERENCE. 1998. **Proceedings...** Osaka: APIRA, 4-6 August 1998.

MERITUM Project. **Guidelines for managing and reporting on intangibles.** Intellectual capital report. Madrid: Airtel-Vodafone Foundation, 2002.

MIDDLEHURST, R. Changing internal governance: a discussion of leadership roles and management structures in UK universities. **Higher Education Quarterly**, v.58, n.4, p. 258–279, 2004.

MINTZBERG, H.; AHLSTRAND, B.; LAMPEL, J. **Safári de estratégia: um roteiro pela selva do planejamento.** Porto Alegre: Bookman, 2000.

MOURITSEN, J.; BUKH, P.N.D.; LARSEN, H.T.; JOHANSEN, M.R. Developing and managing knowledge through intellectual capital statements. **Journal of Intellectual Capital**, v.3, n.1, p.10-29, 2002.

NAZARI, J.A. **Intellectual capital measurement and reporting models.** Chapter 9. In: Pablos, P.O.; Turró, L.J.; Tennyson, R.; Zhao, J. (Eds.) **Knowledge management for competitive advantage during economic crisis**, ICI Global, 2014, p. 117-139.

NAZARI, J.A.; HERREMANS, I.M. Extended VAIC model: measuring intellectual capital components. **Journal of Intellectual Capital**, v.8, n.4, p.595-609, 2007.

NOHRIA, N. Is a network perspective a useful way of studying organizations? In: NOHRIA, N. & ECCLES, R. G.(ed.). **Networks and organizations: structure, form, and action.** Boston, Massachusetts: Harvard Business School Press, 1992, p. 1- 22.

NONAKA, I.; TAKEUCHI, H. **Criação do conhecimento na empresa: como as empresas japonesas geram a dinâmica da inovação.** Elsevier, Rio de Janeiro, 1997.

OBSERVATORY OF THE EUROPEAN UNIVERSITY. **Methodological guide. Strategic management of university research activities.** Lugano: Ed. Prime, 2006.

PATIL, S. K.; KANT, R. A fuzzy AHP-TOPSIS framework for ranking the solutions of Knowledge Management adoption in supply chain to overcome its barriers. **Expert Systems with Applications**, v.41, p. 679-693, 2014.

PEROBA, T. L. C. **Modelo de avaliação de capital intelectual para os cursos de mestrado profissional em administração: uma contribuição para a gestão das instituições de ensino superior.** Rio de Janeiro, 2013, 324 p. Tese (Doutorado) -

Programa de Doutorado em Administração. Escola Brasileira de Administração Pública e de Empresas. Fundação Getúlio Vargas.

PETTY, R.; GUTHRIE, J. Intellectual capital literature review: measurement, reporting and management. **Journal of Intellectual Capital**, v.1, n.2, p.155-176, 2000.

PIBER, M.; PIETSCH, G. **Performance measurement in universities**: the case of knowledge balance sheets analyzed from a new institutional perspective. In: Epstein, M.; Manzoni J-F. (eds.). Performance measurement and management control: improving organizations and society. Amsterdam: Elsevier; 2006, p. 397–422.

PITELIS, C.N. The co-evolution of organizational value capture, value creation and sustainable advantage. **Organization Studies**, v.30, n.10, p.1115-1139, 2009.

PORTER, M. E. **Estratégia competitiva**: técnicas para análise de indústrias e da concorrência. 2 ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004.

PORTER, M. E.; KRAMER, M.R. Strategy and society: the link between competitive advantage and corporate social responsibility. **Harvard Business Review**, December 2006, p. 1-14. 2006.

PRAHALAD, C. K.; HAMEL, G. **Competindo pelo futuro**. 19 ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004.

PROBST, G., RAUB, S., ROMHARDT, K. **Gestão do conhecimento**: os elementos construtivos do sucesso. Bookman, Porto Alegre, 2002.

PULIC, A. **An accounting tool for IC management**. 2000. Disponível em: <<http://www.vaic-on.net>>. Acesso em: 09 ago. 2018.

PULIC, A. **Measuring the performance of intellectual potential in knowledge economy**. 1998. Disponível em: <<http://www.vaic-on.net>>. Acesso em: 09 ago. 2018.

RAMÍREZ CÓRCOLES, Y. Intellectual capital management and reporting in European higher education institutions. **Intangible Capital**, v.9, n.1, p.1-19, 2013.

RAMÍREZ CÓRCOLES, Y.; LORDUY, C.; ROJAS, J.A. Intellectual capital management in Spanish universities. *Journal of Intellectual Capital*, v.8, n.4, p.732-748, 2007.

ROOS, J.; ROOS, G.; DRAGONETTI, N.C.; EDVINSSON, L. **Intellectual capital**: navigating in the new business landscape. London: Macmillan Publications, 1997.

SAATY, T. L. **Método de análise hierárquica**. São Paulo: McGraw Hill, 1991.

SÁNCHEZ, M.P.; ELENA, S.; CASTRILLO, R. **The ICU Report: an intellectual capital proposal for university strategic behaviour**. In: The IMHE Conference. 2007. **Proceedings...** Paris: IMHE, 3-4 September 2007.

SÁNCHEZ, M.P.; CAÑIBANO CALVO, L.; ASPLUND, R.; STOLOWY, H.; ROBERTS, H.; JOHANSON, U.; MOURITSEN, J. **Measuring intangibles to understand and improve innovation management (MERITUM)**. Final Report, European Community Under Targeted Socio-Economic Research (TSER), 2001.

SÁNCHEZ, M.P.; ELENA, S. Intellectual capital in universities – improving transparency and internal management. **Journal of Intellectual Capital**, v.7, n.4, p.529–548, 2006.

SÁNCHEZ, M.P.; ELENA, S.; CASTRILLO, R. Intellectual capital dynamics in universities: a reporting model. **Journal of Intellectual Capital**, v.10, n.2, p.307–324, 2009.

SCHOEN, A.; THÈVES, J. **OEI strategic matrix**. In: Observatory of the European University (Dir.). Methodological guide. Strategic management of university research activities. Ed. PRIME, 2006.

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.

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.

SECUNDO, G.; MARGHERITA, A.; ELIA, G.; PASSIANTE, G. Intangible assets in higher education and research: mission, performance or both? **Journal of Intellectual Capital**, v.11, n.2, p.140–157, 2010.

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.

SECUNDO, G.; PEREZ, S. E.; 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.

SKOOG, M. Visualizing value creation through the management control of intangibles. **Journal of Intellectual Capital**, v.4, n.4, p.487–504, 2003.

SOBERI, M.S.F; AHMAD, R. Application of fuzzy AHP for setup reduction in manufacturing industry. **Journal of Engineering Research and Education**, v.8, p.73-84, 2016.

STANDFIELD, K. **Extending the intellectual capital framework**. 1998. Disponível em: <<http://www.knowcorp.com/article075.com>>. Acesso em: 09 ago. 2018.

STEWART, T.A. **Intellectual capital: the new wealth of organizations**. London: Ed. Nicholas Brealey, 1997.

SULLIVAN, P. H. **Value-driven intellectual capital**: how to convert intangible corporate assets into market value. New York: John Wiley & Sons, 2000.

SVEIBY, K. The new organizational wealth. San Francisco: Berret-Koehler Publishers, 1997.

SVEIBY, K.E. **Methods for measuring intangible assets**. 2010. Disponível em: <<http://www.sveiby.com/articles/IntangibleMethods.htm>>. Acesso em: 09 ago. 2018.

SVEIBY, K.E. **The new organizational wealth**: managing & measuring knowledge-based assets. San Francisco: Berrett-Koehler, 1997.

TEECE, D.J.; LINDEN, G. Business models, value capture, and the digital enterprise. **Journal of Organization Design**, v.6, n.8, p.1-14, 2017.

TOMASCHEK, K.; OLECHOWSKI, A.; EPPINGER, S.; JOGLEKAR, N. A survey of Technology Readiness Level users. 2015. Disponível em: <http://web.mit.edu/eppinger/www/pdf/Tomaschek_INCOSE2016.pdf>. Acesso em: 09 ago. 2018.

TRIST, E. L. Referent organizations and the development of interorganizational domains. **Human Relations**, v. 36, p. 269-284, 1983.

US DEPARTMENT OF DEFENSE. DoD. **Technology Readiness Assessment (TRA) Guidance**. 2011. Disponível em: <<http://www.acq.osd.mil/chieftechologist/publications/docs/TRA2011.pdf>>. Acesso em: 09 ago. 2018.

US DEPARTMENT OF ENERGY. **Technology Readiness Assessment (TRA) /Technology Maturation Plan (TMP) - Process Implementation Guide**. Washington, DC: U.S. Department of Energy - Office of Environmental Management, 2013.

VERGARA, S.C. **Metodologia do trabalho científico**. 22ª ed. São Paulo: Cortez. 2002.