

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

MARINA GOMES MURTA MORENO

***DRIVERS* OU LIMITADORES DA GESTÃO DE OPERAÇÕES DE PD&I?**
Uma proposta de caracterização para institutos e centros de pesquisa e tecnologia

SÃO CARLOS-SP
2021

Marina Gomes Murta Moreno

***Drivers* ou limitadores da gestão de operações de PD&I?**

Uma proposta de caracterização para institutos e centros de pesquisa e tecnologia

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção do Centro de Ciências Exatas e Tecnologia da Universidade Federal de São Carlos como parte dos requisitos para a obtenção do título de Doutora em Engenharia de Produção.

Orientador: Prof. Dr. Sérgio Luis da Silva

São Carlos-SP
2021



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS

Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia
Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção

Folha de Aprovação

Defesa de Tese de Doutorado da candidata Marina Gomes Murta Moreno, realizada em 22/09/2021.

Comissão Julgadora:

Prof. Dr. Sergio Luis da Silva (UFSCar)

Prof. Dr. Jose Carlos de Toledo (UFSCar)

Profa. Dra. Adriana Bin (UNICAMP)

Prof. Dr. Daniel Capaldo Amaral (USP)

Profa. Dra. Flávia Gutierrez Motta (IPT)

Prof. Dr. Mário Sérgio Salerno (USP)

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

O Relatório de Defesa assinado pelos membros da Comissão Julgadora encontra-se arquivado junto ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção.

AGRADECIMENTOS

Este trabalho tornou-se possível graças ao apoio de diversas pessoas e de instituições às quais eu gostaria de expressar a minha gratidão:

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais, pela concessão de afastamento integral para a realização do doutorado.

Ao meu orientador, prof. Sérgio, por me acolher como orientanda, pela paciência e profissionalismo na condução da orientação e, acima de tudo, pela amizade e sensibilidade nos momentos de dificuldades.

Aos membros das bancas de pré-qualificação, qualificação e defesa, profa. Flávia Motta, prof. Daniel C. Amaral, prof. Toledo, profa. Adriana Bin, prof. Salerno, pelo compartilhamento de seus ricos conhecimentos e pelas reflexões levantadas para a melhoria do trabalho.

Ao programa de doutorado em Engenharia de Produção da UFSCar, especialmente ao Robson, Lucas e Fabrício, pelo suporte e saneamento das diversas dúvidas, e ao corpo docente, pelos enriquecedores aprendizados proporcionados durante o período de realização das disciplinas.

Estendo os últimos agradecimentos aos docentes da pós em Engenharia de Produção da EESC/USP e do Instituto de Ciência e Tecnologia da UNIFAL, *campus* Poços de Caldas, durante o curso de disciplinas como aluna especial, especialmente ao prof. Maicon G. de Oliveira, por ter possibilitado a realização de estágio docente na fase final da gravidez, em que viagens para a realização dos estudos ficaram pouco viáveis.

À Fapesp, na pessoa do prof. Roberto Marcondes, pelos esclarecimentos prestados sobre os programas de financiamento à inovação destinados a instituições de pesquisa.

Ao prof. João Fernando G. de Oliveira e à Sílvia Ransom, pelos esclarecimentos prestados sobre a Embrapii e pelos *insights* relacionados à temática de pesquisa.

Aos colaboradores e especialistas que gentilmente responderam às questões de pesquisa de campo não-estruturada, com menção especial ao prof. Leandro Bonifácio, por permitir a realização de estudo de campo na Comissão Nacional de Energia Nuclear, unidade Poços de Caldas.

Aos cientistas, pesquisadores e colaboradores dos centros de pesquisa universitários em que conduzi o estudo de caso exploratório e o piloto. Ao ICT de condução do estudo de caso decisivo e aos entrevistados, pela disponibilidade e tempo dedicados ao compartilhamento de informações. Foi muito gratificante conhecê-los e ter acesso mais de

perto às suas relevantes contribuições para o desenvolvimento científico e tecnológico.

Aos colegas e amigos de doutorado, pelas colaborações, em especial ao grupo de pesquisa em Gestão da Qualidade e ao Geraldo Tessarini.

Ao amigo Yuri B. Tukoff, pelas contribuições nas etapas iniciais e finais da pesquisa.

E não menos importante, à minha família, maior manifestação de Amor (Deus) em minha vida. Ao meu marido, por estar sempre do meu lado. Aos meus filhos, por compreenderem os momentos de ausência para me dedicar aos estudos. Aos meus pais, irmãos e demais familiares, pelo apoio e torcida. À Fátima, pelo empréstimo do “escritório” no período de fechamento da tese.

Muito obrigada a todas e a todos!

Aprendi outra coisa que foi muito bem estruturada por um cientista argentino chamado Jorge Sábato. Ele disse que para ter desenvolvimento era preciso três agentes: governo, universidades [ICTs] e empresas. Esse é o chamado Triângulo de Sábato. Sem que haja interação entre esses três, de uma maneira virtuosa, não haverá desenvolvimento.

Eu acho que falta a introdução do tetraedro. Fora esses três, é fundamental em cima dos três, no vértice, a gestão.

Sérgio Mascarenhas de Oliveira (Caminhos da Inovação, 2012, p. 105)

RESUMO

MORENO, Marina Gomes Murta. ***Drivers ou limitadores da gestão de operações de PD&I? Uma proposta de caracterização para institutos e centros de pesquisa e tecnologia.*** 2021. 218f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos.

A literatura carece de detalhes sobre como institutos e centros de pesquisa e tecnologia (ICTs) de sistemas de inovação em formação podem coordenar recursos, processos e práticas, direcionando-os à melhoria de desempenho e de competitividade. Nesta tese, conceitos sobre fatores de sucesso, desafios e limitações gerenciais são desdobrados para a elaboração de um modelo de análise da dinâmica de gestão de operações de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (PD&I) em ICTs brasileiros para a caracterização de fatores (*drivers* e limitadores) que a afetam. Os construtos do modelo baseiam-se em: i) componentes operacionais, dimensões gerenciais e articulações, representativos de especificidades de ICTs, levantados sistematicamente de literatura especializada, voltada aos objetos de estudo, de teoria sobre sistemas complexos adaptativos e de contribuições de um estudo de caso exploratório conduzido em um centro de pesquisa e tecnologia universitário; e ii) proposições sobre relações que se estabelecem entre dimensões gerenciais e articulações presentes na dinâmica operacional de PD&I. Eles foram verificados por meio de uma aplicação detalhada, em estudo de caso conduzido em um instituto de pesquisa e tecnologia paulista, mostrando-se viáveis à compreensão proposta no contexto estudado, sendo realizadas considerações sobre os seus aspectos passíveis de melhorias e que poderão ser incrementados por novas aplicações. Esta tese também levanta algumas recomendações e reflexões para o fortalecimento de articulações intra e interinstitucionais mais efetivas para os casos conduzidos, confirmando a utilidade e a originalidade do modelo para a caracterização de fatores que afetam a gestão de operações de PD&I em ICTs.

Palavras-chave: Institutos e centros de pesquisa e tecnologia. Pesquisa, desenvolvimento e inovação. Sistemas Complexos Adaptativos. Operações. *Drivers*. Limitadores.

ABSTRACT

MORENO, Marina Gomes Murta. **RD&I operations management drivers or constraints? A characterization proposal for research and technology organizations.** 2021. 218p. Thesis (Doctorate in Industrial Engineering) - Federal University of São Carlos, São Carlos.

The literature lacks details on how research and technology organizations (RTOs) of innovation systems in formation can coordinate resources, processes and practices, directing them to improve performance and competitiveness. In this thesis, concepts about success factors, challenges and managerial constraints are unfolded to elaborate an analysis model of Research, Development and Innovation (RD&I) operations management dynamics in Brazilian RTOs for the characterization of factors (drivers and constraints) that affect it. Its constructs are based on: i) operational components, managerial dimensions and articulations, representative of their specificities, systematically collected from specialized literature focused on the study objects, from the theory on complex adaptive systems and from contributions of an exploratory case study conducted in an university center of research and technology; and ii) propositions about relations that are established between managerial dimensions and articulations present in the operational dynamics of RD&I. They were verified by means of a detailed application, in a case study conducted in a research and technology institute of São Paulo, proving to be viable to the understanding proposed in the context studied, with considerations about its aspects that can be improved and that may be increased by new applications. This thesis raises up some recommendations and reflections for the strengthening of intra and inter-institutional articulations effectiveness for the cases conducted, confirming the usefulness and the originality of the model for the characterization of factors that affect the management of RD&I operations in RTOs.

Keywords: Research and technology organizations. Research, development and innovation. Adaptive Complex Systems. Operations. Drivers. Constraints.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Estrutura da Tese	25
Figura 2 – Interligações entre conceitos e teorias do Capítulo 2	26
Figura 3 – Relações entre P&D, C&T, Inovação e a intersecção PD&I	28
Figura 4 – Atuação de ICTs nas fases do processo de inovação	36
Figura 5 – Sistema de inovação brasileiro sob a perspciva de ICTs	45
Figura 6 – Interligações entre os campos de estudo referendados no Capítulo 3	47
Figura 7 – Países de contextualização dos modelos analisados	54
Figura 8 – Áreas gerenciais abordadas nos modelos de gestão	57
Figura 9 – Gestão de PD&I em ICTs	63
Figura 10 – Perspectiva de gestão de PD&I sob o enfoque de ICTs brasileiros	70
Figura 11 – Gestão de operações de PD&I sob o enfoque de ICTs brasileiros	76
Figura 12 – <i>Framework</i> conceitual do VSM	79
Figura 13 – Escolhas metodológicas (em negrito, à direita)	80
Figura 14 – Método hipotético-dedutivo segundo Popper	82
Figura 15 – Escolhas sobre o método estudo de caso (em destaque)	85
Figura 16 – Etapas de condução da pesquisa	86
Figura 17 – Etapas da análise de conteúdo	90
Figura 18 – Atores envolvidos com a realização de PD&I	94
Figura 19 – Dinâmica de relações entre variáveis do modelo	105
Figura 20 – Lógica de elaboração do modelo conceitual teórico	106
Figura 21 – Limites e perspectivas de análise	108
Figura 22 – VSM, com destaque aos canais de comunicação	110
Figura 23 – Inter-relações entre atores (internos e externos), <i>throughputs</i> e recursos	111
Figura 24 – Articulações de regulação	112
Figura 25 – Articulações de integração	113
Figura 26 – Articulações entre componentes envolvidos com a realização de PD&I	113
Figura 27 – Inter-relações entre componentes	115
Figura 28 – Regulação das operações a partir da regulação organizacional	116
Figura 29 – Integração <i>bottom-up</i>	117
Figura 30 – Componentes, dimensões e articulações para a avaliação da gestão de operações de PD&I	128
Figura 31 – Atores envolvidos com as operações do Cersuchem	131

Figura 32 – Mapeamento de áreas de conhecimento e de possibilidades de pesquisas colaborativas	132
Figura 33 – Organograma institucional	138
Figura 34 – Fluxo de operações de PD&I	141
Figura 35 – Atores envolvidos com as operações de PD&I	142
Figura 36 – Estrutura da RBS <i>Roadmap</i>	201
Figura 37 – Nuvem de palavras	216

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – <i>Ranking</i> dos países no GII, 2017 – 2019	40
Gráfico 2 – <i>Throughputs</i> associados aos modelos de gestão	57
Gráfico 3 – Quantitativo de convênios, por fonte de recursos e prazo previsto de término	93
Gráfico 4 – Indicadores relacionados à PD&I	137
Gráfico 5 – Distribuição de fatores que afetam a gestão de operações de PD&I em função das dimensões de análise	159
Gráfico 6 – Patentes requeridas/depositadas	211

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Comparação entre universidades e institutos de pesquisa	41
Quadro 2 – Principais <i>throughputs</i> para ICTs	52
Quadro 3 – Abordagem sistêmica dos estudos selecionados pela RBS	60
Quadro 4 – Fatores de sucesso relacionados ao contexto de ICTs	66
Quadro 5 – Convergências e divergências entre fatores	67
Quadro 6 – Resumo do protocolo para o estudo de caso decisivo	88
Quadro 7 – Cabeçalho do painel de apoio (análise de conteúdo)	90
Quadro 8 – Síntese da gestão de PD&I	97
Quadro 9 – Princípios embaixadores do modelo proposto	109
Quadro 10 – Práticas para a realização de PD&I	121
Quadro 11 – Síntese dos construtos	127
Quadro 12 – Práticas relacionadas às operações de PD&I	149
Quadro 13 – <i>Drivers</i> da gestão de operações de PD&I	152
Quadro 14 – Limitadores da gestão de operações de PD&I	156
Quadro 15 – Síntese dos fatores que afetam a gestão de operações de PD&I e ênfase para as ações de intervenção	158
Quadro 16 – Síntese dos estudos científicos identificados na etapa de Revisão de Escopo	201
Quadro 17 – <i>Strings</i> para busca de artigos nas bases de dados	202
Quadro 18 – Análise de artigos pela aplicação de Filtros	203
Quadro 19 – Resumo dos trabalhos científicos analisados integralmente a partir da RBS	205
Quadro 20 – Informações sobre as entrevistas conduzidas	210
Quadro 21 – Detalhamento de programas de financiamento à inovação	212
Quadro 22 – <i>Drivers</i> da gestão de operações de PD&I (completo)	217
Quadro 23 – Limitadores da gestão de operações de PD&I (completo)	218

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Estados dos principais clientes do ICT no ano de 2020	136
Tabela 2 – Montante de recursos provenientes de programas de financiamento à inovação em comparação ao quantitativo total de recursos de fomento à pesquisa do centro, vigente em 2018	211

LISTA DE SIGLAS

ABIPTI – Associação Brasileira das Instituições de Pesquisa Tecnológica e Inovação
ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABPM – *Association of Business Process Management Professionals*
AHP – *Analytic Hierachy Process*
ANPEI – Associação Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento das Empresas Inovadoras
ANSI-ASQ – *American National Standards Institute-American Society of Quality*
APQC – *American Productivity & Quality Center*
BRAMA – *Brazilian research administration and management association*
C&T – Ciência e Tecnologia
CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CEPID – Centros de Pesquisa, Inovação e Difusão
CEPOF – Centro de pesquisas em óptica e fotônica (
CERSUSCHEM – Centro de excelência para pesquisa em química sustentável
CGEE – Centro de Gestão e Estudos Estratégicos
CMMI-DEV – *Capability Maturity Model Integration for Development*
CNI – Confederação Nacional da Indústria
CNPEM – Centro Nacional de Pesquisa em Energia e Materiais
CNPq – Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
CPE – Centros de Pesquisa em Engenharia
DQ – Departamento de Química
EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
EMBRAPII – Empresa Brasileira de Pesquisa e Inovação Industrial
EOE – Sistema de Excelência Operacional EMBRAPII
ERC – *Engineering Research Centers*
FAPESP – Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo
FAPs – Fundações de Apoio à Pesquisa
FCM – Departamento de Física e Ciência dos materiais
FIEC – Federação de Indústria do Estado do Ceará
FIESP – Federação de Indústria do Estado de São Paulo
FINEP – Financiadora de Estudos e Projetos
FIOCRUZ – Fundação Oswaldo Cruz
FNCT – Fundo Nacional de Ciência e Tecnologia
GII – *Global Innovation Index*
ICT – institutos e centro (universitários ou não) de pesquisa e tecnologia
ICTs – institutos e centros (universitários ou não) de pesquisa e tecnologia
IFSC – Instituto de Física de São Carlos
INCT – Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia
IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas
ISO – *International Organization for Standarization*
MCTIC – Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações
MEC – Ministério da Educação
MEG – Modelos de Excelência Gerencial
NBR – Norma Brasileira
NIT – Núcleo de Inovação Tecnológica
NITs – Núcleos de Inovação Tecnológica
NSF – *National Science Foundation*
OECD – *Organisation for Economic Cooperation and Development*
P&D – Pesquisa e Desenvolvimento

PD&I – Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação
PDCA – *Plan, Do, Check, Act*
PDP – Processo de Desenvolvimento de Produto
PDT – Processo de Desenvolvimento de Tecnologia
PEPT – Projeto Excelência na Pesquisa Tecnológica
PIPE – Programa Pesquisa Inovativa em Pequenas Empresas
PMBOK – *Project management body of knowledge*
PNQ – Prêmio Nacional de Qualidade
PSMs – *Problem Structuring Methods*
RBS – Revisão Bibliográfica Sistemática
RH – Recursos humanos
RTOs – *Research and Technology Organizations*
SGQ – Sistemas de Gestão da Qualidade
SI – Sistemas de Inovação
SNI – Sistema Nacional de Inovação
SP – São Paulo
TRL – *Technology Readiness Level*
TRLs – *Technology Readiness Levels*
UNE – Associação Espanhola de Normalização
USP – Universidade de São Paulo
VSM – *Viable System Model*
VTT – Centro de Pesquisa Técnica da Finlândia
WAITRO – *World Association of Industrial Technology Research Organizations*

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	17
1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO E MOTIVAÇÕES	17
1.3 ESTRUTURA DA TESE	23
2 PESQUISA, DESENVOLVIMENTO E INOVAÇÃO.....	26
2.1 DELINEAMENTO DA PD&I	27
2.2 GESTÃO DE P&D	29
2.2.1 Evolução da gestão organizacional de P&D.....	29
2.2.2 Processos e sistemas de gestão para a P&D	30
2.3 GESTÃO DE INOVAÇÃO.....	31
2.3.1 Evolução da gestão organizacional de inovação	32
2.4 GESTÃO DE PD&I	33
2.4.1 Delineamento de PD&I em ICTs.....	34
2.5 SISTEMA DE INOVAÇÃO E INSERÇÃO DE ICTS	38
3 GESTÃO DE PD&I EM ICTs.....	46
3.1 LIMITADORES À GESTÃO DE PD&I EM ICTs	47
3.2 COMPONENTES DOS SISTEMAS ICTS.....	51
3.2.1 Inputs para a realização de PD&I.....	51
3.2.2 Throughputs para a realização de PD&I em ICTs	52
3.3 MODELOS DE GESTÃO DE PD&I PARA ICTS	54
3.3.1 Áreas gerenciais e desdobramentos	54
3.3.2 Ciclos administrativos, estrutura e práticas para apoio à tomada de decisão.....	58
3.3.3 Abordagem sistêmica	59
3.4 FATORES DE SUCESSO RELACIONADOS A ICTs	64
4 SELEÇÃO DE CONSTRUTOS E RECORTE DE ANÁLISE	69
4.1 SISTEMA DE INOVAÇÃO BRASILEIRO (ESTÁGIO A)	71
4.1.1 Intermediários (A.1).....	71
4.1.2 Financiamento público à inovação e agências de financiamento (A.2).....	72
4.2 GESTÃO DE PD&I E DE SUAS OPERAÇÕES EM ICTs (ESTÁGIO B).....	74
5 DELINEAMENTOS DA PESQUISA E MÉTODOS.....	80
5.1 ESCOLHAS METODOLÓGICAS DA PESQUISA	80
5.2 ETAPAS DA PESQUISA.....	85
5.2.1 Operacionalização do estudo de caso decisivo.....	87
6 ESTUDO DE CASO EXPLORATÓRIO	92
6.1 BREVE DESCRIÇÃO DA UNIDADE DE ANÁLISE	92
6.2 ANÁLISES E DISCUSSÃO	93
6.2.1 Compreensão da dinâmica de gestão de PD&I.....	94
6.2.1 Fatores interferentes ao estabelecimento de articulações na realização de PD&I..	98
6.2.3 Contribuições do estudo de caso exploratório	100
7 MODELO PARA A CARACTERIZAÇÃO DE FATORES QUE AFETAM A GESTÃO DE OPERAÇÕES DE PD&I	103
7.1 ASPECTOS CONCEITUAIS DO MODELO.....	106
7.1.1 Limites e perspectivas	106
7.1.2 Princípios.....	108

7.2 ARTICULAÇÕES SOB O ENFOQUE DA GESTÃO DE OPERAÇÕES DE PD&I	109
7.2.1 Categorização dos limitadores e <i>drivers</i> a partir das articulações	114
7.3 DIMENSÕES DE ANÁLISE	117
7.3.1 Dimensão Estrutura	118
7.3.2 Práticas	120
7.3.3 Dimensão Comportamento	123
8 APLICAÇÃO DO MODELO.....	129
8.1 CONSIDERAÇÕES SOBRE O CASO PILOTO	129
8.1.1 Dimensão Estrutura	130
8.1.2 Dimensão Práticas	132
8.1.3 Dimensão Comportamento	133
8.1.4 Breves considerações sobre as operações do centro	133
8.2 BREVE DESCRIÇÃO DO ICT DO CASO DECISIVO E DE SUAS OPERAÇÕES DE PD&I.....	136
8.2.1 Operações de PD&I.....	142
8.3 APLICANDO OS CONSTRUTOS.....	142
8.3.1 Dimensão Estrutura	142
8.3.2 Dimensão Práticas	146
8.3.3 Dimensão Comportamento	149
8.3.4 Caracterizando os fatores que afetam a gestão de operações de PD&I	151
8.3.5 Implicações ao ICT.....	158
8.4 REFLEXÕES SOBRE O MODELO.....	162
8.4.1 Análise dos construtos e oportunidades de melhorias.....	163
8.4.2 Diferenciais do modelo frente à literatura	165
9 CONSIDERAÇÕES FINAIS E CONCLUSÕES.....	169
9.1 CONSIDERAÇÕES FINAIS SOBRE OS ESTUDOS DE CASO	169
9.1.1 Considerações sobre a dimensão Estrutura	169
9.1.2 Considerações sobre a dimensão Práticas	173
9.1.3 Considerações sobre a dimensão Comportamento.....	173
9.2 CONSIDERAÇÕES FINAIS SOBRE A QUESTÃO, OS OBJETIVOS E O MÉTODO DE PESQUISA.....	177
9.3 LIMITAÇÕES E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	178
REFERÊNCIAS	181
APÊNDICE A — INVESTIGAÇÃO NÃO ESTRUTURADA EM LABORATÓRIOS E CENTROS DE PD&I	196
APÊNDICE B — REVISÃO BIBLIOGRÁFICA SISTEMÁTICA	200
APÊNDICE C — ESTUDO DE CASO EXPLORATÓRIO	207
APÊNDICE D — ESTUDO DE CASO DE APLICAÇÃO DO MODELO CONCEITUAL TEÓRICO	214

1 INTRODUÇÃO

Como aprimorar Sistemas de Inovação (SI)? Falhas operacionais de sistemas em estágios de formação, como o do Brasil, instigam, em complemento a macro-intervenções políticas e econômicas, o desenvolvimento de competências gerenciais para a realização sucedida das diferentes etapas e dos diferentes processos relacionados à inovação.

Nesta tese, tais aspectos são analisados por meio de um recorte micro-organizacional, direcionado à gestão de pesquisa, desenvolvimento e inovação (PD&I) em institutos e em centros de pesquisa atuantes em etapas pré-competitivas da inovação. A referida temática é abordada sob a perspectiva de sistemas e de complexidade, o que acaba por envolver um conjunto diverso de conhecimentos relacionados à engenharia organizacional.

Considerando a gestão profissional das operações de PD&I nesses sistemas complexos organizacionais como alternativa capaz de manter ativo o seu potencial de apoio à inovação tecnológica, propomos, como contribuição original, um modelo para caracterizar o que afeta (direciona ou limita) o sucesso de suas entregas tecnológicas. Esse é o contexto tratado neste capítulo de abertura, em que são expostas as motivações, questão e objetivos de pesquisa.

Após esclarecimentos do panorama de estudo, um breve comentário sobre a estrutura da tese é realizado.

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO E MOTIVAÇÕES

A inovação é considerada fator estratégico para o crescimento econômico e competitivo de uma nação (ARBIX *et al.*, 2010; *Organisation for Economic Cooperation and Development* — OECD, 2019; TIDD; BESSANT; PAVITT, 2008), o que torna a sua geração bem sucedida imprescindível. Para que ocorra com sucesso, requer o desenvolvimento de competências para a gestão coordenada da inovação e de seus elementos fundamentais: ciência e tecnologia (C&T); pesquisa e desenvolvimento (P&D) (ARBIX *et al.*, 2010; BIN; SALLES-FILHO, 2007; DE NEGRI, 2018).

Geração, avanço, disseminação e aplicação do conhecimento científico e técnico nas atividades humanas caracterizam o vasto escopo de abrangência da C&T, enquanto a P&D compreende o trabalho criativo sistemático para o incremento do conhecimento e a sua utilização para criar novas aplicações (OECD, 2019). A junção da inovação e de seus elementos fundamentais (C&T, P&D) pode ser nomeada como PD&I, em que a C&T incorpora-se como seu plano de fundo.

O modelo amplo de articulação e de envolvimento entre subsistemas de PD&I é tratado como Sistema Nacional de Inovação (SNI). Assim como sistemas de outros países em desenvolvimento, o SNI brasileiro é considerado ainda em formação e aperfeiçoamento (CORAL; OGLIARI; DE ABREU, 2011; SUZIGAN; ALBUQUERQUE; CARIO, 2011). Apesar da estruturação de um conjunto de políticas para o estímulo e o apoio à inovação, os resultados ainda não ocorrem na mesma magnitude dos macro esforços (DE NEGRI; RAUEN; SQUEFF, 2018).

Pouca articulação entre os agentes do sistema de inovação (SUZIGAN; ALBUQUERQUE; CARIO, 2011) e ênfase na produção científica (LIU; LU; HO, 2014), com limitada aplicação tecnológica (LIU; LU; HO, 2014; RAPINI *et al.*, 2009), são alguns dos fatores que contribuem para o distanciamento do país de líderes mundiais em inovação.

Ao analisar o desempenho do Brasil no *Global Innovation Index* (GII) do período 2011 a 2017, a Confederação Nacional da Indústria (CNI) identificou três áreas principais em que o Brasil deveria evoluir substancialmente para alavancar seus índices: empresas/indústria, ensino superior (principalmente formação de graduados em ciência e engenharias) e produtos de inovação (CNI, 2017). Para impulsionar o *ranking* inovativo brasileiro, uma alternativa apoiada por esta tese é o fortalecimento da atuação de institutos e de centros de pesquisa atuantes em etapas pré-competitivas da inovação: ICTs¹.

ICTs são potenciais intermediários aos processos de inovação de empresas, podendo operar na interface ciência, P&D e produção tecnológica (CHARLES; STANCOVA, 2015; GIANNOPOULOU; BARLATIER; PÉNIN, 2019; ZYLBERBERG, 2019), papel relevante para realidades como o Brasil, frente às demandas competitivas da globalização, à base industrial e tecnológica ainda em constituição (MRINALINI; NATH, 2008; RAPINI *et al.*, 2009) e ao baixo nível de P&D privado geralmente presente (SUTZ, 2000; OLIVEIRA; GUIMARÃES, 2019). Em contrapartida, a evolução dessas instituições é dependente de uma série de competências técnicas e organizacionais (ÅSTRÖM *et al.*, 2008; RONSOM; AMARAL, 2017).

O caráter de interação inerentemente presente na PD&I demanda interdependência e atuação adaptativa dos ICTs para responderem às solicitações de seus SI. Além disso, suas

¹ A Lei de Inovação nº 13.243, de 2016, traz uma definição ampla para ICTs (BRASIL, 2016). Para fins de padronização de nomenclaturas, a sigla ICTs é adotada como referência a institutos e a centros (universitários ou não) que enfatizam a C&T e a P&D em prol da inovação tecnológica, atuando em níveis de maturidade de tecnologia (*Technology Readiness Levels*, TRLs) intermediários, excluindo-se as universidades (academia) e outras instituições voltadas predominantemente a atividades de pesquisa básica desse conjunto. A função desses ICTs no sistema de inovação brasileiro pode ser equiparada ao de organizações de pesquisa e tecnologia (*Research and Technology Organizations*, RTOS) abordadas pela literatura internacional.

operações envolvem alta variedade (imprevisibilidade, criatividade, ambiguidade e interatividade), o que impõe desafios adicionais à sua coordenação. Portanto, para que se mantenham ativas e em desenvolvimento, sua gestão deve levar em consideração tais complexidades. Essas características introduzem a ideia de ICTs como sistemas complexos adaptativos (AHLQVIST *et al.*, 2012; BIN; SALLES-FILHO, 2012).

Redução de dotações orçamentárias e disponibilização de recursos financeiros alocados em bases competitivas têm forçado ICTs a buscarem alternativas para a consecução exitosa de suas missões (ÁVILA-ROBINSON; SEGOKUB, 2017; GIANNOPOULOU; BARLATIER; PÉNIN, 2019). No entanto, a necessidade de melhor estruturação para o aumento de produtividade sobre recursos (escassos) dispendidos em P&D (KOPPINEN; LAMMASNIEMI; KALLIOKOSKI, 2010) esbarra em recorrentes limitadores gerenciais interferentes ao alcance de equilíbrio entre autonomia, variedade e restrições necessárias à produção de resultados (BIN; SALLES-FILHO, 2012; SAPIENZA, 2004).

Falta de habilidades na coordenação de equipes de projetos e na integração de seus conhecimentos; dificuldades para a gestão das diferentes expectativas de partes envolvidas em projetos colaborativos; inadequação de estruturas para a realização de prospecção tecnológica são alguns exemplos de limitações levantadas a partir de estudos como Adler, Elmquist e Norrgren (2009), Boardman e Ponomariov (2014), Piccirillo e Silva (2016), Karaveg, Thawesaengskulthai e Chandrachai (2016) (dentre diversos outros comentados no Capítulo 3), em que ações coordenadas para superá-las poderiam gerar impactos positivos no alcance de suas missões e objetivos organizacionais.

Ante o exposto, assim como apontamentos de autores como Bin e Salles-Filho (2012), Koppinen, Lammasniemi e Kalliokoski (2010), Ribeiro, Salles-Filho e Bin (2015), Ransom e Amaral (2017), esta tese baseia-se no entendimento de que o fortalecimento de ICTs (e, por conseguinte, sua melhor atuação nos SI) perpassa a adoção de uma gestão estruturada e contínua, condizente com as suas particularidades.

Sendo, organizações complexas, redes de interações formadas entre suas partes (SIEGENFELD; BAR-YAM, 2020; STACEY, 2012), uma abordagem de gestão sistêmica de PD&I adéqua-se às complexidades de ICTs, ao focar a coesão organizacional e a estruturação de articulações efetivas entre as diversas partes (internas e externas) envolvidas com a realização de PD&I para o alcance de objetivos organizacionais com agregação evolucionária de valor (os detalhes de construção desse conceito são apresentados no Capítulo 2).

Partindo dessa abordagem (sistêmica) para o mapeamento e para a análise da literatura

referente à gestão de PD&I para ICTs, relevantes *gaps* puderam ser estruturados (os principais detalhes desses levantamentos são comentados no Capítulo 3). A verificação sobre o estado de arte referente aos modelos de gestão de PD&I demonstrou haver, além de carência de adoção de abordagens gerenciais holísticas, voltadas ao conjunto de todos os componentes envolvidos com a PD&I e às suas articulações, prevalência de estudos voltados a países desenvolvidos.

Na literatura nacional, embora tenham sido identificados estudos acadêmicos para o delineamento de melhorias gerenciais (verificar Quadro 11 do Apêndice B), em geral, também foram reveladas abordagens específicas, com uma maior ênfase na gestão de projetos e portfólio, como os trabalhos de Mattos (2005), Pinheiro (2016) e Piccirillo (2017). Aqui, consideração de Ribeiro (2013) pode ser citada, ao discorrer sobre a necessidade de realização de análises institucionais mais integradas, com enfoque nos processos gerenciais e nos resultados de ICTs, e não somente nos projetos e na sua gestão.

No tocante à literatura referente aos fatores de sucesso no gerenciamento de ICTs, igualmente, há tendência ao enquadramento de projetos e a se relacionarem conjunturas de SI avançados, em sua maioria. Pontos relevantes identificados relacionam-se à falta de esclarecimentos teóricos para a estruturação de fatores voltados às especificidades dos sistemas complexos adaptativos ICTs, além da diversidade e de divergências entre fatores.

Os *gaps* comentados revelam escassez de discussões vinculadas à gestão holística de PD&I, além de serem majoritariamente direcionadas a contextos de ICTs de países desenvolvidos. É importante salientar que SI apresentam particularidades e demandas específicas (ARNOLD *et al.*, 2014; RAPINI *et al.*, 2009) afetando, de diferentes maneiras, a estruturação gerencial de ICTs.

Adicionalmente, os achados do mapeamento de literatura corroboram autores como Meesapawong, Rezgui e Li (2010), que apontam a existência de poucos estudos voltados à gestão de PD&I pública, e outros, como Adler, Elmquist e Norrgren (2009), Avila-Robinson e Sengokub (2017), Biasini (2012), Bongiovanni *et al.* (2015), Cunningham *et al.* (2015), ao evidenciarem carência de diretrizes consolidadas, voltadas à realidade organizacional (micro), para a contínua evolução gerencial de ICTs.

Tais aspectos instigaram-nos a propor contribuição na área temática gestão de PD&I, direcionando-a a ICTs pertencentes a um macroambiente cujo processo inovativo ainda ocorre de forma imatura. Assim:

- i) Frente à relevância de adoção de uma gestão estruturada por ICTs como uma das possíveis vias à alavancagem do processo inovativo (BIN; SALLES-FILHO, 2012;

RIBEIRO; SALLES-FILHO; BIN, 2015; RONSOM; AMARAL, 2017);

- ii) Atribuindo o grau de agregação de valor das entregas tecnológicas de ICTs como dependente de comportamentos e de fatores de gestão praticados na realização das operações de PD&I;
- iii) Constada a ausência de modelos teóricos para a análise da gestão de operações de PD&I e caracterização de fatores que a afetam, limitando-a ou direcionando-a, com enfoque nas especificidades de ICTs;
- iv) E ainda, identificada a carência de abordagens gerenciais com tal enfoque para ICTs de SI em desenvolvimento, levantamos a questão de pesquisa:

Como estruturar uma forma de caracterização de fatores (*drivers* e limitadores) que afetam a gestão de operações de PD&I condizente com as complexidades de ICTs brasileiros?

Esse recorte pauta-se em um panorama interno de análise, por se relacionar ao contexto sob o controle direto de ICTs, o qual define o seu espaço estratégico de manobra (RUSH *et al.*, 1995), sem desconsiderar, dado o caráter de interdependência da realização de PD&I, a atuação de agentes externos interferentes nos seus processos gerenciais. Já que ICTs possuem processos operacionais em comum (RUSH *et al.*, 1995), um enfoque nas operações é proposto, por elas serem os “braços” que operacionam a identidade organizacional (JACKSON, 2003).

Considerando a dinâmica própria de ICTs (ARNOLD *et al.*, 1998; GIANOPOULOU; BARLATIER; PÉNIN, 2019), é proposto um modelo conceitual teórico estruturado por delimitações coerentes com as complexidades de ICTs, com o cenário brasileiro (em que as fronteiras se dão em função de agentes-chave pertencentes ao sistema de inovação brasileiro, tal como é discorrido no Capítulo 4) e, ao mesmo tempo, capaz de guiar a identificação de fatores que afetam a gestão de suas operações, de acordo com o contexto particular de cada organização.

A gestão de operações de PD&I em ICTs refere-se às ações gerenciais integrativas e evolucionárias dos processos que transformam recursos em entregas tecnológicas com proposição de valor, gerando articulações efetivas entre partes envolvidas com a sua realização e assim, o aprimoramento de seu desempenho.

De desdobramentos desse conceito, um entendimento possível é que fatores que afetam a gestão de operações de PD&I interferem no modo como articulações entre os seus

componentes se efetivam. Assim, deduzimos que a caracterização desses fatores pode se dar buscando-se compreensões sobre tais articulações e sobre o que as afeta. Essa é a proposição de sustentação do modelo elaborado.

Conforme é detalhado no capítulo de apresentação do modelo (no Capítulo 7), a avaliação dessas articulações para a identificação dos fatores que contribuem para a sua ocorrência (*drivers*) ou limitação (limitadores) é baseada em variáveis das dimensões estrutura, comportamento e práticas, representativas da dinâmica da gestão de operações de PD&I de ICTs, definidas da literatura consolidada nos primeiros capítulos desta tese. Já as articulações são provenientes, em grande parte, de preceitos decorrentes da Cibernética Organizacional, teoria que possui como fundamentos a comunicação e a coesão do funcionamento de organizações complexas em função do seu macroambiente (BAUER, 1999; ESPEJO, 2020).

Buscamos ampliar evidências teóricas e empíricas sobre gestão de PD&I para ICTs. Para a teoria, há relevância na organização, na síntese de boas práticas gerenciais e na incorporação de novidades teóricas, consolidadas em um modelo elaborado a partir de literatura relacionada às particularidades das organizações objeto de estudo, evitando-se o uso de abordagens provenientes de outros contextos, com benefícios duvidosos.

Outro importante avanço é o tratamento da temática gestão de PD&I em ICTs sob um enfoque ainda pouco desenvolvido, isto é, considerando-se as complexidades dos sistemas ICTs e o caráter interativo de suas operações, também inderpendente à atuação de agentes de interface entre ICTs e empresas, presentes no sistema de inovação brasileiro.

Adicionalmente, os estudos de campo conduzidos contribuem para a redução de *gaps* como necessidade de melhor compreensão sobre os mecanismos gerenciais adotados nas operações de ICTs (ADLER; ELMQUIST; NORRGREN, 2009; ÁVILA-ROBINSON; SENGOKUB, 2017; BOARDMAN; PONOMARIOV, 2014; CUNNINGHAM *et al.*, 2015; ZYLBERBERG, 2019), permitindo a incorporação de base mais rica de informações empíricas à literatura.

Como implicações práticas, o conjunto de aspectos teóricos consolidado nesta tese poderá ser útil guia, devidamente adaptado ao contexto específico de cada instituto (ou centro) de pesquisa e tecnologia (ICT), para a avaliação da gestão de PD&I e para a definição de ações necessárias à evolução de competências organizacionais.

Como principal contribuição, apoiamos a compreensão da gestão de operações de PD&I a partir de seus *drivers* e de seus limitadores, a serem levantados com a aplicação dos construtos do modelo elaborado, como passo inicial, porém efetivo, para a compreensão de

sua dinâmica operacional. A definição de tais fatores pode propiciar a estruturação de ações para o fortalecimento daqueles geradores de efetividade (*drivers*) e a eliminação dos inibidores (limitadores), apoiando entregas tecnológicas de alto valor agregado ao sistema de inovação.

1.2 OBJETIVOS

São objetivos definidos como busca de respostas à questão de pesquisa:

- a) Estruturar os principais preceitos relativos à gestão de PD&I e de suas operações para os sistemas complexos adaptativos ICTs;
- b) Elaborar um modelo conceitual teórico para a caracterização de *drivers* e de limitadores da gestão de operações de PD&I para ICTs brasileiros, baseado em componentes operacionais, dimensões gerenciais e articulações, representativos de sua dinâmica e especificidades;
- c) Verificar, de modo detalhado, a aplicação prática do modelo elaborado, interpretando-se os seus construtos, em especial, a relação e o impacto das dimensões gerenciais no estabelecimento de articulações entre componentes envolvidos com as operações de PD&I;
- d) Ao alcançar os objetivos a, b, c, prover organização e novidade teóricas, além de reflexões a respeito da temática gestão de PD&I e de suas operações para ICTs brasileiros.

1.3 ESTRUTURA DA TESE

Esta tese é composta por oito capítulos (FIGURA 1). O Capítulo 1 introduziu o panorama de estudo e a problemática de pesquisa. Os capítulos 2 e 3 detalham os referenciais teóricos. Enquanto o Capítulo 2 introduz conceitos relacionados à PD&I, suas peculiaridades e gestão, o Capítulo 3 estreita tais conceitos ao contexto de ICTs, melhor explicando os *gaps* que justificam o recorte de estudo definido.

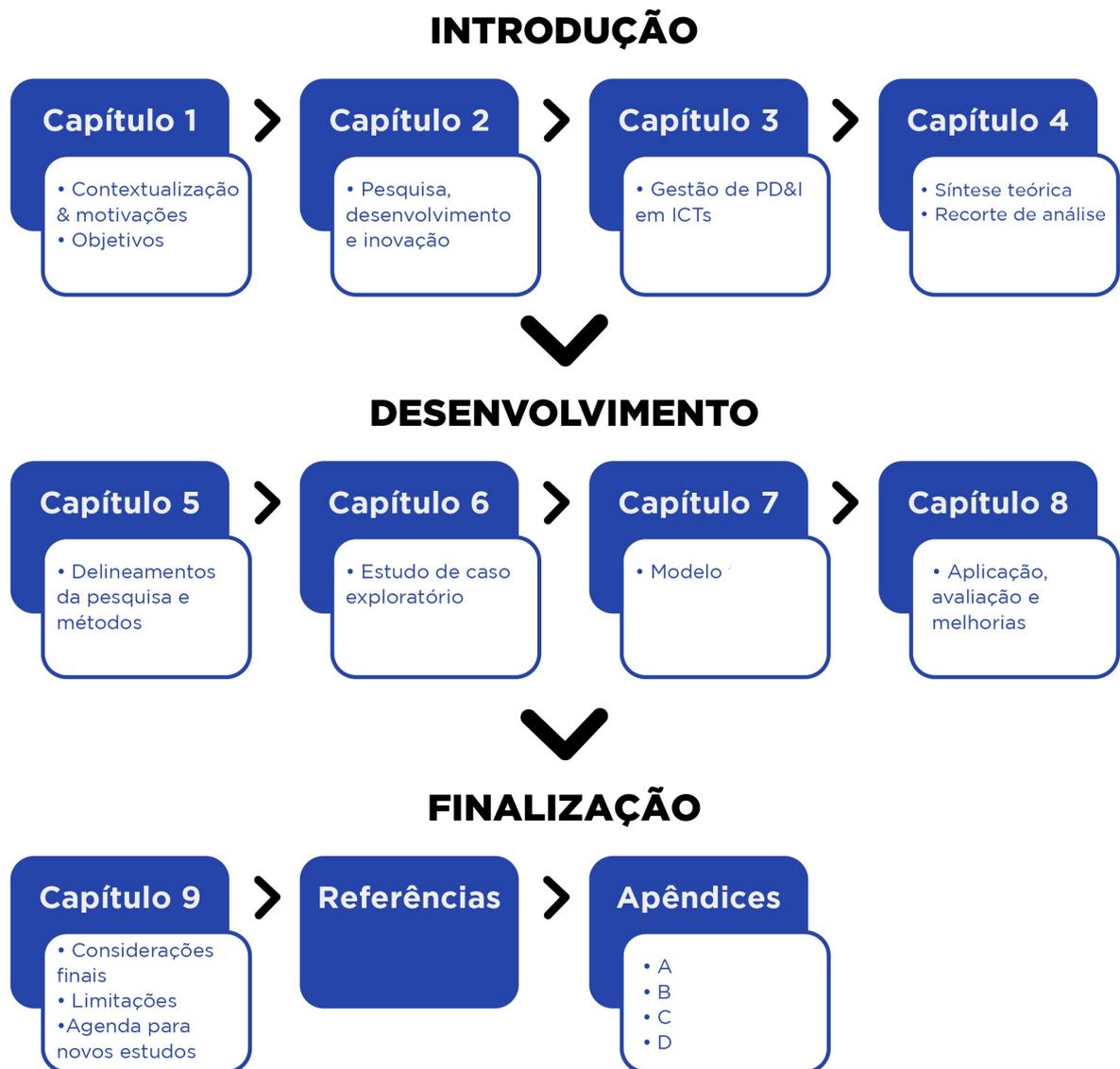
O Capítulo 4 sintetiza o referencial teórico, delineando a base do modelo construído para a caracterização de fatores que afetam a gestão de operações de PD&I. Essa base também possui contribuições de um estudo de caso exploratório, exposto no Capítulo 6. Antes da exposição de resultados desse caso exploratório, são apresentadas as etapas e os métodos de pesquisa (no Capítulo 5).

Seguindo-se a concepção metodológica não positivista que embasa este trabalho, o método estudo de caso único é adotado para verificar a proposta elaborada, cujos princípios, variáveis e proposições, por sua vez, são apresentados no Capítulo 7.

Assim, a partir de um caso decisivo conduzido, exposto no Capítulo 8, análises, discussões e propostas de melhorias são levantadas, além de considerações sobre as contribuições originais da proposta. Finalmente, o Capítulo 9 levanta reflexões adicionais sobre os estudos empíricos conduzidos e recomendações. Também são realizadas sugestões para estudos futuros baseadas em limitações referentes ao modelo conceitual teórico e à temática de pesquisa abordada.

Como partes pós-textuais, após a lista de referências bibliográficas, os apêndices trazem informações referentes: à investigação não estruturada, realizada em campo, na etapa de definição do projeto de pesquisa (APÊNDICE A); ao detalhamento da Revisão Bibliográfica Sistemática (RBS) (APÊNDICE B); ao planejamento do estudo de caso exploratório e informações adicionais levantadas (APÊNDICE C); e ao planejamento do estudo de caso decisivo, incluindo-se informações sobre o caso piloto que o precedeu (APÊNDICE D).

Figura 1 — Estrutura da Tese



Auria Própria (2021)

2 PESQUISA, DESENVOLVIMENTO E INOVAÇÃO

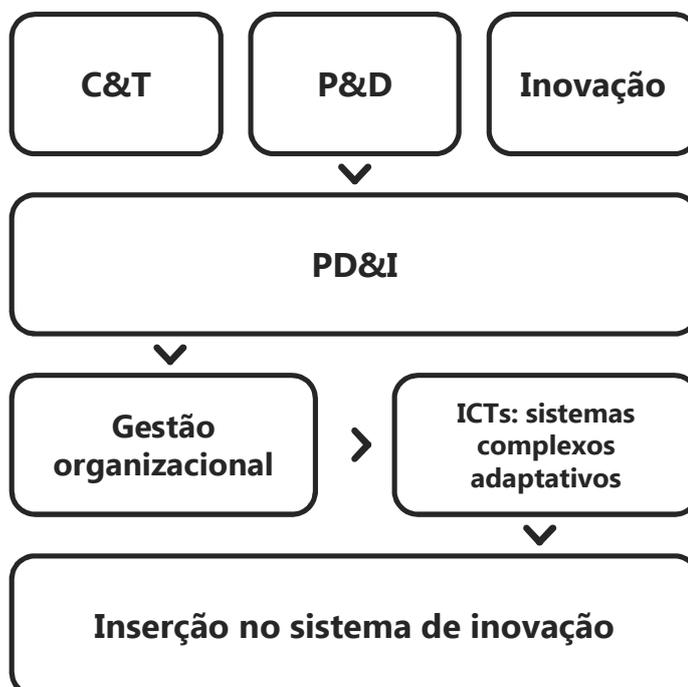
No Capítulo 2 são abordados os principais conceitos e teorias que amparam a compreensão das atividades desenvolvidas no âmbito de organizações que podem impulsionar a inovação tecnológica, esta, considerada como um dos efeitos da tecnologia (ou serviço tecnológico) entregue por ICTs na produção e no desenvolvimento de empresas para a geração de produtos, serviços ou processos produtivos tecnologicamente novos.

Os principais aspectos relacionados à C&T, à P&D, à inovação e à sua junção (PD&I) são detalhados, dentre eles, o conceito de gestão sistêmica de PD&I para ICTs adotado na tese. Ao direcionar abordagens de gestão às especificidades de ICTs, a interdependência de atuação desses sistemas complexos organizacionais à dinâmica dos SI torna-se evidente.

Por fim, uma vez que a capacidade inovativa de um país pode ser explicada através de tal dinâmica, um entendimento inicial sobre SI é também apresentado, expondo-se algumas peculiaridades correlatas ao SNI brasileiro e as suas implicações para as estruturas envolvidas no desenvolvimento tecnológico.

As interligações de literatura que buscamos estabelecer ao longo deste capítulo encontram-se representadas na Figura 2.

Figura 2 — Interligações entre conceitos e teorias do Capítulo 2



Autoria Própria (2021)

2.1 DELINEAMENTO DA PD&I

A inovação diz respeito à capacidade de criação de novas formas de geração e de apropriação de valor ao mercado (ALVAREZ, 2010). Essas novidades podem ocorrer pela implementação de um novo produto (bem ou serviço) ou novo processo, ou por significativas melhoras, pela implementação de um novo método de mercado ou um novo método organizacional nas práticas de negócios, na organização do local de trabalho ou nas relações externas (OECD, 2002).

O papel fundamental da inovação como propulsor do capitalismo se deve a Schumpeter (1942 *apud* Alvarez, 2010), sendo apresentada ao mundo em meados do século XX (ALVAREZ, 2010). Gerada em ambiente cada vez mais globalizado, destaca-se atualmente como uma das mais significativas fontes de bom desempenho econômico das nações (ARBIX *et al.*, 2010) e, portanto, é considerada fator estratégico primordial para o seu desenvolvimento (ARBIX *et al.*, 2010; TIDD; BESSANT; PAVITT, 2008).

As atividades de P&D têm assumido papel cada vez mais evidente no contexto da inovação, já que permitem mobilizar conhecimento e avanços tecnológicos (TIDD; BESSANT; PAVITT, 2008). No entanto, ainda que as inovações tecnológicas estejam freqüentemente associadas a atividades científicas e tecnológicas, principalmente no seu componente P&D, elas não resultam apenas desse tipo de atividade (BIN, 2008). Incluem-se atividades organizativas, financeiras e comerciais, além de investimentos em novos conhecimentos, em busca da implementação de novidades ou melhorias (OECD, 2005).

A P&D, incluída no conjunto dessas atividades, distingui-se pela existência de um elemento apreciável de novidade e resolução de uma incerteza científica e/ou tecnológica (OECD, 2019), correspondendo à ligação entre pesquisa — empregada para adquirir novos conhecimentos (pode envolver a busca de compreensão para novos fenômenos com vistas ao desenvolvimento (futuro) de inovações, e novos conhecimentos para o desenvolvimento ou o aprimoramento de produtos, processos e sistemas) — e desenvolvimento — que se propõe a comprovar ou demonstrar a viabilidade técnica ou funcional de novos produtos, processos, sistemas e serviços ou, ainda, aperfeiçoar itens já produzidos ou estabelecidos (BRASIL, 2005).

Já a distinção entre os conceitos de C&T e P&D se dão em relação ao escopo das atividades envolvidas. As atividades de C&T possuem um escopo mais amplo. A ciência fornece dados, explicações teóricas, técnicas e soluções gerais de problemas que podem ser utilizados na P&D, além de desenvolver conhecimentos que podem abrir diretamente novas

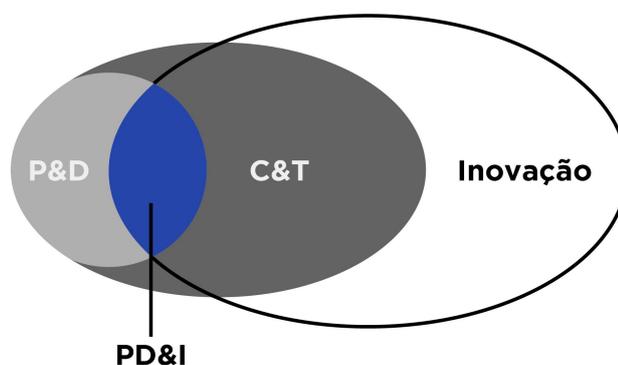
possibilidades tecnológicas (PÓVOA, 2008). A P&D, por sua vez, compreende o trabalho criativo levado a cabo de forma sistemática para incrementar o volume dos conhecimentos humanos, culturais e sociais e a utilização desses conhecimentos para criar novas aplicações (OECD, 2019).

Póvoa (2008) pontua haver uma complexa relação entre ciência, tecnologia e pesquisa. Não há apenas um sentido de causalidade na C&T e a tecnologia também exerce forte influência na pesquisa científica. Rosenberg (1982) *apud* Póvoa (2008) sugere que a ligação entre o desenvolvimento econômico e a ciência se faça, principalmente, através da tecnologia, que indica os rumos nos quais a pesquisa científica encontraria resultados financeiros potencialmente mais elevados.

Salles-Filho e Bin (2007) relacionam os universos da inovação, da C&T e da P&D: a P&D pode se inserir no âmbito das atividades de C&T, que englobam ainda treinamentos, educação técnico-científica e atividades correlatas. A inovação, por sua vez, possui as atividades de P&D e de C&T como elementos fundamentais para o desenvolvimento de novidades ou melhorias e apropriação social (uso). Por outro lado, há atividades de P&D e de C&T que não se incluem nos domínios da inovação, por não apresentarem resultados mercadológicos concretos.

Portanto, a novidade, a resolução de uma incerteza na C&T, ciência ou tecnologia e destinação do resultado para atividades mercadológicas são os elementos-chave do conceito de PD&I (PIMENTEL, 2010). Depreende-se, assim, que a PD&I esteja relacionada à intersecção da inovação, da P&D e da C&T, podendo, a C&T, ser considerada o seu plano de fundo (FIGURA 3). Este é o ponto central de abordagem da tese: a busca de compreensão da PD&I por meio da execução de suas operações e gestão em ICTs.

Figura 3 — Relações entre P&D, C&T, Inovação e a intersecção PD&I



Fonte: Adaptado de Bin e Salles-Filho (2007)

Tidd, Bessant e Pavitt (2008) ressaltam o caráter processual da inovação. Já que não se trata de evento espontâneo e isolado, requer a necessidade de integração estruturada das diversas variáveis envolvidas na sua geração, além de uma abordagem de gestão adequada e específica às suas áreas correlatas.

Assim, mesmo podendo ser, a P&D, conduzida por diferentes atores, em diversas formas e arranjos, de modo conjunto ou separado (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS — ABNT, 2011), há que se pensar na gestão de suas diferentes etapas de modo a alinhá-las ao resultado comum esperado — a inovação —, daí decorrendo a adoção da sigla PD&I como correspondente ao contexto organizacional de ICTs.

Um conceito de gestão de PD&I mais estruturado, norteador desta tese, constrói-se a partir dos detalhamentos referentes à gestão de P&D e à gestão de inovação apresentados nas próximas seções.

2.2 GESTÃO DE P&D

Abordagens gerenciais para os ambientes de P&D são debatidas há tempos sem respostas simples (NOBELIUS, 2004; MUNKONGSUJARIT; SRIVANNABOON, 2017). Um dos seus grandes desafios é encontrar um equilíbrio entre liberdade, ambiguidade, fomento à criatividade e restrições necessárias para a produção de resultados (SAPIENZA, 2004). Por outro lado, a sistematização e a coordenação das atividades de P&D têm sido apontadas como caminhos críticos à obtenção de sucesso (NOBELIUS, 2004; ELMQUIST; MASSON, 2009; OLIVEIRA; GUIMARÃES, 2019).

Dado que a P&D desenvolve-se em ambientes organizacionais, uma breve contextualização da gestão organizacional de P&D é exposta, bem como aspectos relacionados aos seus processos.

2.2.1 Evolução da gestão organizacional de P&D

As perspectivas da P&D têm sido diferentes ao longo dos anos em função de mudanças estruturais e de pré-requisitos econômicos. Nobelius (2004) propõe, a partir da literatura existente sobre a evolução do campo de P&D, uma visão cumulativa e dinâmica sobre as fases e mudanças pelas quais os processos de gestão organizacional de P&D passaram ao longo dos anos, resumindo-as em seis gerações.

Enquanto na primeira geração (entre 1950 a 1960), os desafios gerenciais resumiam-se a decidir sobre a localização geográfica dos laboratórios corporativos de pesquisa e a estimular os avanços científicos, a segunda geração (presente até meados de 1970) buscou a incorporação de P&D às unidades de negócio e a definição de papéis dos agentes envolvidos nos seus processos, visando-se à proximidade com o mercado. A terceira geração (entre meados de 1980) dá ênfase aos projetos de P&D, com a introdução de técnicas de gerenciamento de projetos e portfólio para a melhoria da eficiência e a definição de estratégias de longo prazo (NOBELIUS, 2004).

A quarta geração (até 1990) introduz outros atores, na tentativa de aumentar as funcionalidades cruzadas (intra e interorganizacionais). Já a quinta geração (década de 1990 a início do séc. XXI) é atendida por empresas que adotam uma estratégia de alianças, envolvendo redes, tanto em pesquisa, quanto em desenvolvimento. Como tendências, o autor define a sexta geração de P&D (contemporânea) como uma reorientação à área de pesquisa, interligando-se redes multi-tecnológicas a novas abordagens organizacionais e a novos atores (NOBELIUS, 2004).

2.2.2 Processos e sistemas de gestão para a P&D

A *World Association of Industrial Technology Research Organizations* (WAITRO) lista como processos de negócio principais para uma organização de P&D típica: gerenciamento organizacional e governança; gerenciamento financeiro; gestão de serviços; desenvolvimento de negócios; gerenciamento de projetos; gestão de recursos humanos (RH); gestão de redes de cooperação (WAITRO, 1996).

Diante das características envolvidas nos ambientes de P&D, as formas tradicionais de administração desses processos podem não ser diretamente aplicáveis ao seu planejamento, avaliação e controle (SAPIENZA, 2004; PERKMANN; WALSH, 2007). Para ilustrar, discorreremos sobre a implantação de sistemas de gestão da qualidade (SGQ) em laboratórios que realizam atividades de P&D.

O uso de sistema normalizado para ambiente de pesquisa é uma questão amplamente discutida pela comunidade de gerenciamento da qualidade (SILVA *et al.*, 2015). Há uma crença generalizada de que a garantia de qualidade e controle tendem a limitar a liberdade e a criatividade de pesquisadores (BIASINI, 2012; BONGIOVANNI *et al.*, 2015), além de que, o alcance e a manutenção de padrões de qualidade podem ser muito caros em termos de tempo e dinheiro (BONGIOVANNI *et al.*, 2015).

Apesar do progresso desigual na reflexão sobre a gestão da qualidade nos ambientes de P&D, com propostas de vários padrões em diferentes países e entidades, como a norma da *American National Standards Institute* (ANSI-ASQ-Z1.13: diretrizes de Qualidade para Pesquisa), e a norma da *International Organization for Standardization* ISO 10006 (diretrizes para a gestão da qualidade em projetos), padrão que pode ser utilizado por entidades que realizam atividades de pesquisa como projetos (BIRÉ, 2004), não há padrões ou diretrizes internacionais amplamente reconhecidos para os laboratórios de pesquisa seguirem (BIASINI, 2012).

O verdadeiro desafio é mostrar como essa abordagem pode beneficiar a pesquisa (POLI *et al.* 2015). Espera-se que SGQ adicionem conceitos de qualidade às atividades de P&D sem comprometerem o nível de flexibilidade necessário (KRAPP, 2001). Este é um dos preceitos adotados nesta tese: adaptados às especificidades de P&D, sistemas ou padrões de gestão podem agregar valor às atividades desenvolvidas.

De acordo com a ABNT, no âmbito da P&D voltada à inovação, referências têm sido desenvolvidas considerando-se as suas especificidades, como o conjunto de normas da Associação Espanhola de Normalização (UNE, série 166000). No Brasil, a Norma Brasileira (NBR) da ABNT que contém diretrizes para sistemas de PD&I é a ABNT NBR 16501 (ABNT, 2011).

Essa norma indica a sistematização e a organização da realização de PD&I baseando-se no ciclo PDCA (*Plan, Do, Check, Act*), entretanto, não define como os processos devem ser conduzidos ou implantados. Além disso, atividades de pesquisa básica, também conduzidas em ICTs, não são objeto da ABNT NBR 16501 (ABNT, 2011).

2.3 GESTÃO DE INOVAÇÃO

Havendo múltiplas dimensões em que a inovação pode ser abordada (LOPES *et al.*, 2016), adotamos as três dimensões definidas por Chesbrough (2020) — geração, disseminação e absorção de inovação — para delimitar o enfoque da gestão de inovação relevante à abordagem desta tese.

Enquanto a geração de inovação envolve a faceta por meio da qual as organizações descobrem e desenvolvem novos produtos, serviços e processos, na dimensão disseminação de inovação, tais descobertas movem-se por toda a organização (ou sociedade): do laboratório ao mercado, do grupo de inovação inicial à unidade produtiva. A absorção de inovação, por sua vez, é a faceta em que os insumos gerados e disseminados são colocados em

funcionamento, incorporando-se a inovação em uma unidade organizacional capaz de entregá-la, dimensioná-la e sustentá-la (CHESBROUGH, 2020).

Embora tais dimensões devam ser tratadas de modo contíguo, este estudo enfoca, majoritariamente, os esforços de gestão empreendidos na dimensão geração de inovação. Nessa perspectiva, sob o ponto de vista de sua criação, as principais abordagens para o processo da inovação são: empurrado pela ciência (*science push*), empurrado pela tecnologia (*technology push*) e puxado pela demanda (*demand pull*) (DOSI, 1982).

Para as primeiras duas abordagens, a inovação ocorre considerando-se a lógica interna e natural do progresso tecnológico, desenvolvendo-se a partir de oportunidades associadas ao desenvolvimento científico e tecnológico. No processo *demand pull*, a inovação resulta de demandas de mercado ou de necessidades sociais (DOSI, 1982).

A relação entre as abordagens de criação de inovação e o desenvolvimento de modelos para a gestão de inovação é apresentada na sequência, em que se evidencia o caminho histórico percorrido até chegarmos à lógica atual da gestão cooperativa (e coletiva) de inovação, a qual envolve processos, por vezes interorganizacionais e, portanto, interdependentes.

2.3.1 Evolução da gestão organizacional de inovação

Por meio de uma análise histórica, Rothwell (1992) classifica a gestão de inovação em cinco gerações. Nas primeiras gerações (primeira e segunda, até meados de 1970), há a predominância dos chamados modelos lineares, com abordagens iniciais de *science* e *technology push* na primeira geração e *demand pull*, na segunda. Os modelos de terceira geração, que seriam predominantes entre 1970 a 1980, integram as abordagens anteriores, acrescentando à anterior linearidade, *feedbacks* entre as etapas de geração da inovação, sendo denominados modelos de acoplamento (*coupling models*) (ROTHWELL, 1992).

Os modelos integrados (*integrated models*) da quarta geração apresentam um horizonte de atividades inter-relacionadas e diversificadas, com a definição de estratégias globais (ROTHWELL, 1992). O modelo de ligações em cadeia (*chain-linked model*), de Kline e Rosenberg (1986), reflete as características definidas nesta geração.

Na quinta geração, iniciada a partir dos anos 90, a inovação é interpretada como um processo contínuo e ainda mais complexo (*System integrated and Networking Models*). As atividades de gestão consideram altos níveis de incerteza e visam à integração de uma rede abrangente de relações (fornecedores, clientes, grupos de pesquisa colaborativos, dentre

outros) (ROTHWELL, 1992). O modelo *open innovation*, de Chesbrough (2003), evidencia esses atributos, em que o processo de inovação é distribuído com base em fluxos de conhecimento gerenciados deliberadamente através das fronteiras organizacionais (CHESBROUGH, 2020).

2.4 GESTÃO DE PD&I

A partir da junção dos estudos clássicos de Nobelius (2004) e de Rothwell (1992), previamente comentados, uma breve síntese da evolução da gestão organizacional de PD&I pode ser proposta: as três primeiras gerações (até anos 90) estariam relacionadas à estruturação, à implementação de melhorias nos processos internos e ao desenvolvimento de competências internas, em uma abordagem de inovação interna organizacional (ou seja, a PD&I seria tratada como um conjunto fechado de processos), enquanto a quarta geração (a partir dos anos 90), buscaria a integração com o ambiente, incorporando uma abordagem aberta de gestão de PD&I, isto é, permeável a influências e a trocas externas.

A abordagem contemporânea da gestão de PD&I se consolidaria na quinta geração (que também incorpora a sexta geração da P&D de Nobelius (2004)): dá-se ênfase à estruturação de competências organizacionais adaptativas para lidar com as complexas relações (internas e externas) e incertezas inerentes à geração de inovação. Ainda, é possível associar a criação da inovação a complexas relações e a interferências entre os processos *science push*, *technology push* e *demand pull*.

Desse modo, a PD&I atual relaciona-se a um conjunto dinâmico de atividades e de processos, em que a geração de conhecimento e tecnologia pode se dar internamente (nas empresas), de forma compartilhada ou, ainda, por meio de aquisição externa; a P&D pode ser desenvolvida por uma organização, e a inovação por outra (ABNT, 2011). Esse novo enfoque, pautado em capacidades dinâmicas e em cooperação, requer esforços estratégicos, estruturais e gerenciais recíprocos dos diversos envolvidos com a realização da PD&I (SIMARD; WEST, 2008).

Sob a perspectiva de ICTs, Bin e Salles-Filho (2012) corroboram os aspectos expostos ao definirem que sua gestão organizacional deve se estabelecer como elo (integração) entre planejamento e gerenciamento de rotinas, permitindo contínuas e evolucionárias avaliações e tomadas de decisão para orientar a direção, a operação e a interação entre os seus diversos *stakeholders* (atores e agentes, internos e externos, associados à realização de PD&I). Tais aspectos realçam a compreensão de ICTs como sistemas complexos adaptativos (AHLQVIST

et al., 2012; BIN; SALLES-FILHO, 2012).

Essa compreensão, de ICTs como sistemas complexos adaptativos, é melhor explicada após a introdução sobre as fases pré-competitivas de geração da inovação que podem ser desenvolvidas por essas organizações.

2.4.1 Delineamento de PD&I em ICTs

Uma abordagem historicamente muito comum tem sido associar a gestão de inovação ao processo de desenvolvimento de um novo produto (PDP) (IGARTUA; GARRIGÓS; HERVAS-OLIVER, 2010; LOPES *et al.*, 2012). Entretanto, como a realização da inovação depende da incorporação de determinada tecnologia em produtos de interesse comercial, há, além do PDP, um Processo de Desenvolvimento de Tecnologia (PDT) que antecede o desenvolvimento do produto (SOUZA, 2010).

Cooper (2007) define o PDT como uma classe especial de projetos de desenvolvimento em que o produto é um novo conhecimento, uma nova tecnologia, uma capacidade técnica ou plataforma tecnológica, desenvolvidos por meio de projetos de pesquisa e, mais frequentemente, projetos de plataformas de tecnologia. Para os ICTs abordados neste trabalho destacam-se as atividades de PDT para a geração de inovação.

A abordagem *technology push* é relevante para essas organizações (MOHAN; RAO, 2005), que possuem dinâmica própria, baseando-se na execução de P&D para o desenvolvimento de plataformas tecnológicas; na realização de projetos colaborativos com empresas; na exploração mais rotineira do conhecimento por meio de consultorias, licenciamentos e criação de *spin-offs* (ARNOLD; CLARK; JÁVORKA, 2010). Adicionalmente, essas organizações demandam conjugação contínua de conhecimentos em C&T, pautados em competências técnicas estabelecidas no longo prazo e em cooperações científicas.

Relacionando o PDT realizado por ICTs à C&T, à P&D e à inovação, as visões de Bagnato (2012) e de Oliveira e Guimarães (2019) tornam-se úteis para a compreensão do papel desempenhado por ICTs no ciclo inovativo. A inovação se origina de ideias (1), cujos princípios serão provados (2) e demonstrados por meio de protótipos (3). Uma pequena parcela se transformará em produto (4) e um percentual ainda menor conquistará o mercado (5) (BAGNATO, 2012).

Mesmo que uma empresa possa realizar todas essas fases (1 a 5) internamente, é mais provável que ela recorra a parceiros externos (universidades, institutos e centros de pesquisa

(e tecnologia)) para completar várias delas, já que muito dificilmente terá recursos suficientes para a manutenção interna de todas as competências necessárias (OLIVEIRA; GUIMARÃES, 2019). Tal realidade é preponderante em países em desenvolvimento, em que geralmente há baixo nível de P&D nas empresas e as atividades relacionadas são, em grande parte, realizadas pelo setor público, empresas estatais, institutos de pesquisa e universidades (SUTZ, 2000).

A adequação de universidades e de institutos de pesquisa para o incremento à produção de inovação permite que as três primeiras fases — (1) Ideia, (2) Prova de Princípios e (3) Protótipo — possam ser desenvolvidas com sucesso por elas, enquanto as ações de transformação em produto (4), encontro de mercado consumidor (5) e finalização do processo de inovação têm potencial para serem realizados por empresas/indústria (BAGNATO, 2012; OLIVEIRA; GUIMARÃES, 2019).

Institutos e centros de pesquisa (e tecnologia) podem ainda cooperar com universidades, as quais têm um enfoque maior na formação de RH e na produção de pesquisa, e tirar proveito de conhecimentos focados em pesquisa tecnológica que tragam soluções às empresas (OLIVEIRA; GUIMARÃES, 2019).

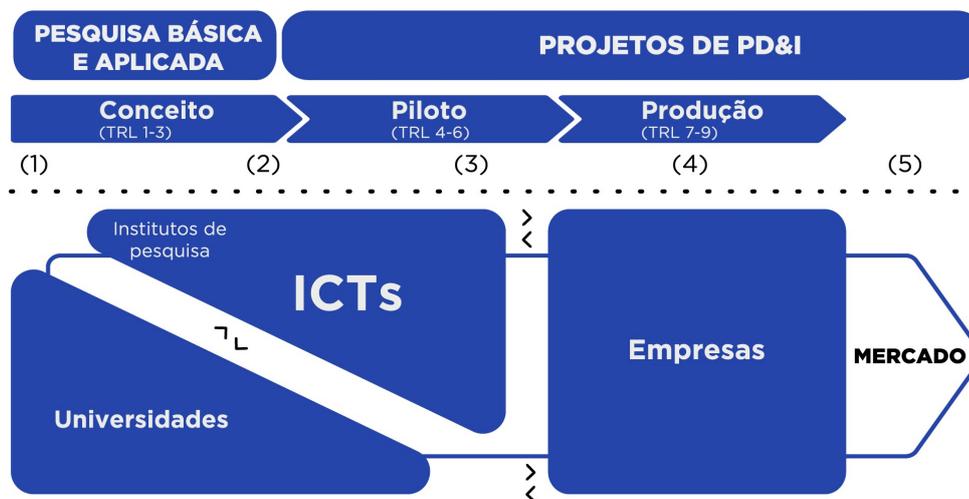
Sob o enfoque dos níveis de maturidade de tecnologia, o qual distingue o progresso de uma tecnologia em uma escala de 9 pontos, do estado básico de pesquisa (*Technology Readiness Level*, TRL – 1), para a operação em pleno funcionamento (TRL 9) (MANKINS, 2009; TOMASCHEK *et al.*, 2016), é possível associar universidades aos TRLs 1 a 2 (princípios básicos observados e reportados; formulação de conceitos tecnológico e/ou de aplicação).

Maiores potencialidades para entregas de institutos e centros de pesquisa e tecnologia (ICTs) concentram-se entre os TRLs 3 a 6 (do estabelecimento de função crítica de forma analítica ou experimental e/ou prova de conceito; validação funcional de componentes em ambiente de laboratório; validação das funções críticas de componentes em ambiente relevante; à demonstração de funções críticas de protótipo em ambiente relevante).

Já os TRLs de etapas finais (7 a 9, de protótipo do sistema em ambiente operacional; sistema qualificado e finalizado; sistema operando e comprovado em todos os aspectos de sua missão operacional) envolvem os processos de industrialização, produção e comercialização, geralmente executados no ambiente de empresas.

A relação entre estruturas, conceitos e fases do processo de inovação é expressa na Figura 4.

Figura 4 — Atuação de ICTs nas fases do processo de inovação



Autoria Própria (2021)

Esclarecidas as possíveis contribuições de ICTs no processo inovativo, retomamos a menção anterior, sobre ICTs como sistemas complexos adaptativos. A partir de conceitos da teoria de sistemas extraídos de estudos como Beer (1985), Espejo (2020), Stacey (1996, 2012), Siegenfeld e Bar-Yam (2020) (os quais são detalhados em outros trechos da tese), é possível estabelecer algumas características para a compreensão de tal correspondência:

ICTs atuam de modo interdependente, lidando com atividades que envolvem, tipicamente, criatividade e resultados não previsíveis, adaptando-se e mudando ao longo do tempo (fundamento esperado aos ICTs que se mantêm competitivos) para que possam melhor responder às solicitações ambientais. Ou seja, coevoluem como resultado da interação com os seus diversos *stakeholders*.

Já que sistemas complexos são constituídos por elementos heterogêneos e autônomos que se inter-relacionam (entre si e com o seu entorno) (SIMON, 1996 *apud* CHIVA, GHAURI, ALEGRE, 2013), organizações complexas devem ser compreendidas como padrões de interações (STACEY, 2012) cuja complexidade reside na sua variedade e interdependência (CHIVA, GHAURI, ALEGRE, 2013).

Para que se mantenham adaptáveis ao ambiente e em pleno desenvolvimento, uma gestão pautada na busca por compreensão sobre os fluxos (de autoridade, recursos, comunicação, decisão) pelos quais os seus componentes estão ligados e ciclos de *feedback* (ARNOLD; WADE, 2015); no conhecimento (intuitivo) dos padrões do seu ambiente externo; bem como dos padrões que conduzem o comportamento organizacional (JACKSON, 2003) é requerida.

No tocante à gestão de operações de ICTs, significa buscar compreender regras de comportamento que fazem com que os profissionais envolvidos com a realização de PD&I aprendam e evoluam para definir as condições gerenciais capazes de equilibrar autonomia, variedade (imprevisibilidade, criatividade, ambiguidade, inerentes à PD&I) e restrições necessárias à produção de resultados cooperativos emergentes, mantendo ativo o potencial de apoio de ICTs à inovação tecnológica.

Embora tal complexidade reflita em relações não lineares e em propriedades (como autonomia, auto-organização, emergência, entre outras), por vezes, de difícil compreensão, apoiamo-nos nos espaços de coordenação e controle existentes em ICTs, compatíveis com as especificidades necessárias à realização de suas operações (descritas no parágrafo anterior), para a construção dos construtos desta tese.

Afinal, o tratamento das operações de PD&I como processos (desdobramentos de tal tratamento são expostos no Capítulo 3), introduz a ideia de que os fatores que os influenciam podem ser manipulados de modo a afetarem seus resultados, ou seja, podem ser gerenciados (BIN; SALLES-FILHOS, 2012).

Um dos elementos da complexidade em ICTs enfatizado nesta tese refere-se à possibilidade de emergência de proposição de valor à PD&I como resultado de esforços coletivos de partes envolvidas na realização de suas operações. Trata-se, a emergência, de propriedade espontânea que *“não pode ser determinada por uma parte do sistema [complexo] individualmente”* (SIEGENFELD; BAR-YAM, 2020, p. 2), determinando-se por esforços unificados.

Uma vez que a estruturação de sistemas decorre da rede de relações formada entre suas partes (SIEGENFELD; BAR-YAM, 2020), é propício pensar, portanto, em um modo de estruturar e de gerir as relações entre o conjunto de atores e de componentes envolvidos com a realização de PD&I, quer seja, na sua gestão sistêmica. Um conceito de gestão sistêmica de PD&I para ICTs pode ser construído reestruturando-se o conceito de gestão para ICTs de Bin e Salles-Filho (2012), descrito na p. 32:

Compreende a integração entre planejamento, coordenação e controle de rotinas, permitindo contínuas e evolucionárias avaliações e tomadas de decisão para orientar as articulações entre direção, operações, atores (internos e externos) e demais componentes organizacionais, de modo que a agregação de valor à PD&I também ocorra de forma evolucionária.

Assim, a percepção de valor da PD&I por empresas parceiras de ICTs e pelo sistema de inovação decorre da realização de entregas tecnológicas (*outputs*) de modo satisfatório

(sucedido), possível pela estruturação de esforços coletivos, incluídas ações gerenciais de apoio à efetivação de articulações entre as diversas partes envolvidas nessa realização.

Lançando, agora, um olhar ao ambiente externo de atuação de ICTs, a criação de arranjos capazes de favorecer a interdependência entre pesquisa básica e aplicada, entre pesquisadores e empresas, entre disseminação e incorporação de novas tecnologias (OLIVEIRA, 2001), criando-se circuitos retroalimentadores entre universidades, institutos de pesquisa e empresas (SUZIGAN; ALBUQUERQUE; CARIO, 2011) dá-se por meio do sistema de inovação (OLIVEIRA, 2001).

2.5 SISTEMA DE INOVAÇÃO E INSERÇÃO DE ICTS

A abordagem mais conhecida em que a relação inovação-tecnologia tem sido investigada de modo mais amplo e em rede é o campo de SI (AMITRANO *et al.*, 2018). Em contraste com teorias que projetam o empreendedor individual como principal mecanismo de inovação, a literatura de SI, como o SNI, o sistema *Triple Helix* e a Capacidade Nacional Inovadora, destaca a importância de instituições e de seus atores na gênese de novos produtos, processos e serviços (DATTA; SAAD; SAPONG, 2019).

Diferentes perspectivas são empregadas pela literatura de SI para a compreensão da inovação: multiníveis — sistemas regionais (ou ecossistemas de inovação, como têm sido recentemente abordados (CARAYANNIS *et al.*, 2018; RÜCKER SCHAEFFER; FISCHER; QUEIROZ, 2018)), nacionais ou internacionais; por escopo — sistemas setoriais ou tecnológicos, dentre outras (AMITRANO *et al.*, 2018).

Particularmente, o SNI destaca-se como perspectiva que parece ter maior aplicação nos últimos 40-50 anos. Trata-se de um sistema de instituições e de atores interconectados de uma economia (país), aliados a uma estrutura mais ampla de condições, que se diferenciam conforme os distintos contextos nacionais, nas quais as sociedades criam, armazenam e transferem conhecimentos, habilidades e artefatos que contribuem para a inovação (ARNOLD *et al.*, 2014).

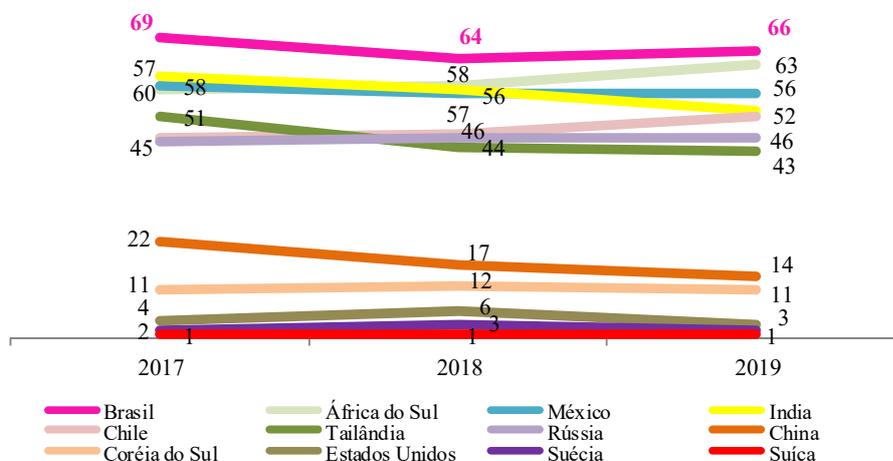
Além de atores e de agentes já citados (empresas, universidades, institutos de pesquisa), são outras instituições que o compõem: agências de fomento, que financiam o desenvolvimento científico e tecnológico e podem direcionar os esforços de pesquisa para áreas escolhidas como prioritárias (TELLES, 2011); e intermediários, os quais atuam como facilitadores, mediando parceiros e transações tecnológicas (TELLES, 2011; WATKINS *et al.*, 2014).

No Brasil, o SNI é considerado ainda em formação, dado o estágio de desenvolvimento de suas economias e de suas instituições, ocupando uma posição intermediária, comparado a países mais desenvolvidos. Uma das características de sistemas nessa posição é a existência de institutos de pesquisa e universidades estabelecidas, mas que não conseguem mobilizar profissionais (pesquisadores, engenheiros, cientistas) em proporções semelhantes ao de países desenvolvidos, bem como possuem empresas com um envolvimento relativamente restrito em atividades inovativas (SUZIGAN; ALBUQUERQUE; CARIO, 2011).

Em estudo referente ao panorama de eficiência de SI, o Brasil foi caracterizado por enfatizar o processo de produção do conhecimento, juntamente com outros países emergentes, tais como México, Tailândia e Malásia, e que não conseguem demonstrar a mesma força na aplicação e na obtenção de benefício comercial (LIU; LU; HO, 2014).

Há esforços recentes na implementação de um conjunto de políticas e de instrumentos voltados à inovação, tais como criação dos fundos setoriais em 1999; a Lei de Inovação, de 2004 e suas atualizações; a Lei do Bem, de 2005 (BRITO CRUZ, 2010; DE NEGRI; RAUEN; SQUEFF, 2018), no entanto, os resultados têm sido pouco significativos, sendo, relevantes indicadores como investimentos privados em P&D, depósitos e concessões de patentes, taxa de inovação e exportações de alta tecnologia, ainda pouco expressivos (DE NEGRI; RAUEN; SQUEFF, 2018).

De Negri, Rauen e Squeff (2018) destacam que os incentivos citados não são, hoje, muito diferentes dos existentes no resto do mundo. As condições para que os mesmos sejam colocados em prática é que parecem ser diferentes. Síntese dos aspectos narrados se exprime nos resultados inovativos do Brasil do Gráfico 1. O país ocupa, atualmente (referência 2019), a posição 66 no GII, atrás de países da América Latina, como Chile e México, distanciando-se de economias líderes em inovação (Suíça, Suécia, Estados Unidos) e de outras economias emergentes, com interessante destaque à China.

Gráfico 1 — *Ranking* dos países no GII, 2017 – 2019

Fonte: A partir de GII (2018) e GII (2019)

A interface inovação/P&D tem ganhado cada vez mais interesse político, especialmente para economias asiáticas. No caso da China, em valores absolutos e em áreas como gastos em P&D e número de pesquisadores, patentes e publicações, esse país já vem ocupando as primeiras posições no mundo. Sua atenção atual está voltada para a qualidade e para o impacto da inovação (GII, 2018).

Além de macro-intervenções, através de políticas públicas e estímulos fiscais à inovação, autores como Póvoa (2008), De Negri, Rauen e Squeff (2018) apresentam o fortalecimento de instituições necessárias ao incremento da C&T (universidades e institutos de pesquisa) como alternativa ao progresso de SI. A literatura pontua, para o caso do Brasil, a relevância do estímulo à gestão profissional dessas instituições como via para a criação de condições mais favoráveis ao planejamento e à priorização de áreas de atuação (ASSAD; SOUZA, 2009; RIBEIRO; SALLES-FILHO; BIN, 2015; DE NEGRI; RAUEN; SQUEFF, 2018).

Tais instituições são denominadas pela legislação de inovação brasileira como:

Órgão ou entidade da administração pública direta ou indireta ou pessoa jurídica de direito privado sem fins lucrativos legalmente constituída sob as leis brasileiras, com sede e foro no País, que inclua em sua missão institucional ou em seu objetivo social ou estatutário a pesquisa básica ou aplicada de caráter científico ou tecnológico ou o desenvolvimento de novos produtos, serviços ou processos (BRASIL, 2016, p.1).

Quanto às suas características, essas instituições apresentam entre si diferenças institucionais e culturais que devem ser levadas em consideração (QUADRO 1).

Quadro 1 — Comparação entre universidades e institutos de pesquisa

Aspectos Gerais	Universidades		Institutos (e centros) de pesquisa	
	Públicas	Privadas	Públicas	Privados
Finalidade	Sem fins lucrativos	Instituição de direito privado, sem fins lucrativos; algumas com fins lucrativos	Sem fins lucrativos	Instituição de direito privado, sem fins lucrativos
Orientação	Ensino, pesquisa, extensão, serviços	Ensino (principalmente), pesquisa, extensão, serviços	Pesquisa, serviço, alguns têm programa de pós-graduação	Depende do fim estatutário: ensino, pesquisa, extensão, serviços, desenvolvimento tecnológico
Vocação	Formar profissionais e avançar no conhecimento	Formar profissionais; algumas desenvolvem pesquisas	Pesquisa aplicada e prestação de serviço tecnológico	Depende do fim estatutário, com pesquisa aplicada e prestação de serviço tecnológico
Propriedade Intelectual	Importante	Importante	Importante	Muito importante
Publicação	Muito importante e necessária	Muito importante e necessária para as instituições que fazem pesquisa	Importante	Somente quando não gera risco estratégico
Conhecimento	Mais básico e menos aplicado	Básico e aplicado	Menos básico e mais aplicado	Totalmente aplicado

Fonte: Adaptado de Associação Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento das Empresas Inovadoras (ANPEI, 2014)

Uma introdução sobre contribuições ao processo de inovação das instituições descritas no Quadro 1 já foi realizada na seção 2.4.1, cabendo algumas complementações. As universidades, especializadas na descoberta de conhecimento básico, também conseguem se dedicar ao uso do conhecimento (BRITO CRUZ, 2010), além da formação de profissionais.

No entanto, embora não signifique que a pesquisa universitária não tenha impacto inovativo (grandes inovações são, inclusive, originárias de laboratórios acadêmicos (MAZZUCATO, 2015), além do que se discorre em parágrafos próximos), de acordo com a sua missão, universidades tendem a produzir pesquisas básicas, no longo prazo (GIANNOPOULOU; BARLATIER; PÉNIN, 2019).

Em contrapartida, institutos e centros de pesquisa e tecnologia, públicos ou privados sem fins lucrativos, não apenas possuem o conhecimento aplicado necessário. São melhores em entender e em se relacionar com as necessidades específicas de empresas (ARNOLD *et al.*, 1998; GIANNOPOULOU; BARLATIER; PÉNIN, 2019), satisfazendo-as em prazos mais curtos (GIANNOPOULOU; BARLATIER; PÉNIN, 2019).

Peculiaridade do SNI brasileiro é que quase a totalidade da infraestrutura de pesquisa encontra-se, diferentemente de vários outros países, localizada dentro de universidades (DE NEGRI, 2018), as quais têm sido reconhecidas, por empresas brasileiras, como importantes

fontes para a cooperação em inovação (BRITO CRUZ, 2019), conforme ratificam estudos como Rücker Schaeffer, Fischer e Queiroz (2018) e Dias e Junior (2019).

Ao avaliarem o papel de universidades na formação da dinâmica de ecossistemas de inovação a partir de dados do estado de São Paulo (SP), Rücker Schaeffer, Fischer e Queiroz (2018) concluíram que, apesar da formação de capital humano (tipicamente realizada por universidades) também contribuir para a produção inovadora, seus impactos são de relevância reduzida, em comparação com universidades que alcançam excelência em pesquisa.

Em estudo similar ao de Rücker Schaeffer, Fischer e Queiroz (2018), agora em contexto nacional, Dias e Junior (2019) verificaram, embora como exceções, a existência de laboratórios universitários dedicados a atividades de pesquisa e desenvolvimento tecnológico, mantendo colaborações ativas com empresas, ao analisarem a produção científica e as atividades de patenteamento de laboratórios públicos brasileiros. Segundo o coautor do estudo, o diferencial dos laboratórios universitários destacados é que *“além de mais produtivos cientificamente, foram os que mais depositaram pedidos de patentes”* (OLIVEIRA ANDRADE, 2020, p. 46).

Em geral, tais laboratórios organizam-se por meio de centros universitários de excelência em pesquisa, cuja essência é avançar na integração do conhecimento científico e tecnológico. Estão organizados em torno de tópicos de investigação, ao invés de disciplinas, e têm forte vínculo interinstitucional (YOUTIE; LIBAERSB; BOZEMAN, 2006).

A gestão do contexto de pesquisa de fronteiras do conhecimento, mais interdisciplinar e com maior envolvimento de colaboradores externos, frequentemente realizada nesses centros, difere-se da gestão de atividades tradicionais da pesquisa acadêmica (ÁVILA-ROBINSON; SENGOKUB, 2017), e merecem, portanto, tratamento diferenciado. As características expostas justificam, assim, a adição de centros universitários como modalidades de ICTs analisados neste estudo.

As bibliografias estruturadas até aqui servem para evidenciar o papel essencial de ICTs nos SI. Têm potencialidades para atuarem na interface indústria, academia e governo (MEESAPAWONG; REZGUI; LI, 2010; MRINALINI; NATH, 2008; ZYLBERBERG, 2019), apoiando empresas à medida que as mesmas enfrentam desafios tecnológicos em seus turbulentos cenários de atuação (CHARLES; STANCOVA, 2015; COCCIA, 2001).

As estruturas, funções e desempenho dos ICTs são diversos entre os países, variando de acordo com a sua missão e áreas de conhecimento em que atuam (ARNOLD *et al.*, 1998; GIANNOPOULOU; BARLATIER; PÉNIN, 2019; RUSH *et al.*, 1995; ZYLBERBERG, 2019). O Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE) destaca o papel fundamental de

ICTs no desenvolvimento científico e socioeconômico do Brasil, principalmente nos campos da agricultura, saúde pública e tecnologia industrial (CGEE, 2010). Conquanto, historicamente, a trajetória é ainda de pouca articulação com empresas e de baixa participação para a solução de problemas sociais (MRINALINI; NATH, 2000; RÜCKER SCHAEFFER; FISCHER; QUEIROZ, 2018; SUZIGAN; ALBUQUERQUE; CARIO, 2011).

As exceções de sucesso, como Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), Fundação Oswaldo Cruz (FIOCRUZ), Centro Nacional de Pesquisa em Energia e Materiais (CNPEM), Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT), decorrem de reorganizações institucionais (RIBEIRO, 2013) e de esforços estruturados que persistem ao longo do tempo (SUZIGAN; ALBUQUERQUE; CARIO, 2011).

Lições positivas de atuação de centros de pesquisa universitários brasileiros também se correlacionam a esforços visando-se ao alcance de maior flexibilidade para lidar com restrições habituais da cultura universitária, tendenciosa ao formalismo e à administração burocrática de seus processos (SCHWARTZMAN, 2008). Os exemplos de sucesso citados apontam ICTs que mantêm estratégias dinâmicas e adaptáveis para corresponderem às demandas dos ambientes em que se encontram inseridas.

Destacamos ainda, além de macro-falhas narradas ao longo desta seção, outros desafios institucionais decorrentes de alterações no contexto brasileiro de PD&I (assim como tendências verificadas em outros SI, como citado por Arbix *et al.* (2010), Ávila-Robinson e Segokub (2017), Giannopoulou, Barlatier e Pénin (2019)): aumento de complexidade da C&T; redução de dotações orçamentárias; criação de novos formatos institucionais de pesquisa; disponibilização de recursos financeiros alocados em bases competitivas (CGEE, 2010; RIBEIRO 2013), dentre outros, que acabam por dificultar ainda mais o sucesso de atuação de ICTs.

ICTs que se mantêm competitivos têm sistematizado suas capacitações internas (MRINALINI; NATH, 2000; SOUZA NETO, 1998), buscando novos meios para o alcance de maior eficiência, eficácia (COCCIA, 2001) e desenvolvimento de competências (ÅSTRÖM *et al.*, 2008). Portanto, é possível deduzir: para que o êxito de atuação dos sistemas organizacionais ICTs brasileiros torne-se regra, essas organizações devem se fortalecer internamente, adotando uma gestão estruturada e evolutiva.

Ademais, considerando que a interação entre um sistema e o seu ambiente influencia a evolução de ambos (MCKELVEY, 1999 *apud* PHILLIPS; RITALA, 2019), além do efeito de atores e de agentes externos nas atividades de ICTs, o contraponto é que o seu contínuo aperfeiçoamento gerencial pode contribuir para o incremento de sua atuação, refletindo

positivamente no seu ambiente (sistema de inovação), aprimorando-o. Tal afirmativa converge, por sua vez, às considerações de De Negri, Rauen e Squeff (2018) e Póvoa (2008), quanto ao fortalecimento de ICTs como um dos possíveis caminhos a ser seguido para o progresso de SI.

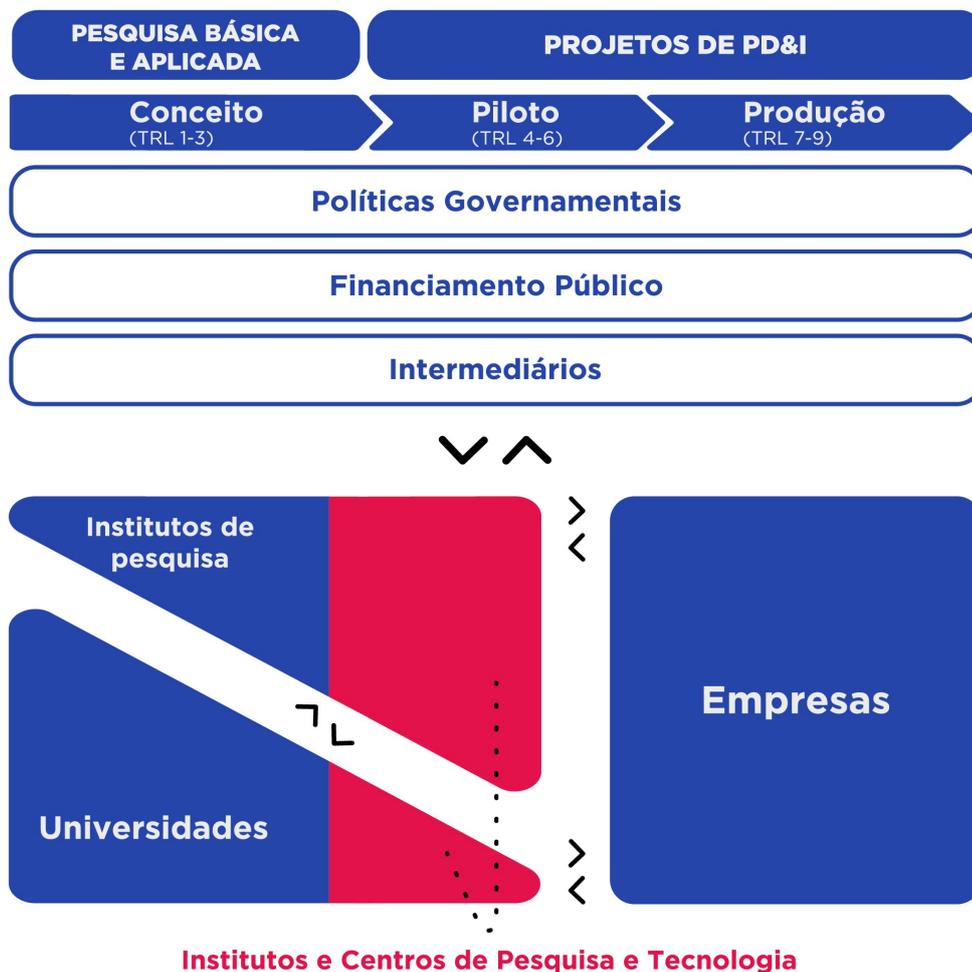
Os principais conceitos e estruturas citados ao longo do Capítulo 2 encontram-se sumarizados na Figura 5, que também representa a posição dos ICTs objetos de estudo no sistema de inovação brasileiro. O intuito de tal representação é o de enfatizar o papel de intermediação dessas organizações no apoio à inovação, não devendo ser desprezado, no entanto, o caráter não linear da realização dos processos e das diversas etapas relacionadas à concretização da inovação.

Os ICTs considerados têm potencial para atuarem como criadores de conhecimento (ZYLBERBERG, 2019), colaborando com empresas, transferindo-as tecnologias para que possam produzir produtos e serviços originais. Contam, para isso, com o apoio de universidades e de outras instituições de pesquisa, com estruturas de suporte (intermediários) e financiamento público, cuja dinâmica de interações é influenciada por políticas governamentais.

Outras funções podem também ser ocupadas e exercidas de modo simultâneo, como: fornecedores de serviços, para a indução do desenvolvimento tecnológico; convocadores de *stakeholders*, aproximando pequenas e médias empresas, grandes empresas e instituições de pesquisa; “empregadores” de P&D, oferecendo serviços de P&D às empresas, bem como produtos e serviços prontos para uso (ZYLBERBERG, 2019).

O ciclo de desenvolvimento e de exploração dessas funções normalmente segue um processo evolutivo, em que a transferência de conhecimentos e tecnologias em termos comerciais é alcançado em estágio maduro de atuação (ÅSTRÖM *et al.*, 2008), com redução progressiva de dependência no financiamento público e na necessidade de adesão à agenda do estado (ZYLBERBERG, 2019).

Figura 5 — Sistema de inovação brasileiro sob a perspectiva de ICTs



Autoria Própria (2021)

Sendo, a gestão de PD&I, o principal tema de estudo considerado para o fortalecimento de ICTs por esta tese, as suas particularidades são expostas no próximo capítulo. A partir de *gaps* da literatura, a proposta de contribuição original de pesquisa para este campo de estudo é melhor explicada.

3 GESTÃO DE PD&I EM ICTs

O Capítulo 3 detalha a literatura sobre gestão de PD&I em ICTs a partir da qual foram identificados os *gaps* fundamentais para o delineamento da problemática de pesquisa e dos construtos teóricos definidos como tentativa para a sua solução. A literatura sobre o tema é organizada e apresentada seguindo-se a lógica de que, para que a gestão de PD&I contribua para o estabelecimento de entregas tecnológicas sucedidas, torna-se necessário compreender os fatores que a afetam: conhecer os limitadores à sua realização, para supera-los; e os seus *drivers*, de modo que possam ser fortalecidos.

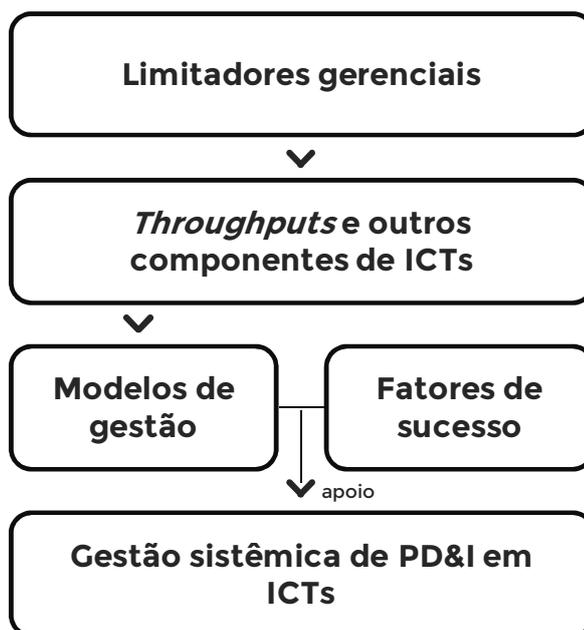
Assim, primeiramente, estudos de autores que abordam limitadores à gestão de ICTs são citados. Tal como introduzido nos capítulos prévios, já que a adoção de uma gestão estruturada, condizente com as especificidades de ICTs, aponta-se como uma das vias para a superação desses fatores, em seguida, é realizada uma apresentação dos componentes do sistema complexo adaptativo ICT. Processos de negócio (*throughputs*) figuram-se dentre eles, os quais foram definidos a partir de áreas gerenciais associadas aos limitadores previamente descritos e por complementações de referências citadas ao longo dos capítulos 2 e 3.

A literatura sobre modelos de gestão é interpretada como apoio essencial à realização de PD&I com entrega de valor, portanto, uma análise sistemática (RBS) sob um enfoque sistêmico a respeito de modelos de gestão de PD&I para ICTs foi conduzida. Relacionando os resultados dessa análise às bibliografias sobre fatores de sucesso no gerenciamento de ICTs (citadas posteriormente aos achados da RBS), *gaps* similares foram identificados: carência de abordagens holísticas e de estudos relacionados à realidade de países em desenvolvimento.

Um *gap* crítico norteador foi a constatação de ausência de esclarecimentos teóricos para a caracterização de fatores que afetam a gestão de operações de PD&I em ICTs atrelada às especificidades dessas organizações enquanto sistemas complexos adaptativos.

As principais interligações de literatura presentes no Capítulo 3 estão organizadas na Figura 6.

Figura 6 — Interligações entre os campos de estudo referendados no Capítulo 3



Fonte: Autoria Própria (2021)

3.1 LIMITADORES À GESTÃO DE PD&I EM ICTs

Uma das formas de compreender os desafios enfrentados por ICTs nas relações de cooperação com empresas tem se dado por meio da avaliação de limitações (de natureza administrativa, gerencial; e de diferenças de orientação) experimentadas nessas relações (SALLES-FILHO *et al.*, 2021). Partindo dessa abordagem, é possível afirmar que são diversos os limitadores indicativos de áreas em que adequações administrativas e gerenciais tornam-se necessárias à atuação de ICTs.

A importância de melhor estruturação estratégica (MRINALINI; NATH, 2008) é prejudicada por dificuldades referentes ao financiamento, à gestão financeira e a burocracias para implanta-las (as estratégias), tal como apontam estudos como Adler, Elmquist e Norrgren (2009), Piccirillo e Silva (2016), Ribeiro, Moraes e Ruiz (2010) e outros.

Há carência de instrumentos e de estruturas adequadas à realização de prospecção tecnológica (KARAVEG; THAWESAENSKULTHAI; CHANDRACHAI, 2016; KATZ; PRADO; DE SOUZA, 2018; PINHEIRO, 2016; SOUZA NETO, 1998) e à transferência de tecnologia (JANUZZI; OLIVEIRA; CARDOSO, 2008; KATZ; PRADO; DE SOUZA, 2018; SALLES-FILHO; BONACELLI, 2010; SOUZA NETO, 1998), além da escassez de profissionais com habilidades nessas áreas (PORTO, 2013), o que acaba por afetar a efetivação de parcerias tecnológicas.

No que diz respeito à condução de projetos, falta de mecanismos para a comunicação e o monitoramento (PICCIRILLO; SILVA, 2016), para a adaptabilidade de projetos (CUNNINGHAM *et al.*, 2015), para a integração de conhecimentos (ÁVILA-ROBISON; SENGOKUB, 2017; BIN; SALLES-FILHO, 2012; PICCIRILLO; SILVA, 2016; PINHEIRO *et al.*, 2006), necessária à realização de projetos colaborativos multi e/ou interdisciplinares, dentre outros, tornam-se ainda mais críticos frente à pouca formação gerencial de lideranças científicas (ADLER; ELMQUIST; NORRGREN, 2009; BOARDMAN; PONOMARIOV, 2014).

Outros aspectos mais gerais, relacionados à gestão de RH (estudos como Assad e Souza (2009), Ribeiro, Salles-Filho e Bin (2015), Salles-Filho; Bonacelli (2010) podem ser verificados) e à gestão de recursos, como instalações físicas, diversidade e volume de informações, número de parceiros (PINHEIRO *et al.*, 2006), são exemplos de desafios adicionais presentes na literatura. Detalhes de alguns dos estudos citados e de exemplos complementares são expostos nos próximos parágrafos.

Mrinalini e Nath (2008) discorrem sobre a necessidade de ICTs de países em desenvolvimento criarem estratégias, planejamento e investimentos para a geração de novos conhecimentos para a aplicação industrial, construindo capacidade absorptiva, de modo a facilitar e a aprimorar o processo de mudança tecnológica.

Karaveg, Thawesaengskulthai e Chandrachai (2016) narram caso de ICTs tailandesas que se enquadra às considerações de Mrinalini e Nath (2008). Eles constataram a importância do estabelecimento de critérios de julgamento de projetos alinhados aos resultados tecnológicos esperados, frente à falta de sinergia entre tecnologia desenvolvida e demanda industrial, resultando em transferência ineficaz e, assim, em baixa taxa de comercialização de P&D.

Para ICTs brasileiros, Souza Neto (1998) (estudo que permanece atual) e Pinheiro (2016) também relatam dificuldades na identificação de demanda tecnológica, havendo necessidade de busca por alternativas, como adoção de instrumentos de planejamento para a identificação de oportunidades de desenvolvimento e transferência de tecnologias e de serviços tecnológicos (SOUZA NETO, 1998).

Em uma abordagem mais genérica a ICTs, Koppinen, Lammasniemi e Kalliokoski (2010) indicam *gaps* quanto a competências em negócios na área de pesquisa de ICTs, cujas ideias e propostas de pesquisadores podem trazer visões não direcionadas à exploração comercial. Os autores ponderam, ainda, sobre a falta de suporte da educação universitária

(academia), que não oferta a combinação de várias disciplinas para o desenvolvimento de competências múltiplas de pesquisadores (isto é, *soft e hard skills*).

No que concerne ao financiamento de pesquisas no contexto sueco, Adler, Elmquist e Norrgren (2009) expõem sobre a falta de tradição de agências de financiamento de trabalharem aspectos gerenciais, além da documentação administrativa exigida, gastando-se tempo excessivo com relatórios e cálculos. Em ICTs brasileiros, a ineficiência de canais de comunicação (PICCIRILO; SILVA, 2016) soma-se à excessiva burocracia, esta, identificada como principal entrave ao financiamento público de ICTs por Ribeiro, Moraes e Ruiz (2010), ao analisarem a execução de projetos financiados pela Financiadora de Estudos e Projetos (Finep).

Dependência de repasses governamentais, influência de políticas públicas (PINHEIRO, 2016), limitações de ações por conta de modelos jurídicos restritivos (RIBEIRO; SALLES-FILHO; BIN, 2015) e processos internos burocráticos (OLIVEIRA; BONACELLI, 2019; SCHWARTZMAN, 2008) são outros desafios que acabam por dificultar a realização eficiente de PD&I em ICTs públicos brasileiros.

Todavia, dificuldades para o estabelecimento de cooperações entre ICTs e empresas vão além dos entraves anteriores e tradicionalmente citados, tal como expuseram especialistas participantes de fórum sobre cooperação universidades e empresas na área de bioenergia promovida pela Federação das Indústrias do Estado de São Paulo (FIESP), em 2019: “*Os maiores entraves são de cunho cultural e do entendimento sobre os órgãos que estão na lei. É um problema de gestão, sobretudo, não de burocracias ou legislação*” (ZIEGLER, 2019, p. 2).

A consolidação de uma cultura de inovação em todos os níveis organizacionais também se figura entre um dos diversos desafios e recomendações referentes à gestão de ICTs brasileiros para a geração de inovação na área da saúde citados por Assad e Souza (2009). No contexto de execução de projetos relacionados a um ICT da mesma área de atuação (saúde), Pinheiro *et al.* (2006) verificaram uma cultura acadêmica ainda arraigada, em que o projeto é “do pesquisador” e não da instituição, levando à perda de informações essenciais e a retrabalhos.

Piccirillo e Silva (2016) diagnosticaram dificuldades similares, ao estudarem os processos de gestão de projetos em um centro universitário brasileiro de pesquisa, difusão e inovação (Cepid). Constaram poucas ferramentas utilizadas para a integração e a comunicação dos pesquisadores para a elaboração de pesquisas multidisciplinares e

inexistência de ferramentas para o monitoramento, controle de projetos de P&D e para a gestão do conhecimento.

Tais dificuldades não são muito diferentes dos relatos de Ávila-Robinson e Sengokub (2017), que exploraram a integração do conhecimento em centros interdisciplinares de pesquisa do Japão e dos Estados Unidos. Os autores mencionam que a interdisciplinaridade é cada vez mais solicitada a ICTs, mas há vários obstáculos referentes à sua avaliação, como falta de metodologias adequadas; necessidade de desenvolver práticas para medir quantitativamente e objetivamente a interdisciplinaridade e a colaboração; e a necessidade de adoção de métodos para avaliar os efeitos de abordagens gerenciais no contexto de pesquisa (ÁVILA-ROBINSON; SENGOKUB, 2017).

Quanto aos desafios gerenciais enfrentados por pesquisadores responsáveis (gestores) por projetos de P&D em ICTs, estudos como Adler, Elmquist e Norrgren (2009), Boardman e Ponomariov (2014), Casati e Genet (2014), Cunningham *et al.* (2015), Cassanelli, Fernandez-Sanchez e Guiridlian (2017) são exemplos de que, embora a liderança técnico-científica seja uma condição necessária, ela não é suficiente para o gerenciamento de ICTs (SALLES-FILHO; BONACELLI, 2010).

A gama de atividades sob responsabilidade de pesquisadores gestores, que acabam por acumular o duplo papel de gerente e pesquisador (CASSANELLI; FERNANDEZ-SANCHEZ; GUIRIDLIAN, 2017) para atender a diferentes expectativas dos diversos atores envolvidos nos projetos (ADLER; ELMQUIST; NORRGREN, 2009; BOARDMAN; PONOMARIOV, 2014) é prejudicada pelos poucos incentivos no gerenciamento de pesquisa e pela falta de oportunidades para o desenvolvimento de lideranças científicas (ADLER; ELMQUIST; NORRGREN, 2009).

Os diversos aspectos listados revelam um vasto conjunto de variáveis que, se devidamente geridas, poderiam causar impactos no tocante aos resultados de ICTs. Ou seja, a superação dos fatores expostos decorre da estruturação de recursos, processos, práticas, orientados por ciclos administrativos integrados, para a viabilização de mudanças necessárias ao sucesso de ICTs.

As variáveis citadas, uma vez gerenciáveis, foram convertidas em *throughputs* para a realização de PD&I em ICTs, sumarizados no Quadro 2 (apresentado, em breve, na seção 3.2.2). Eles compõem, em conjunto com os componentes organizacionais descritos na próxima seção, o sistema complexo adaptativo ICT.

3.2 COMPONENTES DOS SISTEMAS ICTS

De acordo com detalhes introduzidos no Capítulo 2, ICTs podem ser compreendidos como sistemas particulares (complexos adaptativos) que atuam de modo interdependente, por meio de interações internas e externas para a realização de PD&I. Desenvolvem *throughputs*, empregando recursos públicos ou fundos privados, e sofrem *feedbacks* como mecanismos de regulação (COCCIA, 2001), adaptando-se e coevoluindo com o seu ambiente. Seus *inputs* se interligam para gerarem resultados tecnológicos como *outputs* de destaque.

Já tendo sido listados os detalhes de *outputs* gerados por ICTs (verificar a seção 2.4.1 do Capítulo 2), algumas características de *inputs* e de *throughputs* são pormenorizadas nas próximas seções.

3.2.1 *Inputs* para a realização de PD&I

Dentre os recursos materiais e não materiais coordenados e interligados em ICTs, os pesquisadores são considerados *inputs* imprescindíveis à realização de PD&I, por serem o núcleo do processo cognitivo, ou seja, são os meios de criação e de difusão de conhecimentos para o ambiente externo (COCCIA, 2001).

Em um centro de pesquisa universitário, tais *inputs* referem-se a docentes, pós-graduandos e pesquisador responsável (coordenador dos programas de pesquisa). Outros RH envolvidos nas atividades de ICTs são os funcionários de apoio e agentes vinculados a *stakeholders* externos (agências de fomento, agentes de apoio, universidades, outras instituições de pesquisa e parceiros empresariais) (ADLER; ELMQUIST; NORRGREN, 2009). Ainda, é comum aos ICTs públicos, a atuação de atores em instâncias de representação internas e externas, como conselhos e comitês, e em estruturas diretivas, em que, geralmente, há uma hierarquia de chefias (RIBEIRO; SALLES-FILHO; BIN, 2015).

Além dos RH, ativos como equipamentos, infraestrutura laboratorial, recursos financeiros (públicos ou privados), representam outros *inputs* a serem gerenciados (COCCIA, 2001). Restrições no financiamento à C&T dos últimos anos destacam-se como obstáculos à coordenação desses *inputs* (ARBIX *et al.*, 2010; TELLES, 2011; CGEE, 2010; RIBEIRO 2013; GIANNOPOULOU; BARLATIER; PÉNIN, 2019).

3.2.2 Throughputs para a realização de PD&I em ICTs

Os *throughputs* considerados para a transformação (realização de PD&I) de *inputs* correspondem aos processos de negócio inter-relacionados expostos no Quadro 2. Eles foram levantados empregando-se, como referências iniciais, variáveis dos estudos vinculados aos limitadores da seção 3.1, sendo posteriormente complementados por outros estudos provenientes da literatura especializada de ICTs, consolidados nesta tese.

Tais variáveis foram adaptadas à classificação de processos de negócio do *American Productivity & Quality Center* (APQC, 2018), baseada no conceito de cadeia de valor, subdividindo-se em *throughputs* primários (operacionais) e secundários (de suporte e gerenciamento).

Enquanto metas relacionadas aos *throughputs* operacionais definem a organização, as relações entre os diversos atores configuram-se nos *throughputs* secundários (GUERRINI *et al.*, 2014). Por meio do gerenciamento, por sua vez, assegura-se o alinhamento dos *throughputs* operacionais aos objetivos e metas de desempenho (*Association of Business Process Management Professionals* – ABPM, 2013).

Quadro 2 — Principais *throughputs* para ICTs

Throughputs Operacionais			
Desenvolver Estratégias e Oportunidades	Desenvolver e Gerenciar Projetos/Portfólio	Gerenciar Serviços	Gerenciar Transferência de Tecnologia
Rush <i>et al.</i> (1995); Souza Neto (1998); Freitas, Paez e Goedert (2002); Krishna (2005); Mrinalini e Nath (2008); Kim, Kuma e Kuma (2009); CGEE (2010); Meesapawong, Rezgui e Li (2010); Koppinen, Lammasniemi e Kalliokoski (2010); Telles (2011); Ahlqvist <i>et al.</i> (2012); Porto (2013); Ransom (2015); Poli <i>et al.</i> (2015); Nagesh e Thomas (2015); Pinheiro (2016); Martinez-Velaz (2016); Munkongsujarit e Srivannaboorn (2017)	Rush <i>et al.</i> (1995); WAITRO (1996); Mattos (2005); Pinheiro <i>et al.</i> (2006); Couchman e Fulop (2009); Meesapawong; Rezgui; Li (2010); Koppinen, Lammasniemi e Kalliokoski (2010); Oliveira e Telles (2011); Telles (2011); Ransom (2015); Cunningham <i>et al.</i> (2015); Piccirillo; Silva (2016); Pinheiro (2016); Munkongsujarit e Srivannaboorn (2017); Cassanelli, Fernandez-Sanchez e Guiridlian (2017)	WAITRO (1996); Barlatier e Giannopoulou (2011)	Souza Neto (1998); Salles-Filho e Bonacelli (2010); Ransom (2015); Bongiovanni <i>et al.</i> (2015); Karaveg, Thawesaengskulthai e Chandrachai (2016)
Throughputs de Suporte e Gerenciamento			
Desenvolver e Gerenciar RH WAITRO (1996); Adler, Elmquist e Norrgren (2009); Assad e Souza (2009); Salles-Filho e Bonacelli (2010); CGEE (2010); Barlatier e Giannopoulou (2011); Telles (2011); Biasini (2012); Boardman e Ponomariov (2014); Ribeiro, Salles-Filho e Bin (2015); Ransom (2015); Bongiovanni <i>et al.</i> (2015)			
Gerenciar Conhecimento Rush <i>et al.</i> (1995); Krishna (2005); Pinheiro <i>et al.</i> (2006); Mrinalini e Nath (2008); Kim; Kuma e Kuma (2009); Adler, Elmquist e Norrgren (2009); Salles-Filho e Bonacelli (2010); Oliveira e Telles (2011); Telles (2011); Boardman e Ponomariov (2014); Biasini (2012); Ransom (2015); Bongiovanni <i>et al.</i> (2015); Piccirillo e Silva (2016); Ávila-Robinson e Sengokub (2017)			
Gerenciar Recursos Físicos Krishna (2005); Pinheiro <i>et al.</i> (2006); Barlatier e Giannopoulou (2011); Biasini (2012); Bongiovanni <i>et al.</i> (2015); Pinheiro (2016); Nagesh e Thomas (2015)			

Gerenciar Recursos Financeiros Rush <i>et al.</i> (1995); WAITRO (1996); Salles-Filho e Bonacelli (2010); CGEE (2010); Ribeiro, Moraes e Ruiz (2010); Ronsom (2015); Munkongsujarit e Srivannaboon (2017); Nagesh e Thomas (2015); Martinez-Velaz (2016)
Gerenciar Riscos, Avaliação e Controle Coccia (2001); Freitas, Paez e Goedert (2002); Krishna (2005); Kim, Kuma e Kuma (2009); Meesapawon, Rezgui e Li (2010); Koppinen, Lammasniemi e Kalliokoski (2010); Arbix <i>et al.</i> (2010); Telles (2011); Poli <i>et al.</i> (2015); Ronsom (2015); Ronsom e Amaral (2017)
Compliance, Accountability (Governança) WAITRO (1996); Ribeiro, Salles-Filho e Bin (2015); Poli <i>et al.</i> (2015); Pinheiro (2016)
Gerenciar Parcerias, Redes de Cooperação Rush <i>et al.</i> (1995); WAITRO (1996); Vanderloop (2004); Krishna (2005); Adler, Elmquist e Norrgren (2009); Koppinen, Lammasniemi e Kalliokoski (2010); CGEE (2010); Oliveira e Telles (2011); Telles (2011); Salles-Filho e Bonacelli (2010); Boardman e Ponomariov (2014); Ronsom (2015); Nagesh e Thomas (2015); Munkongsujarit e Srivannaboon (2017)
Desenvolver e Gerenciar Capacitações de Negócio Rush <i>et al.</i> (1995); WAITRO (1996); Krishna (2005); Kim, Kuma e Kuma (2009); Assad e Souza (2009); Albuquerque (2011); Oliveira e Telles (2011); Telles (2011); Ribeiro (2013); Meesapawon, Rezgui e Li (2010); Koppinen, Lammasniemi e Kalliokoski (2010); Casati e Genet (2014); Poli <i>et al.</i> (2015); Ribeiro, Salles-Filho e Bin (2015); Ronsom (2015); De Negri, Rauen e Squeff (2018); Ziegler (2019)

Fonte: Autoria Própria (2021)

Modelos de gestão podem ser considerados como um conjunto de mecanismos (estratégicos, táticos, operacionais) de apoio à busca contínua e evolucionária de realização dos *throughputs* apresentados (e assim, a sobrevivência de ICTs de modo adaptativo). O esperado é que contribuam para o alcance de um nível ótimo aceitável entre variedade — característica inata da realização de PD&I; eficiência — para que, na medida do possível, otimizações no uso de recursos possam estar presentes; e eficácia — para que ICTs concretizem, com êxito, as suas missões institucionais.

Considerando os modelos de gestão como relevantes referências para a compreensão da gestão de PD&I em ICTs, uma RBS foi conduzida para verificar o estado da arte referente à temática (verificar Apêndice B para detalhes).

Já que base expressiva das reflexões acerca da gestão tecnológica (e áreas relacionadas) arranja-se em modelos mais complexos, que se institucionalizam em empresas de grande porte (VILHA, 2013), e que nem todas as organizações divulgam seus casos de sucesso na área de gestão, uma breve consulta a algumas organizações brasileiras voltadas à P&D/PD&I precedeu a RBS, para a compreensão inicial sobre gestão nesses ambientes (o Apêndice A traz informações dessa investigação exploratória não estruturada, realizada em etapa preliminar de delineamento da problemática de pesquisa).

Foi possível constatar, a partir dos relatos, a adoção de práticas coordenadas de PD&I e a sua associação ao alcance de melhores resultados organizacionais. Não foi identificado (ou relatado) um modelo integrado dos diversos processos e articulações entre componentes relacionados à PD&I, ou seja, à sua gestão sistêmica.

Embora se entenda a PD&I como algo customizado, justamente por lidar com o desenvolvimento de coisas novas, para os quais não se têm *blueprints* ou manuais de procedimentos, e que não haja um modelo único ou que possa ser considerado melhor, a

priori, à gestão de PD&I (RIBEIRO, 2013), a RBS visou à compreensão sobre como os modelos de ICTs estruturam a gestão de seus componentes para a realização de PD&I, evitando-se a importação de modelos de outros setores e contextos cujos benefícios e resultados pudessem ser duvidosos à abordagem desta tese.

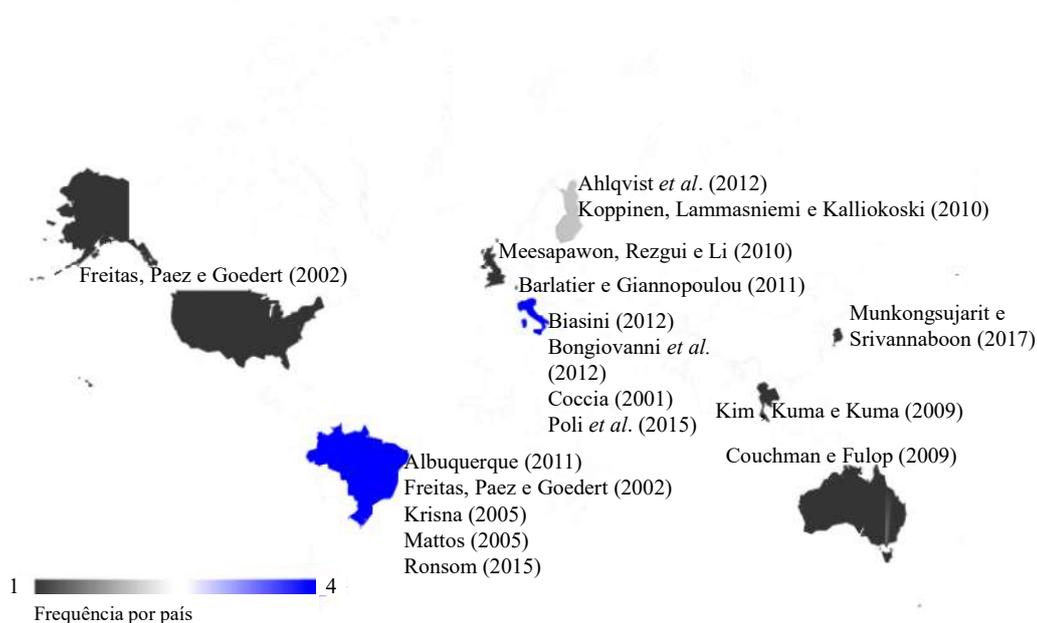
A síntese dos principais aspectos analisados é apresentada em seguida.

3.3 MODELOS DE GESTÃO DE PD&I PARA ICTS

Os modelos de gestão para ICTs são descritos procurando-se evidenciar: áreas gerenciais correlatas à PD&I; abordagens de gestão organizacional (ciclos administrativos, estrutura organizacional e práticas de apoio à tomada de decisão); e de gestão sistêmica (articulações entre o conjunto de elementos envolvidos com a realização de PD&I).

Dos dezesseis modelos levantados, sete estudos relacionam-se ao contexto de instituições de SI em formação, tal como representado no mapa da Figura 7. Desconsiderando-se os estudos brasileiros adicionados, provenientes da etapa de revisão de escopo (verificar Apêndice B), esse quantitativo é reduzido para três.

Figura 7 — Países de contextualização dos modelos analisados



3.3.1 Áreas gerenciais e desdobramentos

As áreas predominantemente abordadas pelos modelos envolvem: gestão da qualidade

(cinco), gestão de inovação (cinco), gestão estratégica (três), gestão de projetos (dois), gestão de desempenho (um). Comprova-se a busca por estruturação da inovação, uma vez que as propostas dessa área são as mais frequentes, juntamente com as da qualidade. A gestão de inovação é abordada enfatizando-se o papel integrador de instituições de pesquisa nos sistemas de inovação. Relações externas são imprescindíveis para o êxito de suas missões, as quais devem incorporar demandas tecnológicas e valores da sociedade (MEESAPAWONG *et al.*, 2010).

Tais relações são evidenciadas em relatos sobre a participação direta de atores externos em projetos executados (KOPPINEN; LAMMASNIEMI; KALLIOKOSKI, 2010); utilização de conhecimento externo por abordagens de *open innovation* (MUNKONGSUJARIT; SRIVANNABOON, 2017); na importância de abertura ao macroambiente (sistema de inovação) para a atuação em redes (RONSON, 2015); na adequação de projetos aos princípios de sustentabilidade (BARLATIER; GIANNOPOULOU, 2011).

Há uma abertura (crescente) à adoção de sistemas normalizados de qualidade, com a prevalência do padrão ISO 9001 e/ou de suas adequações, como descrito nos trabalhos de Biasini (2012), Bongiovanni *et al.* (2015) e Poli *et al.* (2015). Modelos de Excelência Gerencial (MEG), norteadores dos prêmios nacionais de qualidade pelo mundo, também foram padrões identificados (ALBUQUERQUE, 2011; KIM; KUMA; KUMA, 2009).

Kim, Kuma e Kuma (2009) destacam, como justificativa para a adoção de MEG por ICTs, a possibilidade de análise de critérios como responsabilidade social, já que esta é uma das principais partes de sua missão. Ênfase no valor social a ser priorizado por ICTs também é um dos destaques do modelo de gestão de inovação de Barlatier e Giannopoulou (2011).

Diferentemente, Albuquerque (2011) discorre sobre dificuldades na adoção de padrões da qualidade. O autor descreve o modelo gerencial desenvolvido para ICTs brasileiros, referente ao Projeto Excelência na Pesquisa Tecnológica (PEPT), da Associação Brasileira das Instituições de Pesquisa Tecnológica e Inovação (ABIPTI) (a adesão oficial a este modelo por ICTs interessados foi descontinuada em 2014).

O autor relata a existência de fatores críticos que inibiram a difusão do modelo, como indisponibilidade de recursos, pouca motivação para mudanças e falta de aderência da proposta do PEPT à realidade de ICTs (ALBUQUERQUE, 2011). Portanto, é possível constatar, a partir dos estudos referentes aos modelos de gestão da qualidade, a possibilidade do uso de padrões gerenciais em ambientes de P&D, desde que por meio de adaptações e

ajustes às singularidades dos ambientes de ICTs (tal como pontuam autores como Sapienza (2004) e Perkmann e Walsh (2007), citados no Capítulo 2).

A análise dos modelos de gestão estratégica descritos por Freitas, Paez e Goedert (2002), Krishna (2005) e Ahlqvist *et al.* (2012) apontam o planejamento como importante estratégia organizacional, com destaque ao processo prospectivo. Já o modelo de gestão de desempenho de Coccia (2001) considera todas as atividades financeiras, científicas e tecnológicas realizadas por um ICT, não focando somente em métodos tradicionais de medição.

O modelo teórico para a gestão de projetos colaborativos com foco comercial de Couchman e Fulop (2009) é motivado pelo fato de parcerias formadas em projetos de P&D apresentarem muitos riscos, não apenas pelas incertezas associadas, mas também pelas dificuldades para a gestão de relacionamentos entre diferentes culturas organizacionais.

O último modelo, de gestão de projetos com foco em inovação, de Mattos (2005), traduz a necessidade de adoção de práticas de gestão para a melhoria da eficiência do planejamento e da execução de projetos de P&D em ICTs brasileiros. O modelo envolve a adaptação das etapas do ciclo de vida dos projetos, sendo operacionalizado por meio de árvores de decisão que orientam os usuários nas escolhas de procedimentos e de documentos padronizados ajustados às especificidades dos projetos de ICTs.

A análise pormenorizada dos modelos leva a desdobramentos para outras áreas gerenciais (FIGURA 8), as quais também puderam ser associadas a processos executáveis (*throughputs*) (GRÁFICO 2). Há ênfase em tópicos vinculados a estratégias organizacionais; gestão administrativa (de recursos e rotinas); melhoria de desempenho; e gestão do conhecimento/capital intelectual.

A relevância dos processos estratégicos pode ser sintetizada a partir de Meesapawong *et al.* (2010): organizações de P&D que operam sem definição estratégica clara podem não causar impactos sociais e tecnológicos significativos nos ambientes em que estão inseridas. Para tanto, aperfeiçoamento de competências, estruturação de indicadores adequados ao âmbito de instituições de pesquisa, priorizando-se ativos como conhecimentos, apontam-se como aspectos-chave.

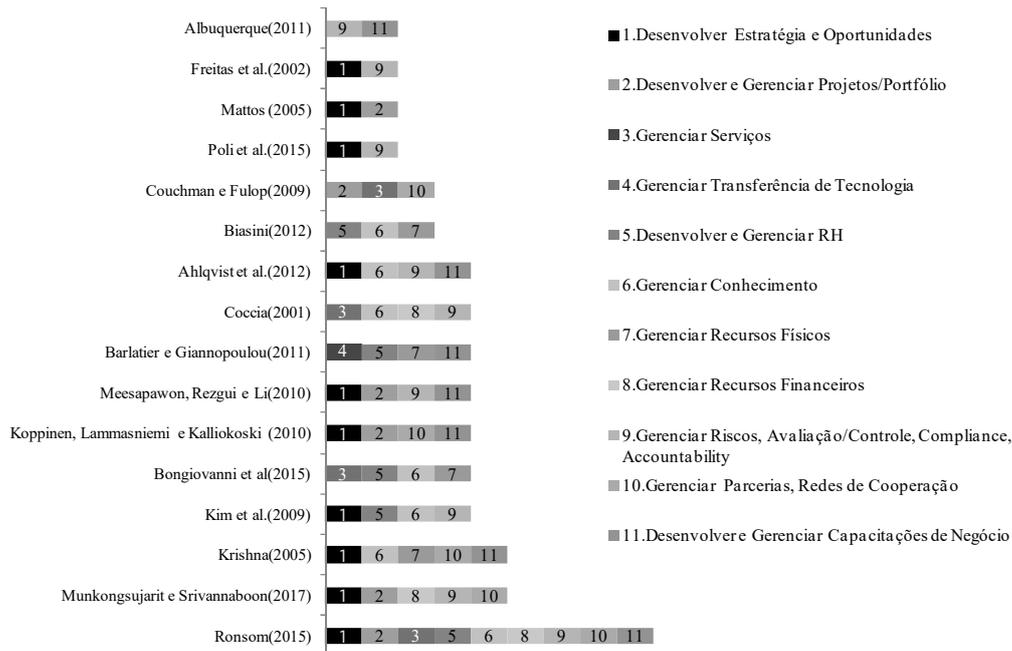
Figura 8 — Áreas gerenciais abordadas e quantidade de modelos de gestão que as citam



Fonte: Autoria Própria (2021)

Dentre o conjunto de *throughputs* identificados (GRÁFICO 2), o modelo com maior correspondência de processos corresponde ao de Ransom (2015). Trata-se do Sistema de Excelência Operacional (EOE), da Empresa Brasileira de Pesquisa e Inovação Industrial (Embrapii), composto por princípios, indicadores de desempenho, por um modelo de processos de negócio desenvolvido a partir dos conceitos do *Capability Maturity Model Integration for Development*; e por um modelo de atores.

Gráfico 2 — *Throughputs* associados aos modelos de gestão



Fonte: Autoria Própria (2021)

Os desdobramentos encontrados poderiam indicar uma tentativa à integração dos diversos componentes a serem gerenciados por ICTs, no entanto, a abrangência de conexões entre componentes organizacionais e ciclos administrativos não se encontra bem esclarecida (assim como outros aspectos sistêmicos que são expostos na seção 3.3.3).

3.3.2 Ciclos administrativos, estrutura e práticas para apoio à tomada de decisão

Em geral, as propostas destacam a importância de existirem competências internas que permitam o correto planejamento institucional (MEESAPAWONG; REZGUI; LI, 2010; FREITAS; PAEZ; GOEDERT, 2002; KRISHNA, 2005; AHLQVIST *et al.*, 2012) e a definição de mecanismos e de práticas que contribuam para a organização e para a direção de PD&I.

O planejamento do desenvolvimento tecnológico orienta-se por necessidades sociais e mercadológicas (AHLQVIST *et al.*, 2012; BARLATIER; GIANNOPOULOU, 2011; FREITAS; PAEZ; GOEDERT, 2002; MEESAPAWONG *et al.*, 2010), sendo construído, em modelos como Ahlqvist *et al.* (2012) e Freitas *et al.* (2002), de forma compartilhada.

Há modelos que estabelecem ações para o curto prazo, como planos para a operação de projetos (AHLQVIST *et al.*, 2012; COUCHMAN; FULOP, 2009; KOPPINEN; LAMMASNIEMI; KALLIOKOSKI, 2010), planos individuais de desenvolvimento (MUNKONGSUJARIT; SRIVANNABOON, 2017), embora somente Ahlqvist *et al.* (2012) inter-relacionem planos operacionais (curto prazo) a estratégicos (longo prazo).

A organização ajusta-se por práticas (resumidas no Quadro 10, Capítulo 7) e por outros mecanismos estruturais para arranjar atores e recursos, como definição de papéis/responsabilidades de atores organizacionais (BIASINI, 2012; MATTOS, 2005; RONSOM, 2015); alocação de responsabilidades e de recursos quando da definição de projetos (COUCHMAN; FULOP, 2009). Já Barlatier e Giannopoulou (2011) descrevem a adequação de estruturas organizacionais adaptativas (orgânicas) para a melhor combinação de conhecimentos em ICTs.

Há destaque ao perfil gerencial para a direção de instituições de pesquisa (BIASINI, 2012; POLI *et al.*, 2015). Voltando-se às operações, Meesapawong *et al.* (2010) advertem que a falta de gestão na P&D pública pode deixá-la a critério de pesquisadores que tendem a perseguir objetivos pessoais (como publicações), ao invés de organizacionais, aspecto que vai de encontro às considerações de Liu, Lu e Ho (2014) e Pinheiro *et al.* (2006), mencionados em

passagens anteriores, que relacionam uma cultura acadêmica ainda muito presente em ICTs de países em desenvolvimento.

Diversos modelos sobrealçam a avaliação e o controle contínuo (*feedbacks*) das ações organizacionais e de suas metodologias (tal como relatam Ahlqvist *et al.* (2012), Coccia (2001), Coucham e Fulop (2009), Kim, Kuma e Kuma (2009), Meesapawong *et al.* (2010); Munkongsujarit e Srivannaboon (2017), Poli *et al.* (2015), Krishna (2005)), indicando mecanismos de regulação organizacional para o seu aprimoramento e evolução.

Como a implantação de um sistema de gestão da qualidade por meio de estratégia definida como 4A: *Audit, Awareness, Assessment e Accountability* (POLI *et al.*, 2015) e a adoção de sistemas de controle na execução de projetos, por meio de comunicação e de ajustes contínuos (COUCHAM; FULOP, 2009). Outras práticas para a realização de PD&I são apresentadas no Capítulo 7, uma vez que elas correspondem a uma das dimensões de análise do modelo conceitual teórico proposto.

3.3.3 Abordagem sistêmica

A relação entre *inputs, throughputs, outputs*, bem como interações ao macroambiente de atuação são essenciais para que ICTs atinjam suas missões e objetivos organizacionais. Neste sentido, os modelos tendem a fortalecer o papel integrador que os ICTs devem desempenhar nos SI.

Alguns efeitos de interações revelam-se em princípios baseados na intangibilidade da PD&I, como busca por convergência entre componentes de capital intelectual (conhecimento organizacional, tecnologia da informação, competências, experiências, propriedade intelectual) (MEESAPAWON; REZGUI; LI, 2010); sua combinação com a qualidade (KIM; KUMA; KUMA, 2009; KRISHNA, 2005); com processos de avaliação e controle (COCCIA, 2001; KIM *et al.*, 2009; POLI *et al.*, 2015); e com *outputs* (BARLATIER; GIANNOPOULOU, 2011).

Há, ainda, exemplos de benefícios amplos a partir de modelos implantados, como aumento de interações entre atores, rápida transferência de informações (AHLQVIST *et al.*, 2012; KOPPINEN; LAMMASNIEMI; KALLIOKOSKI, 2010), melhor comunicação (AHLQVIST *et al.*, 2012; KOPPINEN; LAMMASNIEMI; KALLIOKOSKI, 2010; POLI *et al.*, 2015), aumento de projetos com transferência de tecnologia e colaborações (MUNKONGSUJARIT; SRIVANNABOON, 2017).

Entretanto, a análise quanto às articulações entre o conjunto de componentes para a realização de gestão de PD&I indicou poucos detalhamentos e orientações para a sua ocorrência. São tendências dos estudos, o enfoque em áreas gerenciais e/ou em funções administrativas específicas para o direcionamento de tomadas de decisão e a não interligação entre eixos temporais (longo, médio e curto prazos).

Embora o modelo descrito por Ahlqvist *et al.* (2012) vincule estratégia a operações, os autores apontam, por exemplo, a necessidade de melhorias no modelo implantado (como integração entre projetos), dando destaque à gestão estratégica de projetos, sem, contudo, mencionarem outras variáveis relevantes ao contexto de ICTs.

Ainda que trocas externas sejam relatadas como orientadoras à condução de mudanças, também não há esclarecimentos sobre como, de fato, essas articulações se efetivam e/ou levam a melhorias organizacionais. Mesmo Ransom (2015), ao relacionar quantitativo considerável de *throughputs* e de práticas para a atuação em redes de instituições de pesquisa, o que poderia indicar uma representação holística, não detalha o modelo de modo prático.

O resumo da abordagem sistêmica dos modelos encontra-se disposto no Quadro 3.

Quadro 3 — Abordagem sistêmica dos estudos selecionados pela RBS

Enfoque principal	Desdobramentos	Análise quanto a abordagem sistêmica	Referência
Gestão de Inovação	Inovação; Estratégia; Administração; Conhecimento	O modelo conceitual preocupa-se com importantes temáticas relacionadas ao contexto de ICTs, tais como objetivos estratégicos; competências internas e inter-relacionadas; projetos colaborativos; mas não detalha como ocorrem as articulações entre elas	Meesapawon, Rezgui e Li (2010)
	Inovação; Estratégia; Projetos; Administração	A inovação é tratada como um processo iterativo e integrado, com enfoque à adoção de práticas corporativas (de negócios) como mecanismos propícios a tal abordagem. A descrição aplicada do modelo é relevante, mas com destaque aos ciclos de planejamento e de organização para a execução de projetos, tão somente	Koppinen, Lammasniemi e Kalliokoski (2010)
	Inovação; RH; Conhecimento; Sustentabilidade	A preocupação em inserir aspectos relacionados à sustentabilidade interna e externa de ICTs é relevante, entretanto, o modelo não contempla todo o contexto (holístico) de gestão necessário a um ICT, além de não detalhar as práticas e os processos citados que o compõem.	Barlatier e Giannopoulou (2011)
	Inovação; Administração & Finanças; RH; Projetos; Conhecimento; Desempenho.	Em conjunto com o modelo avaliativo, apresentado em Romson e Amaral (2017), há contemplação do ciclo planejar, organizar, dirigir e controlar. Embora envolva um conjunto de processos e práticas com enfoque à gestão sistêmica de PD&I em ICTs, sua aplicação direciona-se a rede específica (de ICTs credenciadas Embrapii).	Ransom (2015)
	Inovação; Estratégia; Projetos;	A <i>open innovation</i> retrata uma proposta sistêmica por considerar processos e recursos intra e inter-organizacionais. Além disso, há relato de práticas	Munkongsujarit e Srivannaboon (2017)

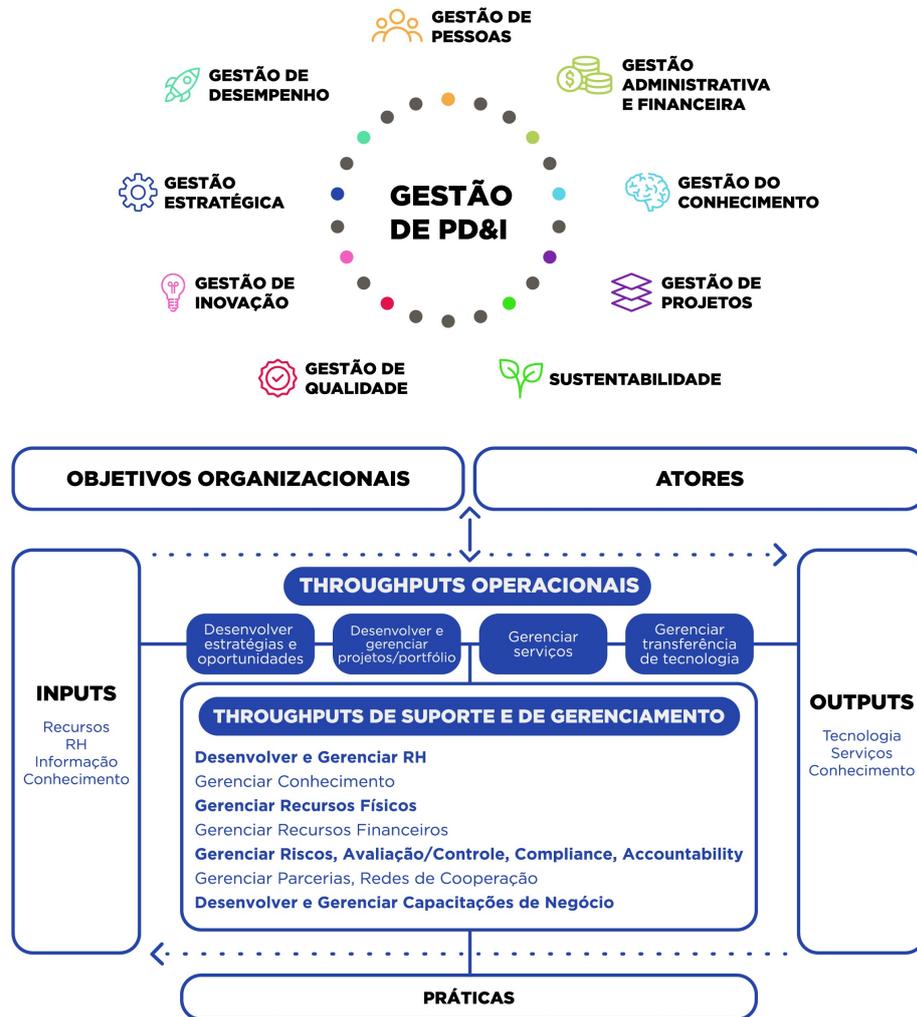
	Desempenho	para a gestão de PD&I, embora não englobe os diversos processos e elementos necessários ao funcionamento de um ICT	
Gestão da Qualidade	Qualidade; Capital Intelectual; Estratégia; Desempenho	A estrutura do modelo indica inter-relações entre os elementos que o compõem, com descrição de fluxos de <i>feedback</i> , revelando um enfoque sistêmico de regulação. A vinculação à abordagem de capital intelectual contribui para a adoção de indicadores intangíveis nas atividades de P&D. Não contempla todos os processos e ciclos administrativos necessários à realização de PD&I	Kim, Kuma e Kuma (2009)
	Qualidade; Administração Desempenho	MEG configuram-se como interessantes instrumentos para a avaliação de desempenho, aperfeiçoamento de rotinas e capacidades organizacionais. Nas análises realizadas pelo autor, não há detalhes sobre a realização de processos e de como se articulam com os demais elementos organizacionais	Albuquerque (2011)
	Qualidade; Administração; RH	Trata-se da adaptação da ISO 9001 à realidade de ICTs italianas. Apesar dessa norma, em si, englobar o ciclo planejamento, organização, direção, controle, a inserção de aspectos sobre inter-relações entre processos, dentre outros, não ficou evidenciada	Biasini (2012)
	Qualidade; Estratégia; Administração; RH; Desempenho	O modelo organizacional descrito (SGQ + estratégia 4A) integra critérios estratégicos aos processos operacionais, destacando o ciclo de planejamento, organização e controle. Envolve, segundo os autores, todos os setores organizacionais, mas não há detalhamento sobre ações gerenciais a serem consideradas pelas diferentes áreas (setores)	Poli <i>et al.</i> (2015)
	Qualidade; Conhecimento; Administração	O modelo proposto integra gestão do conhecimento e qualidade, abrangendo todas as atividades envolvidas em pesquisa. Não abarca todos os processos comuns a ICTs. Embora haja relato de integração entre os processos do modelo, o que poderia enfatizar sua característica holística, alguns aspectos não estão evidenciados. Enfatiza a organização de recursos	Bongiovanni <i>et al.</i> (2015)
Gestão Estratégica	Estratégia; Desempenho	Os modelos estudados (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária e <i>Agricultural Research Service</i>) explicitam a preocupação das interferências externas e descrevem os processos estratégicos realizados, no entanto, carecem de detalhamentos sobre como os processos devem ser gerenciados no curto prazo. Há ênfase no planejamento organizacional	Freitas, Paez e Goedert (2002)
	Estratégia; Conhecimento; Administração; Qualidade;	A proposta do modelo é estabelecer uma integração entre gestão do conhecimento, gestão de competências essenciais, gestão da qualidade e gestão estratégica, por meio de planejamento, organização e controle. Revela conexão ao macroambiente na etapa de diagnóstico e ao estender processos avaliativos a fornecedores. Porém, não detalha a relação entre os processos e as atribuições de atores para a implantação do modelo proposto	Krishna (2005)

Gestão Estratégica	Estratégia; Conhecimento; Projetos	O modelo destaca a necessidade de abertura organizacional, flexibilidade e cultura de antecipação na sua concepção. Evidencia a construção integrada de ações voltadas à execução de projetos de P&D e compartilhamento de conhecimento, no entanto, revela-se como um modelo essencialmente para o apoio do planejamento da P&D	Ahlqvist <i>et al.</i> (2012)
Gestão de Projetos	Projetos colaborativos	Não se revela como as competências principais abordadas pelo modelo conceitual devem ser geridas. O modelo focaliza um aspecto específico de gestão (projetos colaborativos para comercialização), não havendo entendimento sistêmico. Estabelece relação com a organização de projetos colaborativos (isto é, com o envolvimento de atores externos)	Couchman e Fulop (2009)
	Inovação; Estratégia; Projetos; RH	O modelo combina a gestão de projetos com técnicas voltadas à geração da inovação, por meio da definição de fases, em uma perspectiva modular. Dá ênfase ao processo de planejamento de projetos	Mattos (2005)
Gestão de desempenho	Desempenho	Há foco nas dimensões planejamento, desempenho e controle. Não define ou aborda a gestão dos processos e de outros componentes de forma global para a melhoria do desempenho organizacional	Coccia (2001)

Fonte: Autoria Própria (2021)

Apesar de não identificado, a partir de um único estudo, todo o conjunto de componentes e de aspectos relacionados às articulações entre partes envolvidas com a gestão de PD&I (em particular, não foi possível identificar como ações micro-gerenciais (à nível de *throughputs*) se estabelecem e afetam a estruturação de articulações para a geração de *outputs*), a soma dos estudos traz importantes contribuições, ao sintetizar componentes e áreas gerenciais relevantes à atuação de ICTs, conforme consolidado na Figura 9.

Figura 9 — Gestão de PD&I em ICTs



Autoria Própria (2021)

Da análise consolidada dos modelos, sintetizada no *framework* da Figura 9, é possível depreender, como articulações estratégicas (macros), o desenvolvimento de objetivos institucionais e o seu alcance pela estruturação de relações efetivas com atores externos e internos para a definição de capacidades e direcionamento de *inputs*, *throughputs*, *outputs*; acompanhamento da realização de PD&I e condução de regulações (*loops de feedback*, linhas pontilhadas da Figura 9) pela adoção de práticas adaptadas ao contexto de ICTs.

É importante pontuar que, em realidades complexas (como em ICTs), a gestão deve procurar padrões no todo e buscar implementar mudanças, mesmo que mínimas, que tenham o máximo impacto em padrões desfavoráveis (JACKSON, 2003) — estes, associados a aspectos comportamentais geralmente não considerados em modelos gerenciais tradicionais

(MEYERS JUNIOR; PASCUCCHI; MURPHY, 2012) — de modo a se manter a coesão sistêmica e a capacidade de busca por objetivos comuns (JACKSON, 2003).

Poucos são os estudos analisados na RBS que descrevem desafios vinculados ao comportamento e à cooperação organizacionais, ou sobre os seus impactos na gestão e na tomada de decisões de ICTs (algumas exceções são os estudos de Barlatier e Giannopoulou (2011) e Poli *et al.* (2015), os quais fazem menções pontuais a algumas dessas temáticas).

Considerar que ICTs devem procurar a cooperação organizacional, combinando recursos e esforços em competências fundamentais e diferenciadoras para manterem-se competitivas (LEITE, 2008), é o mesmo que relacionar a atenção constante e cuidadosa de tomadores de decisão a fatores-chave, de forma a se focar esforços no que realmente é necessário (FORSTER; ROCKART, 1989)).

O principal desafio na identificação desses fatores, no contexto gerencial de ICTs, é definir como eles podem ser levantados, em função das especificidades da realização de PD&I, e como lidar com eles de forma adequada (BIN; SALLES-FILHO, 2012). As considerações embasadoras da principal proposta desta tese, a qual busca superar esse desafio, é exposta a partir de constatações levantadas na próxima seção, sobre fatores de sucesso para a realidade de ICTs.

3.4 FATORES DE SUCESSO RELACIONADOS A ICTs

Estudos como os de Rush *et al.* (1995), Vanderloop (2004), Åstrom *et al.* (2008), CGEE (2009), Telles (2011), Nagesh e Thomas (2015) e Martínez-Velaz (2016) estudaram o contexto de ICTs, estruturando fatores de sucesso.

Rush *et al.* (1995) definiram fatores críticos de sucesso a partir da análise de ICTs líderes da Europa (Alemanha, Suécia, Inglaterra, Itália) e do Leste Asiático (Singapura, Taiwan, Hong Kong, Coréia do Sul). O estudo aponta fatores de sucesso para o alcance de missões organizacionais de ICTs a partir de três perspectivas principais: interna, cujos fatores estão sob controle institucional direto; externa — fora do controle das ICTs; e negociáveis, cujos fatores podem afetar o ICT desde uma pequena a uma grande extensão.

Um estudo um pouco mais recente que mantém abordagem semelhante ao de Rush *et al.* (1995) é o realizado por Åstrom *et al.* (2008), que levantaram fatores relevantes à atuação de ICTs europeus da Dinamarca, Noruega, Holanda, Suécia e Alemanha a partir de variáveis gerais (internas e externas), como estratégia, governança, papel no sistema nacional de inovação, desempenho financeiro, capacidades e cooperação.

Vanderloop (2004) estudou projetos inovativos coordenados por ICTs do governo norte-americano por meio da análise de características relacionadas ao mercado (existente/emergente), à natureza tecnológica (alta/baixa) e à natureza da inovação (radical/incremental), propondo fatores relacionados ao seu sucesso.

Telles (2011) identificou fatores críticos referentes à condução de projetos coordenados por ICTs em colaboração com diversos agentes do SI da Alemanha, Austrália e Coréia do Sul. Tais fatores referem-se à potencialização de geração de iniciativas de inovação e efetiva conversão em projetos bem sucedidos.

Nagesh e Thomas (2015), por sua vez, revisaram a literatura para identificar fatores que contribuem para o sucesso de projetos de P&D financiados publicamente, para o embasamento de atuação de ICTs indianas. Os fatores foram classificados em função de: características dos projetos de P&D, recursos, fatores internos e externos ambientais. Os autores concluíram existirem aspectos contextuais e considerável variação de fatores críticos identificados na literatura, além de algumas controvérsias entre os mesmos, até certo ponto.

No contexto brasileiro, documento técnico do CGEE relata resultados de um Painel de Especialistas conduzido em 2009 envolvendo organizações brasileiras de pesquisa para a discussão de temas e de elementos considerados críticos ao seu desenvolvimento institucional, ao cumprimento de suas missões e a sua inserção no SNI (CGEE, 2010).

Já Martínez-Velaz (2016) analisou comparativamente ICTs de economias avançadas (Alemanha, Holanda, Canadá, Finlândia) para a estruturação de fatores críticos como fonte de identificação de lições e de implicações para o Brasil e para o desenvolvimento de redes colaborativas de inovação.

O resumo do conjunto de fatores levantados está discriminado no Quadro 4.

Quadro 4 — Fatores de sucesso relacionados ao contexto de ICTs

Rush et al. (1995)		
Fatores Internos Liderança Haver estratégia definida Modelo organizacional flexível Treinamento Competência técnica Gestão de Projetos Gestão de RH Comunicação Eficiente Pesquisa tecnológica	Fatores Externos Estabilidade Política Financiamento consistente (público) Demanda de Usuários Apoio Governamental Crescimento macroeconômico Desenvolvimento Industrial	Fatores Negociáveis Financiamento (contrapartida) industrial Responsividade do mercado <i>Networking</i> Aprendizagem com empresas/indústrias Abertura para elaboração de políticas Vínculo com universidades Imagem e Comprometimento
Vanderloop (2004)		
Fatores ambientais Continuidade do gerente de projetos Esforços de colaboração entre parceiros (Ainda, o autor apresenta a proposição de que o treinamento formal em gestão de projetos não esteja associado ao sucesso da P&D no contexto analisado)		
Åstrom et al. (2008)		
Financiamento público Gestão estratégica Gestão de competências e de capacidades		
CGEE (2009)		
Planejamento da atividade-fim Priorização dos objetivos institucionais Autonomia e flexibilidade (para a gestão de contratos, recursos financeiros, gestão de RH) Mecanismos de atração, contratação e retenção de pessoas Formação de redes de cooperação		
Telles (2011)		
Comunicação entre envolvidos Gestão de projetos Capacitação (treinamento) gerencial Liderança competente Colaboração e estabelecimento de relações de confiança e aprendizado entre envolvidos Priorização, qualidade e relevância de pesquisa e tecnologia em desenvolvimento Financiamento público Resultado econômico		
Nagesh e Thomas (2015)		
Projetos de P&D Tipo de projeto Grau de dificuldade	Recursos Liderança Equipe Recursos Financeiros Equipamentos Infraestrutura	Fatores ambientais Cultura organizacional Suporte da alta gerência Colaboração (externa)
Martínez-Velaz (2016)		
Missão clara e limitada Financiamento público para a construção de capacidade de longo prazo Flexibilidade para o atendimento de diferentes demandas Especialistas para as diferentes funções organizacionais		

Fonte: Autoria Própria (2021)

A comparação entre os estudos (Quadro 5, a seguir) revela alguns fatores comuns, apontando a adoção de estruturas e de capacidades singulares para o êxito de geração

tecnológica, com destaque à necessidade de financiamento básico contínuo e definição estratégica sobre áreas de atuação. No entanto, limitações podem ser apontadas, como diversidade e divergências entre alguns fatores, nesse ponto, mantendo relação com as conclusões de Nagesh e Thomas (2015), ao revisarem a literatura sobre a temática, conforme já comentado nessa seção.

Quadro 5 — Convergências e divergências entre fatores

Convergências	Autores
Financiamento consistente	Rush <i>et al.</i> (1995), Åstrom <i>et al.</i> (2008), Telles (2011), Nagesh e Thomas (2015) e Martinez-Velaz (2016)
Gestão Estratégica	Rush <i>et al.</i> (1995), Åstrom <i>et al.</i> (2008), Telles (2011), Nagesh e Thomas (2015) e Martinez-Velaz (2016)
Colaboração e parcerias efetivas	Rush <i>et al.</i> (1995), Vanderloop (2004), Telles (2011), Nagesh e Thomas (2015)
Liderança	Rush <i>et al.</i> (1995), Telles (2011), Nagesh e Thomas (2015)
Gestão de projetos	Rush <i>et al.</i> (1995), Telles (2011), Nagesh e Thomas (2015)
Flexibilidade (para atender diferentes demandas)	Rush <i>et al.</i> (1995), Martinez-Velaz (2016)
Capacitação técnica (excelência)	Rush <i>et al.</i> (1995), Åstrom <i>et al.</i> (2008), Telles (2011)
Comunicação	Rush <i>et al.</i> (1995), Telles (2011)
Divergências	Autores
Treinamento	Rush <i>et al.</i> (1995), Telles (2011) <i>versus</i> Vanderloop (2004)
Especialistas para diferentes áreas	Rush <i>et al.</i> (1995) <i>versus</i> Martinez-Velaz (2016)

Fonte: Autoria Própria (2021)

Somam-se ênfase na definição de fatores para o sucesso de projetos, tal como os estudos de Vanderloop (2004), Telles (2011), Nagesh e Thomas (2015); falta de homogeneidade em relação às classificações dos fatores e às unidades de análise empregadas (ambientes mistos (internos, externos), ora subunidades, como projetos, ora no contexto macro-organizacional); e prevalência de carência de esclarecimentos teóricos para a sua estruturação, sobretudo, e novamente aqui, a partir de uma abordagem pautada nas especificidades sistêmicas de ICTs. Também se percebe uma relação com estudos voltados a ICTs de SI avançados, em sua maioria.

Uma importante consideração a ser feita é que, mesmo apresentando processos operacionais em comum (RUSH *et al.*, 1995), há particularidades quanto à dinâmica de atuação de ICTs e demandas específicas dos seus SI que não devem ser negligenciadas (ARNOLD *et al.*, 1998; ZYLBERBERG, 2019). Ainda, na perspectiva de abordagem de ICTs como sistemas complexos, torna-se relevante pontuar que os sistemas podem se diferir, uns dos outros, não devido às diferenças entre suas partes, mas por causa das diferenças em como

essas partes dependem e afetam umas às outras (SIEGENFELD; BAR-YAM, 2020), ou seja, em como as suas articulações são estabelecidas.

A prioridade identificada para a elaboração de contribuição original ao tema desta pesquisa (gestão de PD&I em ICTs) decorre de considerações sobre tais especificidades; das limitações apontadas nessa seção, quanto aos fatores de sucesso; e da heterogeneidade de limitadores apresentados na seção inicial deste capítulo (em 3.1).

Mais relevante do que a busca pela definição de fatores generalizáveis, sejam eles *drivers*, determinantes ou limitadores de sucesso gerencial na realização de PD&I em ICTs, é o fornecimento de uma referência que possa guiar a sua identificação, de acordo com o contexto particular de atuação de cada ICT. Esse é o principal *gap* que esta tese busca preencher. Propomos a construção de um instrumento (modelo conceitual teórico) de apoio à caracterização de fatores que afetam (direcionam ou limitam) a gestão de operações de PD&I e assim, o sucesso de suas entregas tecnológicas.

Já que tal sucesso depende da configuração e da dinâmica de ICTs (RUSH *et al.*, 1995) e, dada a interdependência entre atores (internos e externos) e demais partes para a realização de PD&I, algumas delimitações vinculadas ao sistema de inovação brasileiro e à gestão de operações de PD&I são essenciais para a estruturação dos construtos desse instrumento. Assim sendo, o próximo capítulo sintetiza os aspectos dos capítulos 2 e 3 relevantes ao recorte definido e faz algumas complementações referentes ao cenário de análise, moldando a perspectiva de gestão de PD&I para ICTs brasileiros.

Essa perspectiva foi explorada empiricamente com vistas a uma melhor compreensão sobre a realização de PD&I e sobre aspectos não bem esclarecidos pela RBS, expostos neste capítulo, em 3.3.3. O estudo de caso exploratório contribuiu para delimitar o escopo de estudo da pesquisa e para definir um projeto que pudesse ser exequível, compatível com os prazos do doutoramento.

As contribuições do estudo de caso exploratório se estendem à estruturação da base de organização do modelo conceitual teórico (verificar o *framework* da Figura 11, do próximo capítulo). A referida base alcança maior robustez pelo emprego de conceitos da Cibernética Organizacional, conforme também é introduzido no final do próximo capítulo.

4 SELEÇÃO DE CONSTRUTOS E RECORTE DE ANÁLISE

Neste capítulo, teorias e análises dos capítulos prévios são sintetizadas com o objetivo de reforçar a interligação existente entre gestão de PD&I em ICTs brasileiros e o sistema de inovação. A partir desta síntese, a estrutura básica da gestão de operações de PD&I para ICTs brasileiros, apoiadora dos construtos do recorte de estudo — proposta de modelo para a caracterização de *drivers*/limitadores da gestão de operações de PD&I — é delineada.

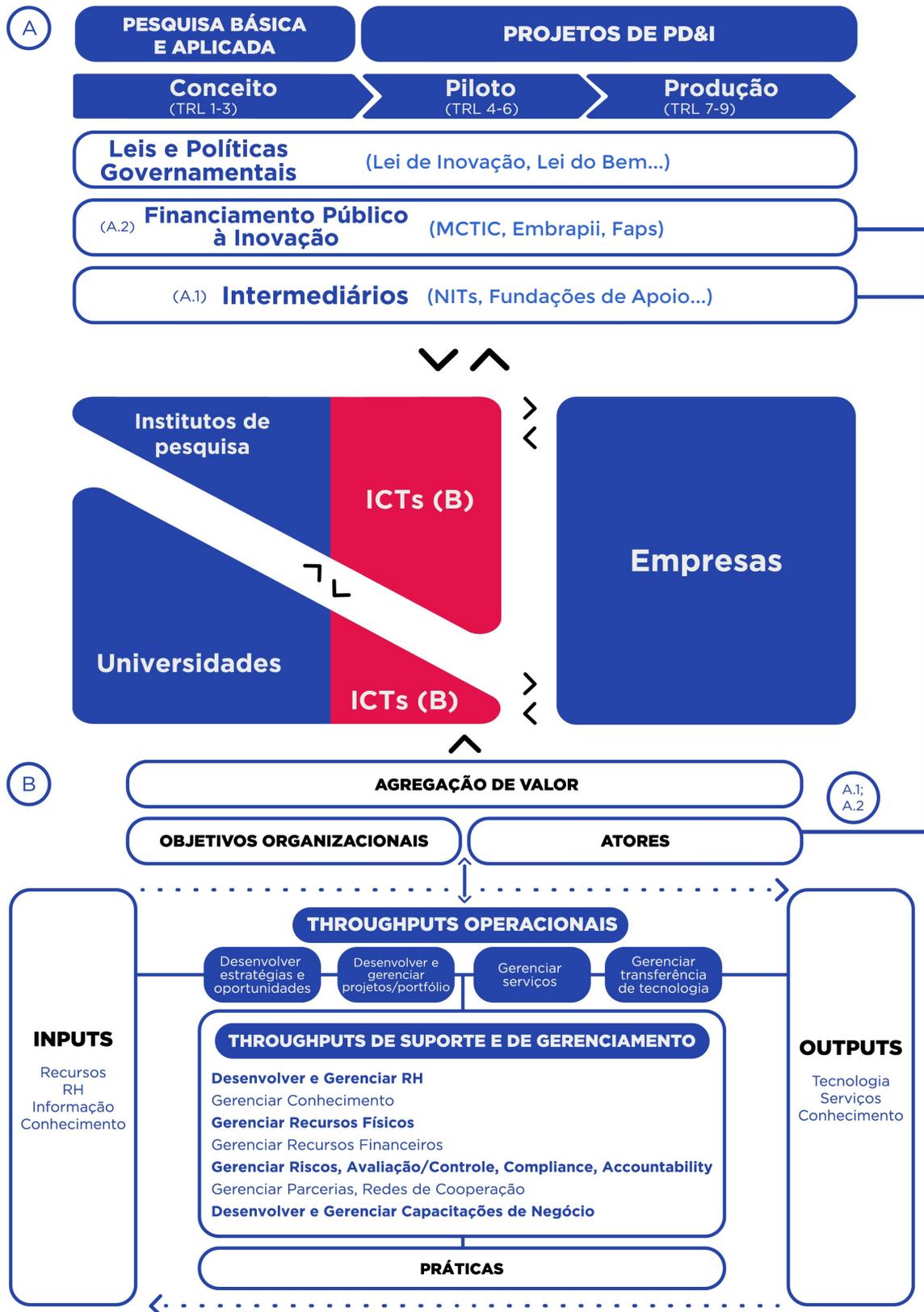
A abordagem de gestão de PD&I para ICTs brasileiros tem como referência a estrutura de síntese geral representada na Figura 10, explicada a partir de dois estágios principais: o Estágio A refere-se à macro-conjuntura em que os ICTs se inserem. Uma vez que, na perspectiva de representação de gestão sistêmica utilizada, o ambiente em que os sistemas se encontram inseridos não se delimitam somente com o que está fora, mas inclui tudo que afeta o seu funcionamento (PHILLIPS; RITALA, 2019), são explicitados os limites considerados entre ICTs e o seu macroambiente de atuação.

Desse modo, detalhamentos complementares quanto à atuação de alguns agentes-chave que se relacionam com ICTs brasileiros e que podem interferir na gestão de suas operações são comentados.

O Estágio B representa os desdobramentos da realização interativa de PD&I no contexto interno de ICTs. Na visão *inside out* adotada para a estruturação dos *throughputs* de ICTs, em que a agregação de valor se dá a partir do ponto de vista da organização (ABPM, 2013), o estabelecimento de articulações efetivas entre os diversos componentes interdependentes, envolvidos com as operações de ICTs, aponta-se como apoio propício à emergência de valor à PD&I, cujos benefícios podem se expandir ao sistema de inovação, amplificando a sua capacidade inovativa.

Após apresentação desse panorama geral, a estrutura básica do modelo é apresentada, a qual compõe-se de *throughputs* operacionais, atores e agentes, recursos e práticas que se articulam para a realização de PD&I. Também são introduzidos conceitos embaixadores da definição das articulações presentes na dinâmica operacional delineada.

Figura 10 — Perspectiva de gestão de PD&I sob o enfoque de ICTs brasileiros



Fonte: Autoria Própria (2021)

4.1 SISTEMA DE INOVAÇÃO BRASILEIRO (ESTÁGIO A)

Já detalhado o envolvimento de ICTs com as etapas do processo inovativo (no Capítulo 2), a representação do sistema de inovação brasileiro sob o enfoque em ICTs (Estágio A da Figura 10) reforça a existência de interações que afetam os resultados inovativos gerados, seja por meio de imposições de condições ou por influências mútuas (ARNOLD *et al.*, 2014), seja pelo modo como as relações se estabelecem (SUZIGAN; ALBUQUERQUE; CARIO, 2011).

Além de circuitos retroalimentadores entre universidades, institutos de pesquisa e empresas, aspectos legais inerentes à natureza jurídica de ICTs (RIBEIRO; SALLES-FILHOS; BIN, 2015), interferências de políticas e de incentivos fiscais que visam ao apoio da inovação (BRITO CRUZ, 2010; DE NEGRI; RAUEN; SQUEFF, 2018), dependência de financiamento público para a realização de PD&I, relevante ao contexto brasileiro, por prover base expressiva de recursos (OLIVEIRA, TELLES, 2011; DE NEGRI, 2018) e a atuação de agentes intermediários para o apoio à realização de atividades inovativas em ICTs (BRASIL, 2016) são as principais estruturas consideradas relevantes ao se ter os ICTs brasileiros como pontos de referência.

Deixando de lado aspectos macro-econômicos e políticos, enfatizando a operacionalização de PD&I, a literatura consolidada no Capítulo 3 apontou a sua realização de modo interativo e interdependente em ICTs, com o envolvimento de atores e agentes externos. Já que tais relações trazem implicações aos resultados de ICTs e, portanto, à sua gestão, é relevante compreendê-las.

Dentro do conjunto de agentes externos representados na Figura 10, duas estruturas são consideradas como interferentes ao contexto gerencial das operações de PD&I em ICTs brasileiros, com implicações para as relações estabelecidas com universidades/instituições de pesquisa e empresas. São elas: intermediários (de ICTs) (subitem A.1 da Figura 10) e agências de financiamento (financiamento público à inovação) (subitem A.2 da Figura 10).

4.1.1 Intermediários (A.1)

Os intermediários considerados são estruturas de suporte à realização de PD&I, atuando para facilitar (potencialmente) as atividades de ICTs (tal como estruturas citadas em estudos levantados pela RBS conduzida, como Couchman e Fulop (2009), Munkongsujarit e Srivannaboon (2017)). Dentre eles, a Lei de Inovação lista os Núcleos de Inovação

Tecnológica (NITs) e as fundações de apoio (BRASIL, 2016). Estudos brasileiros que as relacionam à gestão de PD&I, com enfoque à efetividade de ICTs, são ainda reduzidos.

NITs podem ser instituídos por um ou mais ICTs, com ou sem personalidade jurídica própria, tendo como finalidade gerir a política institucional de inovação de ICTs e executar atribuições como: desenvolvimento de estudos de prospecção tecnológica e de inteligência competitiva no campo da propriedade intelectual; desenvolvimento de estudos e estratégias para a transferência de inovação; promoção e acompanhamento de relações com parceiras; negociação e gestão de acordos de transferência de tecnologia (BRASIL, 2016).

De acordo com o levantamento de literatura sobre NITs brasileiros realizado por Katz, Prado e De Souza (2018), essas estruturas podem ser compreendidas a partir de três modelos: foco em regular e formalizar atividades de inovação no ICT (modelo 1); foco em processos administrativos de aprovações e encaminhamentos para concretizar convênios e contratos referentes à interação entre ICT e empresa (modelo 2); e atividades em negócios, buscando viabilizar parcerias e contratos a partir dos resultados de pesquisas nos ICTs (modelo 3).

Embora os NITs brasileiros apresentem graus de efetividade muito distintos (PORTO, 2013), são estruturas com o potencial de participarem da construção de relações de longo prazo com parceiros de ICTs, atraindo e conectando pesquisa e mercado, além de seu papel ao longo do processo da transferência de tecnologia, que garante a sua ocorrência de maneira efetiva (MOTTA *et al.*, 2017).

Já fundações de apoio têm a finalidade de dar apoio a projetos de pesquisa, ensino e extensão; projetos de desenvolvimento institucional; científico; tecnológico; e projetos de estímulo à inovação de interesse de ICTs (BRASIL, 2016) sendo, portanto, intervenientes administrativos. Devido à relativa baixa autonomia e flexibilidade para ICTs estabelecerem e gerenciarem contratos, fundações podem agilizar, por exemplo, a execução de contratos no processo de captação de recursos decorrentes da comercialização de produtos (tecnologias) e serviços (RIBEIRO; SALLES-FILHO; BIN, 2015).

4.1.2 Financiamento público à inovação e agências de financiamento (A.2)

Conforme mencionado em alguns trechos dos capítulos prévios, redução de dotações orçamentárias e restrições no financiamento à C&T têm sido obstáculos recorrentes aos ICTs nos últimos anos (ARBIX *et al.*, 2010; ÁVILA-ROBINSON; SEGOKUB, 2017; GIANNOPOULOU; BARLATIER; PÉNIN, 2019). No Brasil, De Negri (2018) discorre que, muito provavelmente, o financiamento da inovação, juntamente com a abertura econômica

sejam, isoladamente, os principais fatores ambientais a afetarem a inovação no Brasil. A forma de apoio à ciência e à produção tecnológica é ainda considerada reduzida. O apoio ocorre, basicamente, pela concessão de subvenções governamentais (recursos não reembolsáveis), estando bastante centralizado no Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC) (DE NEGRI, 2018).

Fundações de Apoio à Pesquisa (FAPs) são outro formato de financiamento de PD&I no Brasil, com programas independentes de incentivo à pesquisa científica, tecnológica e de inovação, de acordo com as características de cada estado (ANPEI, 2015). Uma das principais agências de fomento à pesquisa científica e tecnológica do país é a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (Fapesp).

Com autonomia garantida por lei, a Fapesp conta com orçamento anual correspondente a 1% do total das receitas tributárias do estado. São programas de apoio à C&T e à inovação dessa FAP voltados ao estímulo de cooperações entre ICTs e empresas: Programa de Apoio à Pesquisa em Parceria para Inovação Tecnológica (PITE), Cepid, Centros de Pesquisa em Engenharia (CPE) (FAPESP, 2019a).

Referente aos recursos financeiros privados para a realização da inovação, enquanto em países desenvolvidos, 70% dos investimentos em PD&I são feitos por entes privados, no Brasil, a relação é diferente, aproximadamente 60% público e 40% privado, sendo importante propor e implantar iniciativas que busquem a ampliação de investimentos privados em inovação para a inversão dessa lógica (KAFRUNI, 2019). Dentre iniciativas de financiamento de PD&I voltados a mudar tal panorama podem ser citados, como exemplos, o CPE (da Fapesp) e o modelo de financiamento da Embrapii.

No caso dos CPE, cujos projetos são desenvolvidos em colaboração com grandes empresas, com duração de até 10 anos, há o rateio de recursos entre Fapesp, empresa parceira e o ICT. De acordo com ex-diretor científico da Fapesp: *“O programa começou em 2014 e mesmo em um período de crise conseguimos criar novos centros de pesquisa. Com parcerias, conseguimos transformar cada R\$1 investido em R\$4. É interessante para todos”* (ZIEGLER, 2019, p. 2).

Igualmente, o financiamento Embrapii volta-se à redução de riscos ao agente privado e ao estímulo à ampliação de seus investimentos em inovação (KAFRUNI, 2019; SALLES-FILHO *et al.*, 2021). Licenciada para operar grande volume de recursos de origem pública, por meio de contrato de gestão firmado com MCTIC e interveniência do Ministério da Educação (MEC) (EMBRAPII, 2019), a Embrapii apresenta um modelo diferente do

apresentado por estruturas de fomento tradicionais (como FAPs), que se baseiam no julgamento de projetos para a decisão inicial sobre o apoio financeiro.

Após credenciamento, o ICT recebe aval para fazer a análise de projetos de PD&I a serem desenvolvidos com empresas parceiras, e por elas co-financiadas, de modo autônomo (MOTTA *et al.*, 2017). Os recursos não reembolsáveis da Embrapii representam até 1/3 do valor total da carteira de projetos contratada por cada ICT; os 2/3 restantes são negociados entre ICTs e empresas parceiras (SALLES-FILHO *et al.*, 2021).

Mais do que enfatizar a importância dos investimentos públicos e do cofinanciamento empresarial como mecanismos para o fomento à C&T, à P&D e à inovação, necessários ao desenvolvimento do sistema de inovação brasileiro, a intenção, aqui, é ponderar os contrapesos operacionais e gerenciais exigidos por agências de financiamento que devem ser atendidos por ICTs como prerrogativas ao financiamento, o que os têm estimulado a profissionalizarem a PD&I (LEMES *et al.*, 2015; MOTTA *et al.*, 2017; OLIVEIRA; GUIMARÃES, 2019; SALLES-FILHO *et al.*, 2021). Uma análise válida, portanto, é também buscar compreender os efeitos gerenciais decorrentes de interações entre ICTs com agentes de financiamento.

O estágio abordado na próxima seção representa o contexto de análise para a caracterização dos fatores que afetam a gestão de operações de PD&I.

4.2 GESTÃO DE PD&I E DE SUAS OPERAÇÕES EM ICTs (ESTÁGIO B)

Tal como detalhes expostos no Capítulo 3, a requerida atualização profissional de ICTs como via ao fortalecimento de SI apontada pela literatura (tal como discorrem De Negri, Rauhen e Squeff (2018), Póvoa (2008); Ribeiro, Salles-Filho e Bin (2015), entre outros) é reforçada pelos limitadores que se fazem presentes para a realização e para a gestão de PD&I no contexto dessas organizações.

A contribuição desta tese decorre dessa conjuntura. O Estágio B da Figura 10 representa os componentes do sistema complexo adaptativo ICT, os quais devem atuar de modo articulado, coesos aos objetivos organizacionais. A partir da RBS conduzida, as macro-articulações na gestão de ICTs puderam ser compreendidas: o alcance de objetivos institucionais dá-se por meio da estruturação de relações efetivas com atores e agentes (externos e internos) para a definição de capacidades e direcionamento de *inputs*; *throughputs*; *outputs*, através do apoio de práticas (administrativas, operacionais e gerenciais); e regulações, pelo *continuum* avaliação-tomada de decisão-*feedback*.

Os *throughputs* correspondem ao conjunto de processos estruturados no Capítulo 3, também representativos das áreas gerenciais levantadas pela RBS (verificar Figura 8 do capítulo anterior). A classificação de *throughputs* conforme a APQC busca focalizar os processos interfuncionais diretamente relacionados à agregação de valor de PD&I, ou seja, as operações, as quais, por sua vez, são apoiadas por *throughputs* secundários.

O conjunto de atores é compreendido como componente estratégico, por estar diretamente relacionado ao cumprimento das missões e dos objetivos de ICTs, voltados à resolução de problemas dos SI. Ele busca evidenciar a interdependência e interferência de agentes externos na realização das operações de PD&I, além da dependência organizacional em indivíduos, núcleos do processo cognitivo para a realização de PD&I. As delimitações de ICTs com o macroambiente (sistema de inovação) derivam do Estágio A, em que foram definidos os agentes-chave relevantes ao recorte de análise (gestão de operações de PD&I), de acordo com as características do sistema de inovação brasileiro.

Partindo dessas delimitações e recorte, enfocando as operações de PD&I, a perspectiva de gestão de operações de PD&I pode ser simplificada para a Figura 11. As operações envolvem o conjunto de quatro *throughputs* interligados (articulados) entre si, à estrutura de atores (considerados, além de *inputs*, também como agentes estratégicos transformadores), recursos e práticas. As interferências de *throughputs* secundários nas operações constam representadas por meio de práticas e de estruturas de apoio (atores), simplificação apoiada por resultados do caso exploratório, tal como se discorre no capítulo de sua apresentação (no Capítulo 6).

Também mantêm articulações com o seu ambiente macro-organizacional, sofrendo regulações organizacionais (*loops de feedback*) para manterem-se alinhadas aos objetivos de ICTs. Assim, as operações podem ser compreendidas como um subsistema com coordenação própria, em que autonomia, variedade e controle devem ser equilibrados, mantendo-se o requisito de vínculo de seu funcionamento ao todo organizacional (ESPEJO; GILL, 2011; JACKSON, 2003; PÉREZ RIOS, 2008), unificando esforços para a geração de *outputs* tecnológicos com agregação evolucionária de valor.

Figura 11 — Gestão de operações de PD&I sob o enfoque de ICTs brasileiros



Fonte: Autoria Própria (2021)

Com base nesse direcionamento às operações, que se alinha às considerações sobre interdependência e interações sugeridas pela literatura de sistemas expostas ao longo dos capítulos prévios, tendo em vista que a gestão de operações deve ser capaz de gerar articulações efetivas entre os componentes da Figura 11, é possível depreender que fatores que a afetam são também interferentes ao modo como tais articulações se estabelecem, podendo direcioná-las ou debilitá-las. Portanto, propomos um modelo para a caracterização desses fatores (*drivers/limitadores*) que relaciona a dinâmica da gestão operacional de PD&I a tais articulações.

A conceituação dessas articulações, o delineamento das variáveis representativas da dinâmica de gestão operacional de PD&I e demais construtos são consolidados no capítulo de apresentação do modelo conceitual teórico. Parte deles decorrem de análise minuciosa da literatura sobre métodos de estruturação de problemas (*Problem Structuring Methods – PSMs*), voltados à compreensão de sistemas socioeconômicos complexos e que adotam, como abordagem comum, o mapeamento/modelagem de componentes sistêmicos e suas interações de causalidade (KAZAKOV; HOWICK; MORTON, 2021).

Dentre os PSMs, o *Viable System Model (VSM)*, de Beer (1985), foi considerado pertinente à estruturação do modelo, por abordar as operações de sistemas complexos adaptativos e a eficiência organizacional. Todavia, ressaltamos se tratar de modelo genérico voltado à análise da estrutura organizacional e de seus mecanismos de comunicação, não trazendo especificidades diretamente relacionadas ao propósito buscado, de identificação de

fatores que afetam a gestão de operações de PD&I (outras limitações desse modelo são comentadas no Capítulo 8, em 8.4.2). Mas já que alguns de seus preceitos são adaptados ao modelo elaborado, algumas considerações sobre ele são apropriadas.

O VSM deriva da Cibernética Organizacional, teoria fundamentada na comunicação e na coesão de organizações complexas (ESPEJO, 2020), organizando-se em torno de cinco elementos principais e por canais de comunicação bidirecionais. Seu enfoque é a homeostase (equilíbrio) entre gestão e operações, pela transmissão de regulação entre os seus cinco elementos para a coesão do sistema (BEER, 1985), de modo a assegurar a continuidade do todo e a sua capacidade de se adaptar aos ambientes em transformação, mantendo a sua viabilidade.

Segundo preceitos do VSM, um sistema viável é capaz de uma existência independente que lhe garante autonomia para afirmar e re-afirmar a sua identidade, o que significa que, mesmo adaptando-se continuamente, em resposta ao ambiente, o sistema nunca perde a sua identidade (DONAIRES, 2007). O ambiente em que está inserido possui um nível de complexidade (variedade) superior ao do sistema viável que, por sua vez, é mais complexo do que a sua própria gestão (ESPEJO; GILL, 2011).

Para que a viabilidade seja garantida, os cinco elementos do VSM devem estar em funcionamento, articulando-se por meio de canais dinâmicos de troca de variedade (entre si e com o ambiente externo), em busca de manutenção de equilíbrio (PÉREZ RIOS, 2008). Esses canais de comunicação, denominados por Beer como homeostatos, por amplificarem ou atenuarem a variedade do sistema para o alcance de equilíbrio, são adotados como referência para a conceituação de articulações presentes na realização das operações de PD&I em ICTs.

Os elementos do VSM são identificados por números: 1. Implementação (operacionalização dos propósitos organizacionais, o qual se dá no nível de operações); 2. Coordenação; 3. Controle Operacional; 4. Desenvolvimento (da organização macro, frente ao seu ambiente interno e externo); e 5. Política (planejamento de diretrizes diretivas que garantem a contínua adaptação organizacional, no longo prazo).

Dentre eles, o elemento 1 compreende as unidades operacionais autônomas que produzem o sistema (operacionalizam os objetivos organizacionais), em interação com o ambiente externo, absorvendo parte de sua variedade, e com as suas gerências. Essas unidades isoladas não formam um sistema, sendo preciso um metassistema para facilitar a sua operação adequada, impondo o mínimo de restrições para manter sua coesão sem lhes tolher a liberdade (BEER, 1985). Neste estudo, o metassistema envolve os elementos 2 a 5 (JACKSON, 2003).

O elemento 2 é antioscilar, responsável pela coordenação entre as operações (unidades autônomas do elemento 1), de modo a evitar decisões e ações descoordenadas entre elas. O elemento 3 é responsável por controlar as atividades internas e imediatas do elemento 1, incluindo ações de monitoramento, para restringir a proliferação desnecessária de variedade (DONAIRES, 2007).

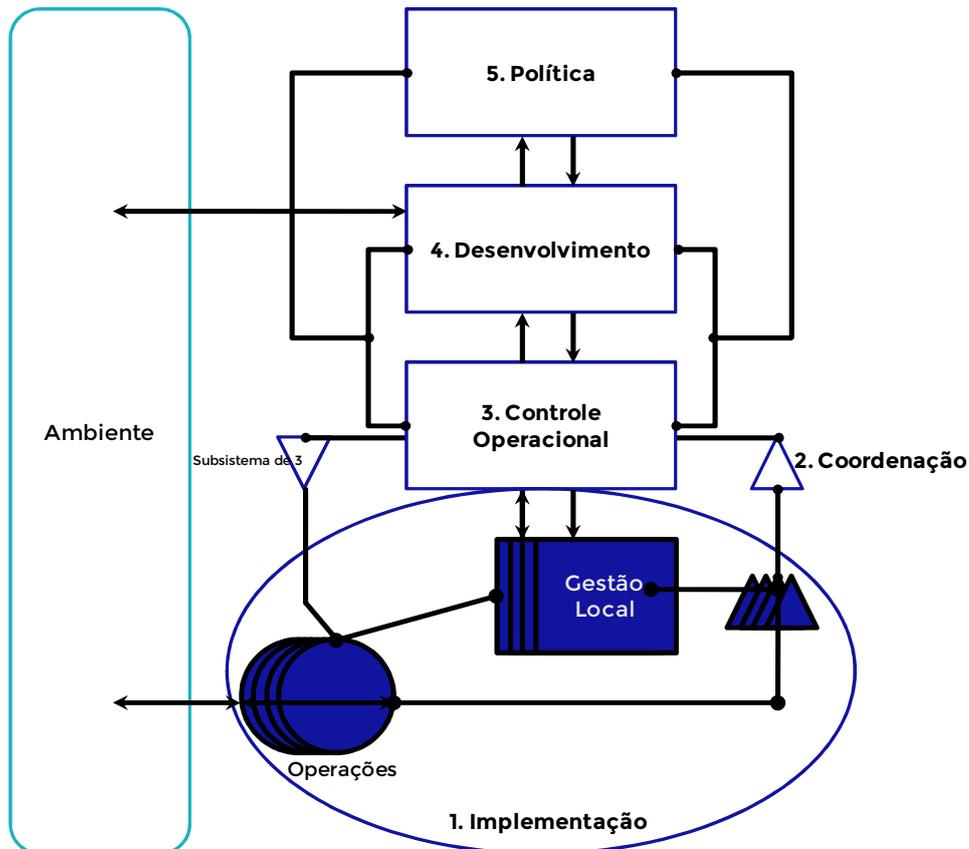
Os elementos 1, 2 e 3 podem garantir a estabilidade interna e a otimização de desempenho dentro de uma estrutura organizacional estabelecida no curto prazo, embora não possuam a visão geral do ambiente organizacional sendo, portanto, incapazes de responderem a ameaças e a oportunidades externas globais, bem como de revisar estratégias organizacionais (JACKSON, 2003), ações desempenhadas pelos elementos 4 e 5, respectivamente.

Para que o sistema organizacional seja viável, cada uma das unidades autônomas (operações) do elemento 1 deve possuir viabilidade própria. Como todos os cinco elementos são necessários para a viabilidade, então a estrutura dessas unidades deve ser a mesma do sistema todo, novamente com os cinco elementos, refletindo a natureza recursiva do conceito de viabilidade (DONAIRES, 2007).

O *framework* conceitual do VSM consta representado na Figura 12, em que as linhas terminadas com setas representam os canais de comunicação com o ambiente e entre os elementos 1 a 5, estabelecidos por uma hierarquia de conteúdo e de variedade, de acordo com a atribuição de cada elemento. Canais de relacionamentos gerenciais são representados por linhas terminadas com nós (HAMPSHIRE, 2008), espalhando a tomada de decisão por todos os elementos (JACKSON, 2003).

Dado o enfoque do modelo conceitual teórico nas operações de PD&I, além do conceito de recursividade presente no VSM, analogias são realizadas com ênfase nos canais de comunicação do elemento 1 (que compreende o nível de recursividade considerado no modelo elaborado, representativo das operações de PD&I), e dele com os demais elementos (2, 3, 4 e 5), para a definição de articulações.

Figura 12 — *Framework* conceitual do VSM



Fonte: Adaptado de Jackson (2003)

Por ora, as exposições sobre o VSM servem para introduzi-lo e para complementar conceitos sobre gestão de sistemas complexos adaptativos, sendo retomadas no Capítulo 7. Antes de apresentarmos os resultados e contribuições do caso exploratório (comentado no Capítulo 6) na estruturação do modelo conceitual teórico, o detalhamento de seus construtos e a avaliação de sua aplicação (que compreendem os capítulos 7 e 8), o próximo capítulo expõe os aspectos metodológicos da pesquisa e as etapas de decisões metodológicas tomadas.

Com isso, além de esclarecimentos sobre a concepção e os delineamentos da pesquisa, uma melhor compreensão sobre a condução dos trabalhos de campo e de seus resultados pode ser alcançada.

5 DELINEAMENTOS DA PESQUISA E MÉTODOS

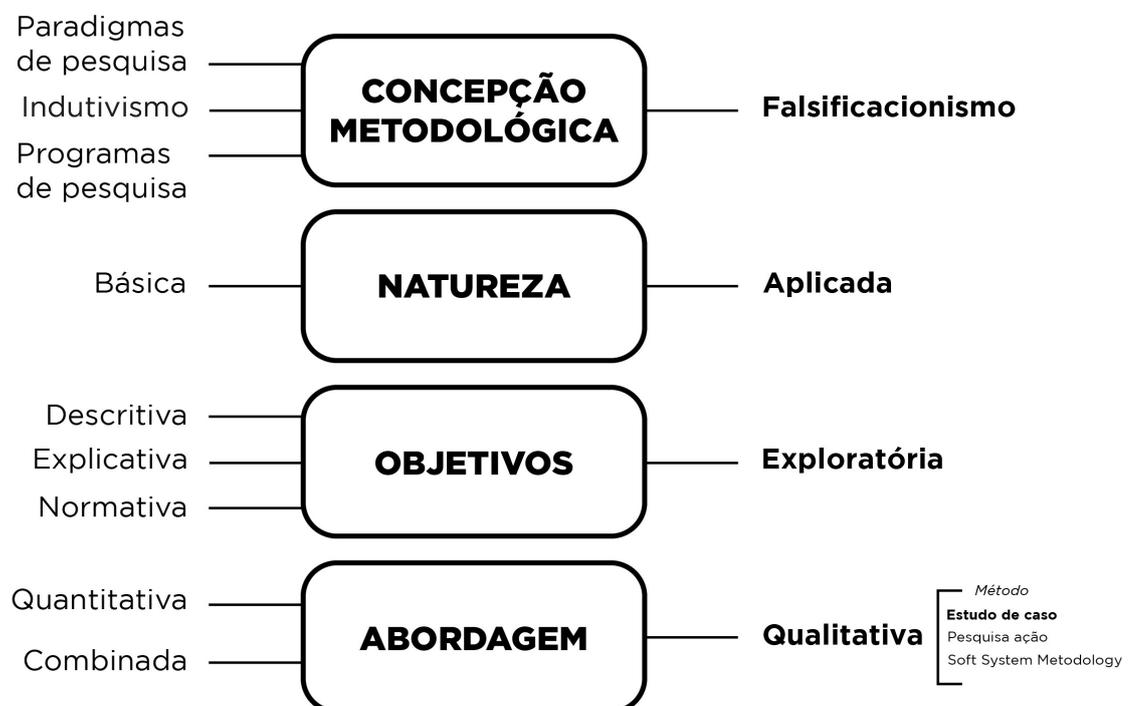
O Capítulo 5 apresenta os delineamentos metodológicos e as etapas de realização da pesquisa científica. Na seção 5.1 são apontadas as escolhas quanto à concepção metodológica, natureza, objetivos e abordagem da pesquisa, as quais se orientam pela questão de pesquisa e pelos objetivos apresentados no Capítulo 1.

Na seção 5.2 são descritas as etapas realizadas, desde a definição inicial da problemática de pesquisa à construção e à aplicação do modelo, sendo também apresentados os meios adotados para a operacionalização do estudo empírico dessa aplicação.

5.1 ESCOLHAS METODOLÓGICAS DA PESQUISA

As escolhas metodológicas encontram-se esquematizadas na figura de classificação abaixo (FIGURA 13), derivada de opções levantadas a partir de Martins (2012), Turrioni e Mello (2012).

Figura 13 — Escolhas metodológicas (em negrito, à direita)



Fonte: Autoria Própria (2021)

Já que a concepção metodológica representa a demarcação das condições explicativas de uma pesquisa, trazendo implicações sobre sua contribuição para a geração de conhecimento e teoria (MARTINS, 2012), sua definição torna-se essencial. A partir das quatro concepções representadas na Figura 14, a que embasa a pesquisa realizada é o Falsificacionismo. Nessa concepção metodológica, abandonam-se algumas premissas do indutivismo, tais como “*a ciência começa com a observação dos fatos*” (MARTINS, 2012, p.24) e assume-se que “[...] *a ciência começa e termina com problemas*” (POPPER, 1975 *apud* MARCONI; LAKATOS, 2017, p. 102).

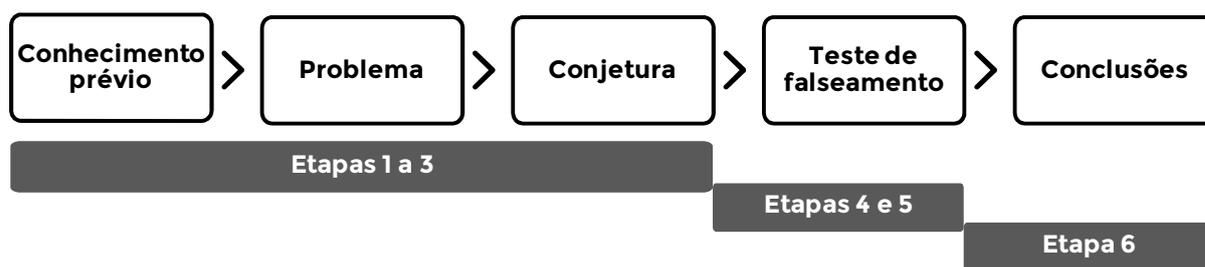
Enquanto no indutivismo a busca por soluções é construída por afirmações genéricas universais, na forma de leis ou teorias, estabelecidas a partir de um conjunto particular de observações, no falsificacionismo, através da sensibilização de um problema, teorias, proposições ou hipóteses deduzidas de uma teoria existente são propostas e testadas rigorosamente pela observação e/ou experimentação. Ou seja, as observações não fornecem leis ou teorias, mas refutam-nas ou não (MARTINS, 2012).

Se proposições e hipóteses não superam os testes, serão falseadas (descartadas), exigindo-se nova reformulação do problema. Caso superem os testes rigorosos, proposições e hipóteses estarão corroboradas provisoriamente, mas não definitivamente, como proposto no indutivismo (MARCONI; LAKATOS, 2017).

O processo investigatório de falseamento seguido nesta tese encontra-se sintetizado no esquema da Figura 14. A partir da sistematização do **Conhecimento Prévio** referente à gestão de PD&I em ICTs, o *gap* principal (**Problema**), norteador do estudo — ausência de referencial capaz de apoiar, sob um enfoque de sistemas e complexidade, a avaliação da gestão de operações de PD&I e caracterizar o que a afeta — foi estruturado. A busca de solução (**Conjetura**), definida na forma de um modelo conceitual teórico e por dedução de consequências na forma de proposições passíveis de teste (indireto), é apresentada no Capítulo 7.

A **Tentativa de Falseamento** é colocar o modelo à prova, em teste crucial, realizado através de um estudo de caso minucioso e decisivo, para precisar a sua validade. Os resultados dessa aplicação apontam quais são os construtos verificados e aqueles que podem ser reajustados, sendo, suas **Conclusões**, introduzidas na teoria. Tal como representado na Figura 14, os passos do processo investigatório de falseamento (método hipotético-dedutivo) são desdobrados em atividades agregadas por etapas de pesquisa, detalhadas na próxima seção (em 5.2).

Figura 14 — Método hipotético-dedutivo segundo Popper



Fonte: Adaptado de Marconi e Lakatos (2017)

Considerando, agora, a classificação da pesquisa a partir de possibilidades descritas para estudos da engenharia de produção de Turrioni e Mello (2012) (verificar síntese exposta na Figura 13), trata-se de pesquisa de natureza aplicada, uma vez que há interesse de aplicação de seus resultados de modo prático. O esperado é que o modelo elaborado possa ser útil a tomadores de decisão de ICTs brasileiros para a estruturação de fatores relevantes à realização de suas operações e gestão, podendo servir de referência para a implementação de melhorias.

Quanto aos seus objetivos, a pesquisa pode ser considerada predominantemente descritiva. Essa modalidade de pesquisa “*delinea o que é e visa descrever as características de determinada população ou fenômeno ou o estabelecimento de relações entre variáveis*” (TURRIONI; MELLO, p. 81). Trazendo tal definição para este trabalho, seu objetivo principal é propor um modelo conceitual teórico para delinear o que direciona ou limita a gestão de operações de PD&I em ICTs, apoiado por proposições sobre relações que se estabelecem entre dimensões e articulações representativas do contexto de operações de PD&I.

Também há características de pesquisa exploratória, por haver busca de maior familiaridade sobre um contexto ainda pouco estudado — gestão de operações de PD&I em ICTs a partir de abordagens de sistemas e de complexidade — e por visar à verificação da existência de relações pouco conhecidas entre variáveis derivadas deste contexto, isto é, entre dimensões e articulações. Ressaltamos que o foco é maior na descrição das características de variáveis vinculadas às primeiras (dimensões) que impactam o estabelecimento das segundas (articulações entre componentes envolvidos com as operações) e não na compreensão de causalidades entre elas, o que descarta sua classificação como pesquisa explicativa.

No que se refere à abordagem do problema, a pesquisa classifica-se como qualitativa. Nessa abordagem, há ênfase no entendimento e na interpretação de um determinado

fenômeno e na atribuição de significados, sendo, o ambiente, a fonte direta para a coleta de dados e o pesquisador, o instrumento-chave (TURRIONI; MELLO, 2012).

Como unidade de análise, tem-se o ambiente interno de ICTs e as suas operações de PD&I. Buscamos um entendimento sobre a gestão de operações de PD&I e sobre os fatores que a afeta, atribuindo significados à interpretação realizada por entrevistados sobre questões referentes a dimensões representativas da dinâmica gerencial das operações e por análise de dados coletados em fontes de evidências complementares.

O estudo de caso é empregado como método relacionado à abordagem qualitativa para planejar, coletar e analisar dados exploratórios referentes à compreensão da perspectiva de gestão de PD&I para ICTs (caso da subetapa 1.1, tal como se expõe na próxima seção), bem como os dados da aplicação prática dos construtos do modelo (caso decisivo, referente às etapas 4 e 5, comentadas em breve, em 5.2.1).

Trata-se de método para a realização de pesquisa detalhada, de cunho empírico (TURRIONI; MELLO, 2012; YIN, 2018), cujas condições de estímulo ao seu uso envolvem: (1) questões de pesquisa dos tipos “como” e “por que”; (2) quando há impossibilidade de manipulação de comportamentos relevantes; (3) e quando o foco do estudo concentra-se em análises de acontecimentos contemporâneos (em oposição a acontecimentos históricos) (YIN, 2018). Além do alinhamento quanto à configuração da questão desta pesquisa ao método (do tipo “como”), não há possibilidade, tão pouco interesse no controle de dados sobre a realização de PD&I no contexto (atual) dos ICTs investigados.

Considerando os diferentes tipos de investigações possíveis pelo estudo de caso (exploração, construção, teste e refinamento/estensão de teoria, tal como comentam Eisenhardt (1989), Voss, Tsikriktsis e Frohlich (2002)), o método foi aplicado, em caso inicial, como mecanismo exploratório, enquanto, no caso decisivo, com o intuito de testar uma proposta estruturada para preenchimento de um *gap* teórico, estendendo a literatura sobre o tema gestão de PD&I em ICTs.

A escolha por condução de caso único deu-se em função deste permitir a condução de análises mais profundas e exaustivas (VOSS; TSIKRIKTSIS; FROHLICH, 2002) e por ser propício em circunstâncias representativas de caso decisivo para teste de uma teoria bem formulada (YIN, 2018). Tal como apontam Voss, Tsikriktsis e Frohlich (2002), um teste tido como crucial já é suficiente para falsificar teorias ou identificar áreas onde ela falha. Como critério de escolha, foram definidos casos representativos de interações estruturadas entre ICTs e empresas, em que o estado de SP apresenta-se como referência, ao ranquear índices como capacidade inovativa dos estados brasileiros e investimentos públicos em C&T

(FEDERAÇÃO DE INDÚSTRIA DO ESTADO DO CEARÁ – FIEC, 2019).

Desse modo, para a aplicação dos construtos, o contexto de um ICT paulista de grande relevância para o sistema de inovação brasileiro foi selecionado, cuja complexidade para a realização de PD&I, descrita no Capítulo 8, o torna decisivo. Ao também poder ser usado como mecanismo exploratório (YIN, 2018), a mesma configuração (caso único, conduzido em renomado ICT universitário do interior do estado de SP, Capítulo 6) foi empregada no estudo de caso exploratório.

Ressaltamos que a previsão inicial era a realização de teste da proposta em dois ICTs no estado de SP, sendo, um deles, vinculado ao contexto universitário. Seriam contempladas, desse modo, as modalidades de ICTs consideradas como objetos de estudo da tese. Ao iniciar a aplicação da proposta no centro universitário, constatamos que, embora ele recebesse fomento externo para interação com empresas e inovação, a instituição não obteve grandes avanços nessas áreas, não atendendo aos critérios estabelecidos para a escolha de casos, o que o tornou caso piloto.

De qualquer forma, não há impacto quanto à falta desse estudo, uma vez que o estudo de caso, seja caso único ou múltiplos, é generalizável a proposições teóricas, isto é, à generalização analítica (YIN, 2018) sendo, o objetivo de um estudo de caso único, “*fazer uma análise “generalizante” e não “particularizante”*” (LIPSET; TROW; COLEMAN, 1956 *apud* YIN (2018), p. 53). Portanto, a adoção da modalidade caso único para fins de teste dos construtos não fica comprometida, visto haver a possibilidade de generalização analítica.

Para a redução de vieses, devido a possíveis julgamentos inadequados em função de sua unicidade (MIGUEL; SOUSA, 2012), instrumento para o aumento da validade interna da pesquisa é adotado, comentado ao final da seção 5.2.1. Complementarmente, algumas considerações e análises quanto ao caso piloto são realizadas nos capítulos finais desta tese (nos Capítulos 8 e 9).

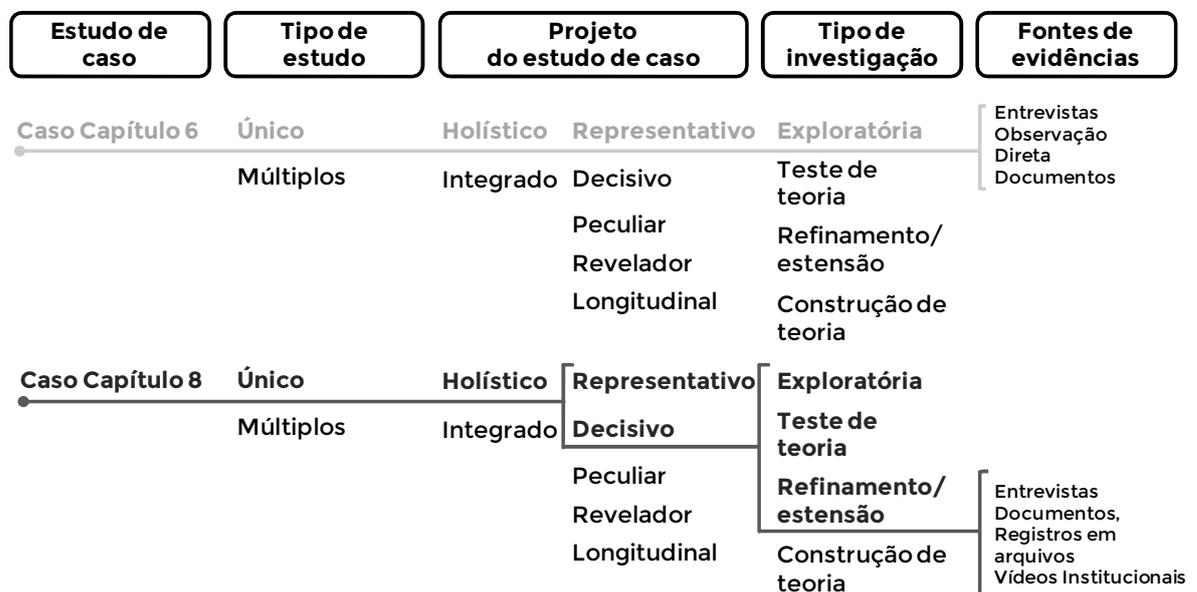
Quanto à classificação do projeto de estudo de caso em função de suas unidades de análise (de acordo com Yin (2018), podem ser holísticos — quando envolvem uma unidade de análise; ou integrados — quando há mais do que uma unidade de análise), os estudos realizados podem ser classificados como holísticos, por terem, como unidade de análise, as operações de PD&I de ICTs.

A Figura 15 traz um resumo das escolhas estabelecidas quanto ao método estudo de caso, de acordo com as escolhas definidas (e já comentadas) a partir de Eisenhardt (1989), Voss, Tsiriktsis e Frohlich (2002) e Yin (2018). Sendo, a capacidade de lidar com ampla variedade de evidências, um dos poderes diferenciadores do estudo de caso (TURRIONI;

MELLO, 2012), na Figura 15 também constam incluídas as fontes de evidências utilizadas na realização dos estudos.

Tal como aponta Stake (1995), fontes complementares, como a documentação, são importantes substitutas a situações que não puderam ser observadas diretamente, como para o caso piloto e para o caso decisivo de aplicação do modelo, cujas coletas de dados ocorreram em período em que observações diretas ficaram impossibilitadas devido às condições de isolamento social impostas pela pandemia do Covid-19.

Figura 15 — Escolhas sobre o método estudo de caso (em destaque)



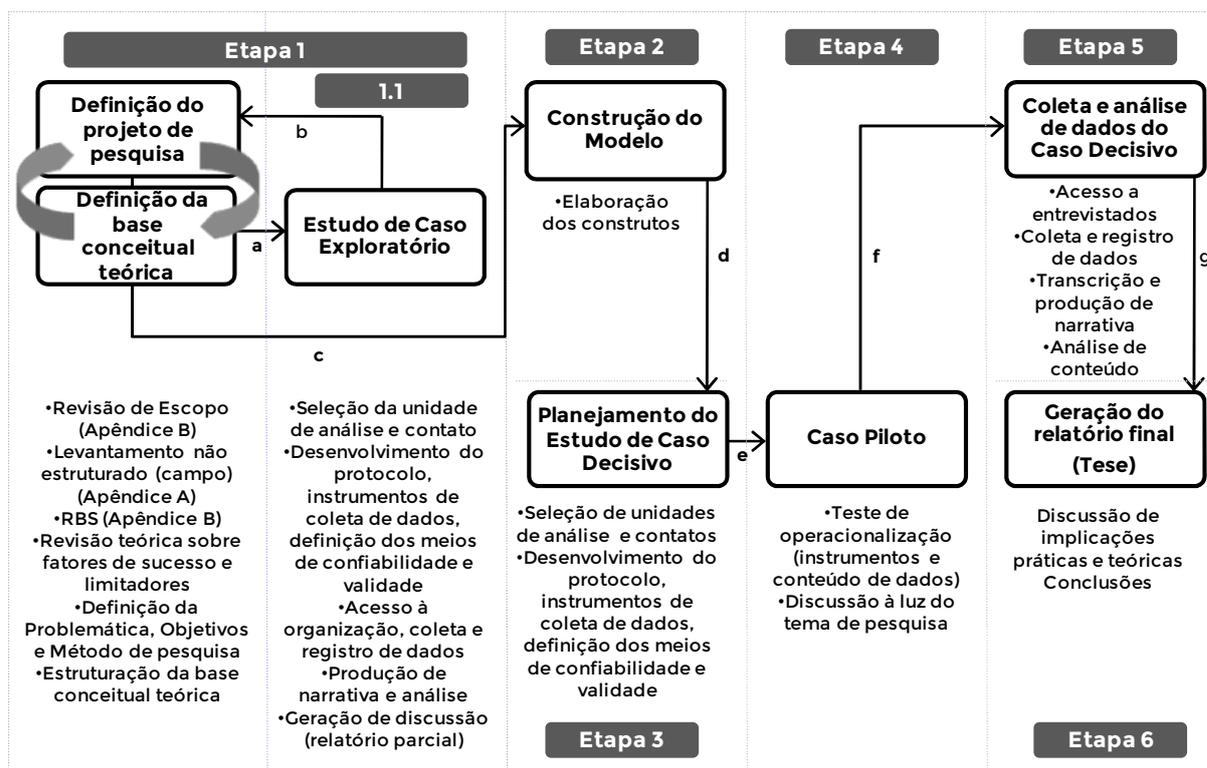
Fonte: Autoria Própria (2021)

Os mecanismos empregados para a coleta e para a análise de tais fontes são explicados na próxima seção, de descrição das etapas de pesquisa.

5.2 ETAPAS DA PESQUISA

A condução desta pesquisa ocorreu em seis etapas principais, mostradas na Figura 16, em que também estão listadas as principais atividades realizadas em cada uma delas.

Figura 16 — Etapas de condução da pesquisa



Fonte: Autoria Própria (2021)

Na Etapa 1, após decisão sobre o tema de pesquisa — gestão de PD&I em ICTs —, um mapeamento exaustivo da literatura, concomitantemente à delimitação da problemática e dos objetivos de pesquisa, foi realizado. Nesse mapeamento, inclui-se uma revisão de escopo para maior familiarização com o tema de pesquisa e estruturação da literatura, ideias e tópicos iniciais do projeto de pesquisa. A revisão de escopo também serviu de referência, em conjunto com um estudo de campo não estruturado conduzido nesta etapa (verificar o Apêndice A), para o embasamento da RBS conduzida. Detalhes da revisão de escopo e da RBS encontram-se no Apêndice B.

Os capítulos 2 a 4 compilam os principais resultados de análises teóricas realizadas nessa etapa, que também abrange um estudo de caso exploratório (subetapa 1.1, Figura 16). Esse estudo foi cuidadosamente planejado e conduzido empregando-se melhores práticas da literatura clássica sobre estudo de caso citados ao longo deste capítulo, estando, os detalhes de sua operacionalização, expostos no Apêndice C.

Após sua conclusão, uma melhor delimitação da pesquisa pôde ser realizada, readequando-se pergunta, base conceitual teórica e aspectos metodológicos, em linha com o que expõem Turrioni e Melo (2012), sobre finalidades e utilidades de um estudo de caso exploratório. Tais aspectos também mantêm relação com a concepção metodológica desta

pesquisa, já que análises minuciosas da teoria e exploração empírica prévia, para delimitação da base teórica de apoio à elaboração da proposta, serviram para descartar (refutar) partes teóricas que não contribuíam para solucionar o problema de pesquisa.

A construção de proposta como tentativa de resposta à questão principal de pesquisa (Etapa 2, Figura 16) envolveu reanálises teóricas a partir da literatura consolidada, discriminando-se os trabalhos relevantes para a sua composição. Contribuições teóricas complementares, provenientes de subáreas da engenharia organizacional, foram também verificadas e inseridas (algumas das quais, previamente introduzidas ao final do Capítulo 4), visando-se à maior robustez da proposta.

As principais considerações sobre as etapas 3 a 5, relacionadas ao planejamento, aplicação do modelo e análise de seus resultados, são comentadas na próxima seção. Já a Etapa 6 envolveu as atividades de encerramento da pesquisa para a geração desta tese. As principais discussões referentes à aplicação da proposta e conclusões da pesquisa encontram-se sintetizadas nos últimos capítulos (8 e 9).

5.2.1 Operacionalização do estudo de caso decisivo

Já tendo sido listados aspectos referentes à seleção do caso decisivo e à unidade de análise, são realizadas complementações referentes aos mecanismos de planejamento, coleta e análise de dados.

Um protocolo foi adotado como instrumento guia para o planejamento do estudo. Trata-se de uma das principais táticas para aumentar a validade e a confiabilidade do estudo de campo, contribuindo para a garantia da qualidade da pesquisa (YIN, 2018). Seu resumo está disposto no Quadro 6, em que também constam os mecanismos operacionais utilizados para a validade interna, externa, dos construtos e confiabilidade, definidos conforme recomendações da literatura.

Quadro 6 — Resumo do protocolo para o estudo de caso decisivo

Tipo de pesquisa	Descritiva-Exploratória
Objetivo da pesquisa de campo	Aplicar construtos do modelo elaborado
Procedimentos de campo	(1) Obter acesso à organização e a entrevistados-chave; (2) Definir agenda de entrevistas; (3) Detalhar fontes de coleta de dados; (4) Coletar dados
Questões da pesquisa de campo	(a) Como se dá a gestão de operações de PD&I? (a.1) Qual é a dinâmica de realização das operações? Como essa dinâmica impacta a estruturação de articulações entre partes envolvidas com as operações de PD&I?
Unidade de análise	Ambiente interno de realização das operações de PD&I no ICT
Unidade de Tempo	Quarto trimestre 2020/ Primeiro trimestre 2021
Local	Brasil, SP
Validade e Confiabilidade	
Validade de avaliação dos construtos	Instrumentos múltiplos (entrevistas; análises de documentos, de registros em arquivos e de vídeos institucionais); registros em gravador; submissão do rascunho do relatório para revisão dos entrevistados
Validade Interna	Construção de relação entre variáveis na análise e na discussão de dados através de análise de conteúdo
Validade Externa	Generalização analítica
Confiabilidade	Protocolo de pesquisa; desenvolvimento de banco de dados

Fonte: Autoria Própria (2021)

O emprego de múltiplos mecanismos de coleta buscou garantir a triangulação de dados (iteração entre as diferentes fontes de evidências) (MIGUEL; SOUSA, 2012), de modo a se desenvolverem linhas convergentes de investigação, com o fornecimento de várias avaliações provenientes de diferentes fontes de evidências para o mesmo fenômeno em estudo (YIN, 2018).

A entrevista semiestruturada foi utilizada como principal técnica de coleta para que, mesmo com um roteiro básico de questões, fosse possível a coleta de informações complementares e relevantes, inicialmente não estruturadas. A partir de considerações de Eisenhardt (1989), uma coleta de dados flexível foi adotada, com a alternância entre coleta e análise, realizando-se contatos adicionais (entrevistas complementares, telefonemas e/ou envio de emails) para a dirimção de questões não esclarecidas e/ou não discutidas inicialmente, com ajustes adicionais e melhoria contínua do roteiro de entrevistas.

Análises de documentação (relatórios de gestão, planos diretores, políticas e regimentos internos), de registros em arquivos (catálogo de patentes, fluxogramas, organogramas) e de vídeos institucionais foram empregadas como instrumentos secundários de análise.

O conjunto de fontes de evidências secundárias usado para a seleção de dados relevantes consta discriminado no Apêndice D. Nesse apêndice, também estão incluídos o protocolo de pesquisa, o roteiro de entrevistas e outras informações adicionais referentes ao

caso piloto e ao caso decisivo. A realização de caso piloto contribuiu para verificar e implementar os procedimentos metodológicos pré-definidos para a realização do caso decisivo e para levantar reflexões adicionais relacionadas ao conteúdo desta tese, incluídos nos últimos capítulos.

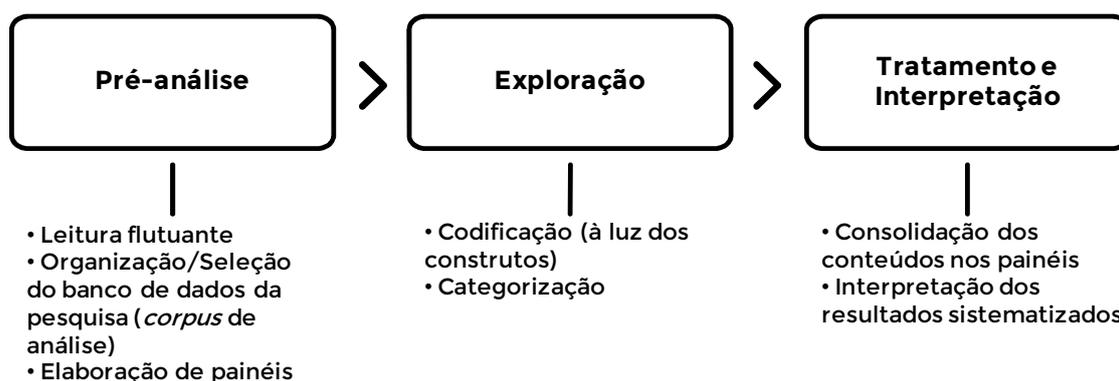
A obtenção de acesso à organização do caso decisivo ocorreu a partir de contato (previamente definido) com representante da alta direção (*board* executivo) da organização apta a autorizar a condução da coleta de dados e a indicar respondentes. Essa indicação se baseou nas informações inicialmente mencionadas sobre os objetivos de pesquisa e necessidade de acesso a representantes de diferentes camadas organizacionais (alta direção, chefias, administrativos e pesquisadores), de forma a haver representatividade de atores envolvidos com as operações de PD&I, bem como com a sua gestão, buscando-se manter relação com os construtos da proposta.

No agendamento das entrevistas, conduzidas remotamente, os entrevistados foram informados sobre o propósito da coleta de dados através de um breve resumo (*breafing*) encaminhado por email. Ao início de cada entrevista, uma breve contextualização sobre o tema da pesquisa era repassado. As entrevistas tiveram duração aproximada de sessenta minutos, cada, sendo gravadas e posteriormente transcritas para a composição de relatórios individuais, encaminhados aos entrevistados, por email, para validação.

O conjunto desses relatórios, anotações realizadas durante as entrevistas (registros escritos dos pontos e ideias principais levantadas, tal como sugerem Miguel e Sousa (2012)) e transcrições de outras fontes de evidências foram consolidados em arquivo único para a formação do banco de dados da pesquisa.

A análise de dados foi balizada pelos construtos detalhados no Capítulo 7, partindo-se de uma narrativa descritiva geral e por reduções (*data reduction*) posteriores (MIGUEL; SOUSA, 2012), adotando-se um processo especializado de análise de conteúdo. Trata-se de técnica de pesquisa que aumenta a compreensão do pesquisador sobre o fenômeno em estudo, tornando inferências (conclusões) replicáveis e válidas (KRIPPENDORFF, 2004). Nesta pesquisa, foi empregada a análise categorial a partir de adaptações das etapas e dos procedimentos descritos por Bardin (2011), Miguel e Sousa (2012) (FIGURA 17).

Figura 17 — Etapas da análise de conteúdo



Fonte: Autoria Própria (2021)

A pré-análise constituiu na leitura flutuante do banco de dados de entrevistas e de documentos (esses últimos, serviram para a triangulação de dados), organizando e selecionando aqueles relevantes ao objetivo buscado: caracterizar os fatores que afetam a gestão de operações de PD&I identificando-se relações entre dimensões e articulações, de acordo com os construtos do modelo. Os dados selecionados a partir do banco de dados das entrevistas e de documentos geraram, em conjunto, o banco de dados da pesquisa, ou *corpus* de análise (BARDIN, 2011), reunindo um conjunto aproximado de 30.000 palavras.

Também foram estruturados painéis para o apoio da etapa de exploração dos dados, conforme cabeçalho do Quadro 7, em que as categorias de classificação dos *drivers/limitadores*, dimensões e subdimensões (apresentadas em detalhes no Capítulo 7) já eram conhecidas, ou seja, foram definidas *à priori*.

Quadro 7 — Cabeçalho do painel de apoio (análise de conteúdo)

Categoria	Dimensão	Subdimensão	Código (Fator)	Entrevistado	Unidade de registro

Fonte: Autoria Própria (2021)

Na exploração, passagens do banco de dados da pesquisa com correspondência ao objetivo do estudo (denominadas por Bardin (2011) como unidades de registro) foram demarcadas por códigos (codificação) através de um processo de exploração contínua e minuciosa, buscando-se compreender relações entre variáveis, de acordo com os construtos propostos, em um processo dialético entre dados empíricos (do banco de dados) e teóricos.

Os fatores decorrentes dessa codificação foram posteriormente classificados

(categorização) de acordo com a sua frequência e com as categorias de fatores pré-estabelecidas. Esse processo também permitiu analisar a relevância das variáveis representativas das dimensões gerenciais pré-definidas.

Após exploração dos dados, dois painéis foram gerados: um para os *drivers* e outro para os limitadores, os quais serviram de apoio para a análise e para a extração de conclusões lógicas por meio de interpretações embasadas nos dados sistematizados.

6 ESTUDO DE CASO EXPLORATÓRIO

Este capítulo descreve algumas análises extraídas do estudo de caso exploratório e suas contribuições para a estruturação do modelo. O estudo, conduzido em um centro universitário de pesquisa e tecnologia, buscou explorar a dinâmica de interações entre atores e *throughputs* e a interferência dessa dinâmica na estruturação de articulações para a geração de *outputs* tecnológicos.

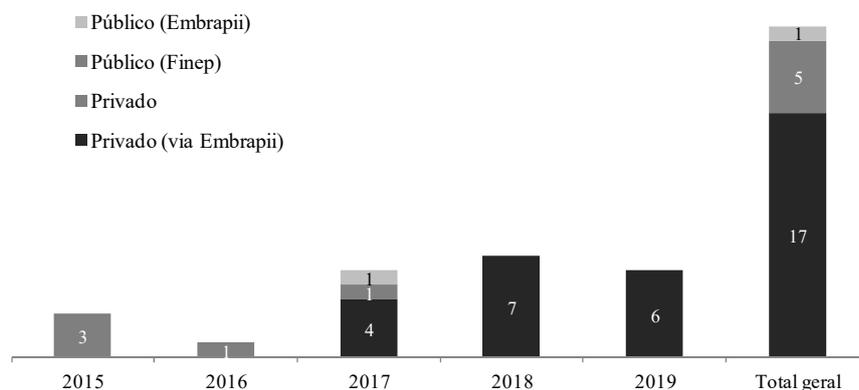
6.1 BREVE DESCRIÇÃO DA UNIDADE DE ANÁLISE

O Centro de Pesquisas em Ótica e Fotônica (Cepof), unidade em que foram analisadas as operações de PD&I, localiza-se no Instituto de Física de São Carlos (IFSC) da USP (universidade sede), no município de São Carlos (SP). O centro, formalizado em 2000, é composto por 25 laboratórios de pesquisa, com o envolvimento aproximado de 165 colaboradores (internos e externos). Suas atividades envolvem pesquisas de transposição de fronteiras da física, difusão da ciência, inovação tecnológica, através de colaborações multi e interdisciplinares.

Tais atividades têm sido aportadas por significativo volume de recursos extraorçamentários, com destaque a programas de financiamento à inovação da Fapesp, MTIC (como Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior — CAPES e Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico — CNPq) e Embrapii sendo, o centro, além de representante de um Cepid (decorrente de programa de financiamento Fapesp), um Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia (Inct, referente a programa conjunto de financiamento Fapesp, CNPq e CAPES) e unidade credenciada Embrapii.

Desde o início de suas atividades, o centro tem sido responsável pela geração de mais de dezena de *start-ups*, de *spin-offs* e de parcerias empresarias (convênios) para a execução de projetos de PD&I (pesquisas aplicadas e de desenvolvimento experimental) concentrados, atualmente, na área de biofotônica e, em grande parte, em níveis de TRL 3.

O Gráfico 3 apresenta o quantitativo de convênios estabelecidos nos últimos anos para a execução de projetos de PD&I, o qual soma o envolvimento de pelo menos 20 diferentes empresas parceiras de várias regiões do país (embora com ênfase à atuação nos ecossistemas de inovação local e regional) e diferentes fontes de cofinanciamento, com destaque à intermediação da Embrapii.

Gráfico 3 — Quantitativo de convênios, por fonte de recursos e início de vigência

Fonte: A partir de IFSC (2018), IFSC (2019) e IFSC (2020)

6.2 ANÁLISES E DISCUSSÃO

O estudo exploratório adota, como parâmetro, a perspectiva de gestão de PD&I para ICTs brasileiros (Figura 10, Capítulo 4). Os resultados de análises foram estruturados a partir de evidências obtidas por entrevistas, observação direta (possível por este estudo ter sido conduzido em etapa imediatamente anterior ao início da pandemia do Covid-19) e documentos (verificar Apêndice C para detalhes).

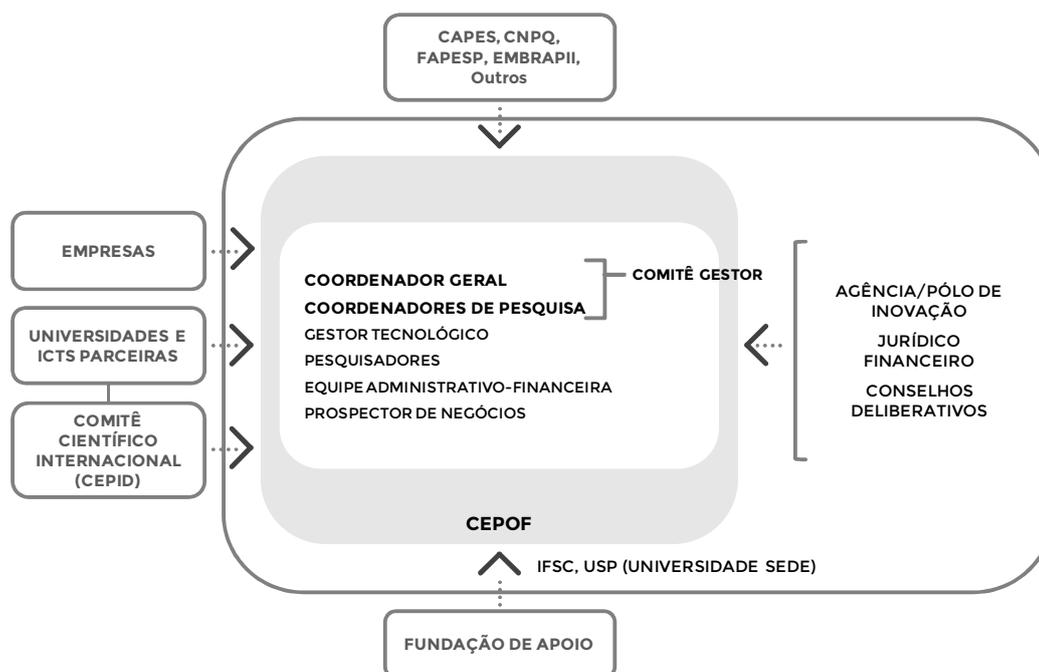
As entrevistas foram realizadas com oito colaboradores (entrevistados E_1 a E_8): coordenador geral; coordenador de transferência de tecnologia; gestor do laboratório de apoio tecnológico; especialista de laboratório; pesquisador de apoio; secretárias de apoio administrativo (dois membros da equipe administrativo-financeira de recursos Embrapii; e secretária da equipe administrativo-financeira de outros programas de financiamento à inovação em vigor).

Na seção 6.2.1, a gestão de PD&I é caracterizada pela descrição da dinâmica de atuação de atores e dos ciclos gerenciais na realização de *throughputs*. Na seção 6.2.2, são apresentados os resultados de análises minuciosas realizadas quanto ao impacto de tal dinâmica no estabelecimento de articulações entre componentes envolvidos com a PD&I, com enfoque nas operações, em consonância com o recorte de estudo definido. A última seção (6.2.3) discorre sobre como o estudo realizado apoia a construção da proposta principal desta tese.

6.2.1 Compreensão da dinâmica de gestão de PD&I

Os principais atores presentes na dinâmica de realização de PD&I da unidade constam representados na Figura 18.

Figura 18 — Atores envolvidos com a realização de PD&I



Fonte: Autoria Própria (2021)

No ambiente interno do centro, a estrutura de atores e de funções corresponde a: i) coordenação de suas áreas finalísticas (pesquisa, difusão, inovação), delegadas a um comitê gestor, composto por pesquisadores docentes (dentre eles, o coordenador geral); ii) equipes administrativo-financeiras; iii) prospector de negócios; e iv) gestor de projetos tecnológicos.

A estrutura de autoridade para a realização de projetos de PD&I, centralizada no coordenador geral, mas com autonomia técnico-científica dos demais coordenadores e equipes; e a estrutura de funções existente revelam organização de pessoal estabelecida por meio de divisões de trabalho para a distribuição de conhecimentos técnico-científicos e administrativos sem enrijecerem a realização da PD&I.

Na prática, concentração de funções gerenciais informalmente assumidas por equipes administrativo-financeiras e coordenador geral apontam a estruturação de equipe multifuncional que contribui para a interação e para a agilidade na execução dos diversos *throughputs* do centro. Tais aspectos alinham-se, até certo ponto, às características de

modelos organizacionais flexíveis, menos formalizados e propícios à inovação (BARLATIER; GIANNOPOULOU, 2011; BOARDMAN; PONOMARIOV, 2014) e à autonomia esperada para a realização das operações (BEER, 1985; ESPEJO; GILL, 2011).

No entanto, tais aspectos constroem-se com a tendência ao estabelecimento dos principais fluxos decisórios no coordenador geral, que acumula múltiplas funções (pesquisador, gestor de projetos, de pessoas, negociador e outras): *“há apoio técnico responsável pela prospecção, mas o processo ainda é coordenado pelo E₁, que detém conhecimento técnico e habilidade para negociar”* (E₃); *“a prestação de contas é feita de forma centralizada no coordenador geral”* (E₈).

Gestores científicos de áreas (gestor de projetos de PD&I e coordenadores de projetos de pesquisa, que também compõem os comitês gestores) ocupam-se mais da coordenação técnico-científica (orientações e acompanhamento de pesquisas), como revela um dos entrevistados: *“E₃ é o gestor dos membros, mas atua mais no aspecto técnico do que gerencial”* (E₅). Quanto à relevância do desenvolvimento de habilidades em gestão para líderes científicos e à adoção de práticas gerenciais para melhor realização das rotinas do centro, alguns relatos contraditórios foram identificados:

Os coordenadores específicos de projetos acabam desenvolvendo habilidades que modelam seus perfis para atuarem como líderes científicos e gestores de projetos [No entanto] a gestão de projetos ocorre mais com necessidade de apoio operacional que decisório [...], compras, organização do plano de negócios, viagens da equipe e, assim por diante, ainda é algo que deixa a desejar (E₁);

Se formalizar [capacitação] demais no momento, atrapalha mais do que ajuda (E₂).

Tentativa de balancear a divisão de trabalho (e tomadas de decisão entre atores organizacionais) é proposta pelos programas de financiamento em vigor, ao exigirem existência de comitês gestores e de suporte também gerencial (além de administrativo) (como prerrogativas dos programas Cepid e Inct); estruturação de funções para os processos de prospecção de negócios e gestão de projetos (programa Embrapii). Sobre a atuação de suporte gerencial, segundo um dos entrevistados (E₂), há dificuldades para contratá-los, tanto pela indisponibilidade no mercado quanto pelas restrições de recursos financeiros universitários.

No que concerne à interação com as agências de financiamento, o acesso aos recursos para a formalização de projetos tecnológicos é facilitado pelo modelo de financiamento Embrapii: *“A Embrapii não precisa de projeto. O gestor tem o recurso à disposição”* (E₃); *“[a Embrapii] aumentou o número de parcerias, facilitou”* (E₄).

Existência de estruturas organizacionais exigidas pelos programas, como já

comentado, e diretrizes de negócio da Embrapii — manual operacional; plano de trabalho; indicadores e metas; dentre outros — são exemplos de mecanismos gerenciais que contribuem para a organização e para o planejamento de projetos de PD&I, avaliação e controle das atividades.

Embora alguns desses mecanismos não tenham sido apontados como prioritários à realização de operações por entrevistados, podem ser considerados padrões que levam a melhores resultados, sem comprometerem o nível de flexibilidade necessário (tal como discorrem autores como Krapp (2001) e Sapienza (2004), quanto ao uso de padrões em ambientes de pesquisa).

As estruturas institucionais executoras de atividades correlatas ao núcleo de inovação tecnológica (NIT) atuam de modo descentralizado: a agência de inovação e jurídico institucional localizam-se na cidade de SP, enquanto o pólo de inovação e o prospector de negócios, na cidade de São Carlos, porém, de modo fragmentado. As três primeiras estruturas parecem atuar mais diretamente nas etapas de conformação de propostas, isto é, na formalização de convênios e nos processos de transferência de tecnologia.

Todos os entrevistados consideraram a prospecção fundamental para direcionar o estabelecimento de projetos de PD&I, havendo uma pessoa dedicada à prospecção de parcerias com empresas antes mesmo do credenciamento Embrapii (essa financiadora exige, como um dos requisitos para credenciamento, a existência de apoio nessa área).

Outro intermediário é a fundação de apoio, que atua como apoio administrativo quando há formalização de convênios. Depoimentos coletados evidenciam não satisfação quanto à sua atuação: *“a fundação atua como uma gestora financeira, coletando assinaturas do convênio e emitindo cobranças para a empresa. Não assume papéis como compras, coleta de orçamentos, importações”*; a fundação *“não entende as necessidades, não tem conhecimento técnico sobre as demandas”*.

Quanto ao papel da universidade sede, alguns entrevistados explicitaram dificuldades quanto ao andamento de processos internos (em instâncias institucionais) para a formalização de projetos tecnológicos: *“Quando submete projetos tecnológicos dentro dos conselhos [deliberativos] ainda é questionado. Acaba passando mas com grande esforço”*; *“Às vezes há demora nos trâmites internos para o estabelecimento de convênios.”* O envolvimento do coordenador das entidades em cargo diretivo do ICT também foi levantado como importante facilitador para agilizar os processos deliberativos internos.

As macro ações gerenciais de coordenação e controle do centro ocorrem de modo independente à universidade sede. A definição de estratégias e oportunidades dá-se pela

condução de reuniões anuais de planejamento, enquanto o controle das atividades de PD&I ocorre por meio de avaliações semestrais de indicadores e metas; e por *feedbacks* do coordenador geral quanto à atuação dos laboratórios.

No contexto de execução e de controle de rotinas de projetos, além da gestão por macroentregas, foi relatada a prática de avaliações contínuas de projetos por equipes de pesquisadores (internas e de ICTs parceiros), as quais atuam de modo colaborativo e em sinergia, tal como descrito por E₄: “[...] *um bom contato entre todas as partes permite uma constante troca de informações durante a execução do projeto fazendo com que possíveis erros sejam identificados e corrigidos rapidamente*”;

A síntese do conjunto de aspectos levantados encontra-se disposta no Quadro 8 (cujo conjunto de *throughputs* foram inicialmente apresentados no Capítulo 3, Quadro 2, e sintetizados na Figura 10, do Capítulo 4) em que também são expostas, ao final, algumas limitações identificadas.

Quadro 8 — Síntese da gestão de PD&I

Variáveis	Síntese
Estrutura e organização de atores	Estrutura hierárquica composta por: universidade sede (atua provendo suporte institucional de: escritórios de transferência tecnológica; setores jurídico e financeiro; conselhos deliberativos; infraestrutura; quadro de colaboradores de carreira, bolsas); coordenador geral; equipes administrativo-financeiras; coordenadores de área e equipes de execução de projetos; apoio técnico de prospecção de negócios. Há formalização de funções dos envolvidos nos <i>sites</i> institucionais, não tendo sido identificadas atribuições de responsabilidades formalizadas. Além de empresas, fundação de apoio e agências de financiamento, ICTs e universidades externas são outros atores que participam de parcerias científicas, dentre os quais, a existência de um comitê consultivo científico internacional.
Throughputs operacionais	Desenvolver Oportunidades e Estratégia de PD&I: Há missões estabelecidas e apoio técnico para a prospecção. Há reuniões anuais de planejamento do coordenador geral com equipes de projetos. Desenvolver e Gerenciar Projetos de PD&I: A execução dos projetos tecnológicos ocorre por meio de atuação de equipes interdisciplinares, sendo definida por macroentregas. O coordenador geral tem conhecimento de todos os projetos em andamento, atuando como um gestor de portfólio. As equipes de pesquisa atuam de forma integrada e interativa. Equipe administrativa e financeira de projetos de PD&I atua como escritório informal de projetos, intermediando contatos com as partes envolvidas e executando ações administrativas e gerenciais. Gerenciar serviços: Não identificado. Gerenciar Transferência de Tecnologia: Há apoio institucional de escritórios de transferência tecnológica e assessoria jurídica, os quais atuam de modo descentralizado. Há ênfase no depósito de patentes.
Throughputs de suporte e gerenciamento	Desenvolver e Gerenciar Recursos Humanos: Ausência de processos institucionais voltados ao desenvolvimento de RH. Gerenciar Conhecimento: Há <i>sites</i> institucionais para o compartilhamento de conhecimentos técnico-científicos (patentes, artigos de alto impacto, dentre outros), para a divulgação de parcerias empresarias e para a comunicação institucional. Há predomínio de conhecimento tácito. Gerenciar Recursos Físicos: As compras de materiais e de equipamentos ocorrem conforme cronograma financeiro de cada projeto, com a atuação de equipes administrativas e o apoio de pesquisadores. Não há plano de manutenção preventiva de equipamentos e há ausência de adoção de ferramentas para a gestão de estoques e/ou manuais operacionais para o uso de equipamentos. A infraestrutura do

	<p>laboratório de execução de projetos tecnológicos já não suporta crescimento.</p> <p>Gerenciar Recursos Financeiros: Há equipes específicas para a gestão administrativa e financeira de recursos extraorçamentários (verificar Figura 20).</p> <p>Gerenciar Riscos, Avaliação e Controle, Compliance, Accountability: Riscos são avaliados na etapa de negociação. Há avaliações anuais do coordenador geral com as equipes de execução de projetos. Para projetos de PD&I, há o acompanhamento contínuo de metas e indicadores de desempenho. A <i>Accountability</i> ocorre de acordo com os cronogramas de prestação de contas dos programas de fomento e divulgação de relatórios de uso de recursos pelo ICT. Embora a universidade sede desempenho papel de governança, não foram identificadas diretrizes internas para a realização da PD&I.</p> <p>Gerenciar Parcerias: São mantidas interações com empresas, universidades e outros ICTs.</p> <p>Desenvolver e Gerenciar Capacitações de Negócio: Encontros anuais entre unidades credenciadas Embrapii contribuem para o desenvolvimento e o aprimoramento de competências operacionais e gerenciais. A sustentabilidade foi fator narrado como presente nos projetos e nos negócios. O padrão identificado como presente refere-se ao modelo operacional Embrapii.</p>
Práticas	Gestão de desempenho (metas e indicadores); gestão de projetos (macroentregas estabelecidas no plano de trabalho; equipes interativas); gestão do conhecimento (uso de diretórios e emails para o registro de informações pelas equipes administrativas, <i>sites</i> institucionais para divulgação de conhecimentos científicos e comunicação institucional); relato de serem seguidas boas práticas laboratoriais; atuação de equipes multifuncionais.
Limitações	Ausência de: vinculação entre canal prospector e escritórios de transferência tecnológica para a captação de oportunidades; sistema informacional compartilhado para gerir projetos; processos de desenvolvimento de RH; infraestrutura institucional para fomento ao empreendedorismo e inovação (como incubadoras ou similares); diretrizes para uso e dimensionamento de laboratórios. Entendimentos controversos sobre o uso de padrões gerenciais e capacitação.

Fonte: Autoria Própria (2021)

6.2.1 Fatores interferentes ao estabelecimento de articulações na realização de PD&I

Ao focar as análises nas operações, algumas estruturas e práticas podem ser apontadas como interferentes às articulações entre o seu conjunto de *throughputs* e atores, contribuindo para reduzir esforços e, ainda, para regular as atividades. A atuação de equipe multifuncional, por exemplo, contribui para agilizar trâmites internos e para coordenar as ações administrativas com parceiros empresariais, apoiando a gestão de projetos de PD&I, através do acompanhamento e da atualização de suas macroentregas, além da execução de outros controles internos para o estabelecimento de parcerias.

A implantação de diretrizes de agências de financiamento para a realização de PD&I (como o uso do plano de trabalho, que se estabelece como ferramenta de comunicação entre os diversos atores envolvidos com os projetos, em que se definem, além de macroentregas, os cronogramas financeiros e alguns aspectos sobre propriedade intelectual) e o perfil gerencial e empreendedor de lideranças também podem ser considerados outros direcionadores à estruturação de articulações para a realização de PD&I.

Além do aperfeiçoamento de competências em C&T propiciadas pelas linhas de financiamento em vigor, as quais contribuem para direcionar os objetivos do centro, também pôde ser constatada a contribuição das agências de financiamento na otimização de articulações, seja pela flexibilidade e pela autonomia propiciadas para o uso de recursos e para o estabelecimento de projetos de parcerias tecnológicas (este último, mais presente no modelo Embrapii); seja pela disponibilização de canais efetivos de comunicação; seja por diretrizes estabelecidas como requisitos ao financiamento, como exigência de complemento de recursos financeiros de projetos por meio de parcerias empresariais e obrigações operacionais e gerenciais a serem cumpridas como requisito ao financiamento.

Trata-se (as obrigações operacionais e gerenciais) de melhores práticas de sistemas de inovação mais avançados, como a atuação de gestores de suporte para a profissionalização da pesquisa (programa Cepid), similar ao modelo de gestão dos *Engineering Research Centers* (ERC), da *National Science Foundation* (NSF) (Estados Unidos).

Já para o programa Embrapii, o modelo de financiamento e as práticas exigidas, como o acompanhamento de indicadores e metas (em que se avaliam processos prospectivos, taxa de sucesso, propriedade intelectual, dentre outros), plano de trabalho por macroentregas, foram estruturados a partir de *benchmarking* internacional (verificar Ransom e Amaral (2015)) e assemelham-se a mecanismos levantados pela RBS, apresentados no Quadro 10 do próximo capítulo.

A atuação de lideranças científicas e as suas interferências no comportamento e nos resultados do centro também puderam ser constatadas, com destaque ao perfil da liderança científica principal, que atua alavancando a eficiência da P&D através do acúmulo de competências técnico-científicas, gerenciais e empreendedoras.

Trata-se de liderança que procura grande proximidade com os diversos processos e atores internos e externos, a fim de agilizar a concretização de projetos tecnológicos, contribuindo para o estabelecimento de cultura colaborativa e empreendedora, esta última, também influenciada por outras lideranças. A atuação interativa e colaborativa entre equipes de pesquisadores, por sua vez, contribui para o ajuste de projetos e resolução de problemas de modo dinâmico.

Apesar da autoridade do coordenador geral e a centralização decisória facilitarem a integração de esforços e de conhecimentos científicos para a realização da PD&I, gerando unicidade das operações aos propósitos do centro, e a concentração informal de funções agilizar processos internos, existem atividades que se efetivam à custa de reduzido

quantitativo de colaboradores — equipes administrativo-financeiras e coordenador geral.

Assim, tal como autonomia estabelecida para o uso do conhecimento científico, é oportuno fortalecer o compartilhamento de competências gerenciais para a melhor distribuição de fluxos decisórios, o que requer, em contrapartida, inovação na cultura interna, constatada como parcialmente cética à profissionalização de PD&I, tal como relatos apresentados na seção 6.2.1.

Embora, através de governança por parte da universidade sede garanta-se, além de transparência institucional, provimento de infraestrutura, de funcionários de carreira técnico-científica e atuação de instâncias institucionais (escritórios, comitês e conselhos), reduzida articulação interna para o processo prospectivo; “*morosidade institucional para liberação de convênios*”; “*quando submete projetos tecnológicos dentro dos conselhos [deliberativos] ainda é questionado*”; e atuação insatisfatória de fundação de apoio são limitações que sugerem a ausência de mecanismos avaliativos macros e interações junto a intermediários não devidamente estabelecidas aos propósitos de efetividade da PD&I.

Enquanto **interações estruturais** internas (para a administração do centro, por meio da atuação de equipe multifuncional; para a realização de pesquisa, por meio da atuação de equipes de pesquisa colaborativas) e externas (junto a agências de financiamento; e junto a outros ICTs) e as **competências múltiplas de lideranças** têm direcionado o alcance de agilidades, regulação de competências e integrações entre colaboradores (as últimas, também decorrentes de **valores para a colaboração** presentes no âmbito de realização das operações de PD&I), **comportamentos organizacionais não totalmente voltados à inovação**, tais como ceticismo de pesquisadores à profissionalização da PD&I e governança não totalmente direcionada à PD&I, podem ser considerados limitadores à gestão de PD&I.

6.2.3 Contribuições do estudo de caso exploratório

Ficou evidenciada a vocação de centro universitário brasileiro para a realização de etapas pré-competitivas da inovação, juntamente com a priorização do complexo conjunto de atividades vinculadas à missão universitária (formação profissional; geração e difusão de conhecimento; geração de propriedade intelectual), o que apoia a inclusão de tais estruturas na rota de geração de inovação tecnológica, em atendimento a peculiaridades do sistema de inovação brasileiro, tal como defende esta tese.

Importantes *insights* sobre a dinâmica da gestão de PD&I em ICT do sistema de inovação brasileiro puderam ser estruturados a partir do modelo de referência utilizado como

parâmetro (Figura 10, do Capítulo 4). O conjunto de agentes externos previamente definido (intermediários: no caso, fundação de apoio, já que a estrutura do NIT é interna; e agências de financiamento à inovação) pode ser considerado como representativo da dinâmica operacional e administrativa em que o ICT estudado se insere.

Parcerias junto a agências de financiamento têm induzido o aprimoramento da identidade do centro, por meio de linhas de financiamento direcionadas, pelas orientações sobre estrutura organizacional e pela implantação de práticas operacionais, contribuindo para definir o *modus operandis* da unidade. Os *throughputs* operacionais, secundários e demais componentes mostraram-se úteis para a avaliação sobre o modo de condução gerencial do ICT.

Em complemento aos achados da RBS, uma compreensão inicial sobre articulações entre o conjunto de componentes (atores, *throughputs*, recursos, práticas) para a realização de PD&I, bem como sobre fatores que as afetam, direcionando-as ou limitando-as, pôde ser alcançada. Todavia, a melhor sistematização de construtos e variáveis ainda se mostrou necessária, apoiando a relevância de elaboração de um modelo mais robusto.

As relações estruturais cooperativas presentes — expressas por meio de práticas e por diretrizes operacionais e gerenciais de agências de financiamento; pela atuação de equipe multifuncional, e por colaborações científicas —, além da atuação de lideranças integrativas para o alcance de resultados tecnológicos, podem ser considerados críticos à geração de *outputs* tecnológicos com agregação de valor, portanto, devem ser fortalecidos no contexto analisado. Já a priorização de ações para o aprimoramento de aspectos comportamentais prejudiciais, como o ceticismo à profissionalização da pesquisa, poderão contribuir para a redução de limitações identificadas.

A partir de uma análise focada nas operações, ficou constatada a representação de *throughputs* secundários através da atuação de estruturas de suporte e de práticas, como a atuação de equipe multifuncional e de práticas avaliativas (acompanhamento de indicadores e metas, estabelecidas por diretrizes de agências de financiamento), cujo impacto (positivo) pode ser diretamente percebido nas operações.

Esses achados também mantêm relação com o modelo VSM (BEER, 1985), sobre o papel desempenhado por estruturas de suporte (componentes do metassistema definido no VSM, para a coesão das operações e manutenção de sua estabilidade), apoiando adequações no escopo de estudo (operações de PD&I), através de ajustes e de refinamentos na perspectiva de gestão de PD&I (tal como *framework* da Figura 11, apresentada no Capítulo 4).

O estudo exploratório também instigou reflexões a cerca do impacto de variáveis

comportamentais na realização das operações de PD&I como, por exemplo, a interferência de determinados perfis de lideranças e de valores para a realização de PD&I. Tais aspectos foram melhores analisados na literatura para comporem o modelo proposto.

Os resultados de nova rodada de verificação de literatura para a estruturação dos construtos do modelo com enfoque na gestão de operações de PD&I são discorridos no próximo capítulo, em que também são realizadas menções sobre o estudo exploratório. Considerações conclusivas desse caso são discorridas no capítulo de fechamento da tese (no Capítulo 9).

7 MODELO PARA A CARACTERIZAÇÃO DE FATORES QUE AFETAM A GESTÃO DE OPERAÇÕES DE PD&I

O principal *gap* teórico que a presente proposta busca preencher refere-se à ausência de modelo para subsidiar a análise da gestão de operações de PD&I em ICTs com vistas à caracterização de fatores que a afetam, condizente com as especificidades desses sistemas complexos adaptativos organizacionais.

A partir de uma breve recapitulação, salientamos que a busca por solução para esse *gap* teórico foi precedida da elaboração de uma perspectiva de gestão de PD&I para ICTs brasileiros e por refinamentos posteriores, incluindo contribuições provenientes de sua exploração em campo, para melhor delimitar a estrutura básica (apresentada no Capítulo 4) do modelo conceitual teórico elaborado.

A proposição de sustentação desse modelo parte de considerações como “*as relações entre os componentes de um sistema são geralmente mais importantes do que os próprios componentes*” (CILLIERS, 2005, p. 140) e “*a gestão de um sistema requer o conhecimento das articulações entre todos os seus componentes e pessoas que trabalham nele*”(DEMING, 1993, p. 50), as quais mantêm relação com o conceito de gestão de operações de PD&I desenvolvido a partir do referencial teórico apresentado nos capítulos prévios.

Sua lógica é que, por ser, a gestão de operações de PD&I, a integração de ações gerenciais evolucionárias para orientar o estabelecimento de articulações efetivas entre os diversos componentes envolvidos com as operações, fatores que afetam a sua gestão afetam o modo como articulações entre tais componentes se efetivam. Portanto (dedutivamente) tais fatores podem ser caracterizados a partir da compreensão sobre o impacto de variáveis representativas da dinâmica gerencial das operações no estabelecimento dessas articulações.

Conforme é detalhado e conceituado neste capítulo, as variáveis representativas da dinâmica de gestão das operações de PD&I, definidas da literatura de ICTs, vinculam-se às dimensões estrutura, comportamento e práticas, enquanto as articulações referem-se aos fluxos de inter-relações, regulação (*loops* de *feedback* negativo) e integração *bottom-up* entre componentes.

Dessas denominações, a proposição de sustentação pode ser reescrita como um enunciado-conjetura (proposição geral, P_g) *modus tollens*²:

Se fatores que afetam a gestão de operações de PD&I afetam o modo como articulações entre partes envolvidas com as operações se efetivam, então a caracterização desses fatores pode se dar compreendendo-se o impacto de variáveis dimensionais (de ordens estruturais, comportamentais e práticas), representativas da dinâmica da gestão de operações, no estabelecimento de articulações (inter-relações, regulação e integração *bottom-up*) que se estruturam entre componentes envolvidos nesta complexa dinâmica.

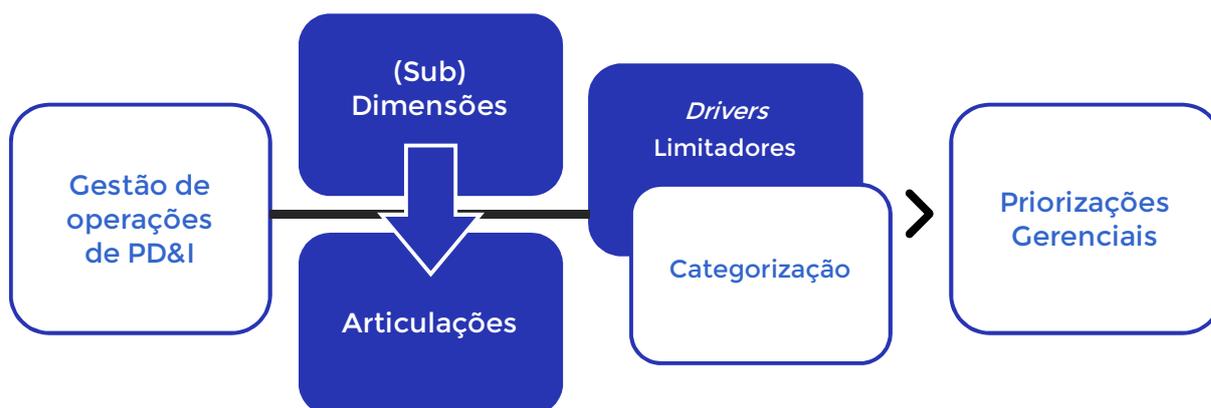
Essa proposição de sustentação geral (P_g) é desdobrada em duas outras amplas proposições, apresentadas ao final da seção 7.3, como busca à especificação de relacionamentos existentes entre dimensões gerenciais e articulações, para apoiar os construtos do modelo. Como para o desenvolvimento de produtos (estudos como Cooper (2019) e Toledo *et al.* (2008) podem ser verificados), os *drivers* referem-se a estratégias, táticas, práticas e elementos comportamentais.

Como em qualquer outro processo, é importante reduzir redundâncias e desperdícios de recursos nos processos criativos, bem como formas de promover economias de escala e de escopo associadas ao desenvolvimento tecnológico (NELSON, 1996). Ao contribuírem para o estabelecimento de articulações efetivas na realização das operações de PD&I, os *drivers* podem gerar, como efeitos, sinergias, regulações (adaptações) e/ou economias de escala e de escopo associadas à execução de operações. Em caminho oposto, a falta de ocorrência de tais relações aponta a possível presença de limitadores, os quais, igualmente caracterizados, podem contribuir para a estruturação de melhorias gerenciais.

Considerando o que propõem Forster e Rockart (1989), sobre a estruturação de prioridades gerenciais e criação de planos de ação a partir da identificação de fatores de sucesso, associando as tipologias de articulações, que são comentadas na seção 7.2, à caracterização de *drivers*/limitadores, uma categorização é sugerida, o que pode ser útil à estruturação de prioridades gerenciais (*a posteriori*) em diferentes planos (operacional, tático e/ou estratégico) (FIGURA 19).

²Seguindo orientações do método hipotético-dedutivo adotado como referência, o modelo apoia-se em proposições passíveis de teste (e que nesta tese foram indiretamente testadas, pela atribuição de significados dos pesquisadores à interpretação realizada por entrevistados sobre perguntas relacionadas à gestão de operações de PD&I e por condução de análises documentais, através de caso descrito no Capítulo 8), para a tentativa de tornarem falsas as suas consequências deduzidas, mediante o *modus tollens*: “se p, então q, ora não q, então não p”. Se q é deduzível de p, mas q é falso, logicamente, p é falso (MARCONI; LAKATO, 2017, p. 105). Assim, se a dedução de que a caracterização dos fatores que afetam a gestão de operações de PD&I pode se dar a partir da compreensão sobre as relações entre as variáveis anunciadas for falsa, também o será a lei geral que a antecede, de que fatores que afetam a gestão de operações de PD&I afetam o modo como articulações entre partes envolvidas com as operações se efetivam, tornando inválidos os construtos do modelo elaborado.

Figura 19 — Dinâmica de relações entre variáveis do modelo



Fonte: Autoria Própria (2021)

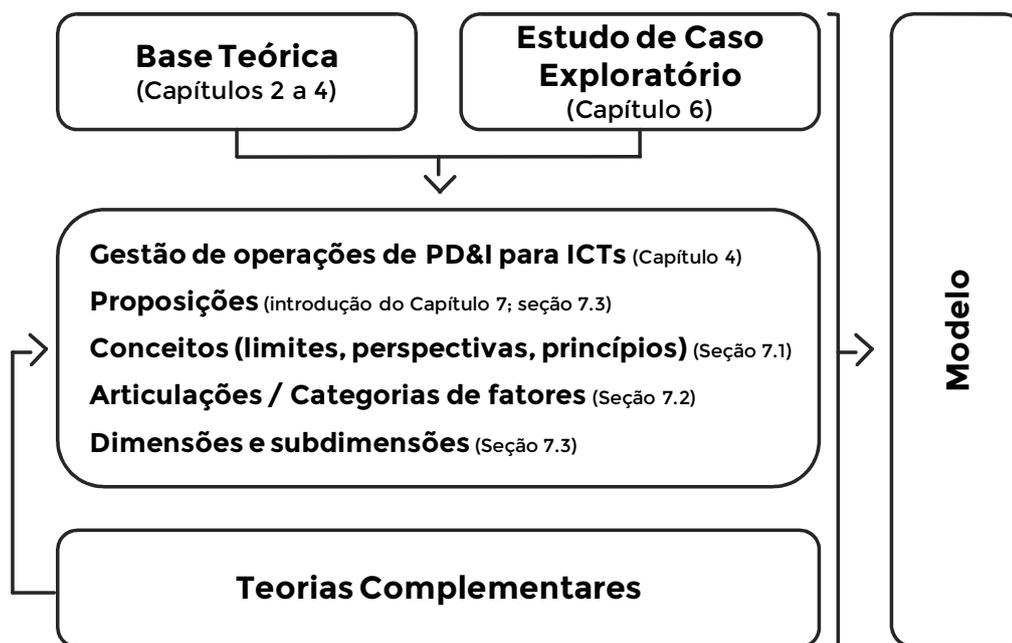
Diversos aspectos expostos ao longo dos capítulos prévios são aqui reforçados, detalhados e somados a contribuições teóricas complementares provenientes de subáreas da engenharia organizacional, como gestão da inovação tecnológica e teorias que mantêm associação aos princípios do pensamento sistêmico (abordagem holística). Quanto às dimensões estabelecidas no modelo proposto, muito embora sejam comuns a sistemas organizacionais, enfatizamos, como relevante contribuição, a cuidadosa estruturação de suas variáveis (subdimensões) a partir de especificidades de ICTs referendadas na literatura especializada (compilada nos capítulos 2 a 4).

Exemplos e justificativas discorridos ao longo da seção 7.3, sobre as dimensões (e subdimensões) definidas e suas possíveis relações com as articulações presentes nas operações, incluindo menções sobre o caso exploratório, contribuem para melhor compreender o impacto dessas dimensões na estruturação de articulações que baseiam o modelo, para a estruturação de proposições.

O Capítulo 7 encontra-se dividido em três seções principais. A seção 7.1 delimita as condicionantes relacionadas à aplicação do modelo, ou seja, seus limites, perspectivas e princípios. A seção 7.2 apresenta a conceituação das principais articulações consideradas como presentes na execução das operações de PD&I, das quais decorre a proposta de categorização dos *drivers* e limitadores. Segue-se, em 7.3, para a apresentação das variáveis dimensionais representativas da dinâmica gerencial de operações de PD&I.

Os principais componentes do modelo e a lógica de sua construção encontram-se esquematizados na Figura 20.

Figura 20 — Lógica de elaboração do modelo conceitual teórico



Fonte: Autoria Própria (2021)

7.1 ASPECTOS CONCEITUAIS DO MODELO

Inicialmente, alguns conceitos embasadores dos construtos são esclarecidos realizando-se considerações referentes a dois princípios comuns ao estudo de sistemas, os quais envolvem a definição de seus limites (fronteiras) e as suas perspectivas de análise (BIDER; BELLINGER; PERJONS, 2011; MIGLEY, 2008; PHILLIPS; RITALA, 2019). Também são descritas algumas características essenciais de embasamento da proposta, representadas por princípios.

7.1.1 Limites e perspectivas

Para se levantar o que afeta a gestão de operações de PD&I faz-se necessário explicitar, inicialmente, os limites e as características do sistema (ICT) que serão visualizados (BIDER; BELLINGER; PERJONS, 2011; MIGLEY, 2008; PHILLIPS; RITALA, 2019). Os limites considerados correspondem a aqueles já traçados no Capítulo 4, dando-se em função de **agentes externos** envolvidos com a execução de operações de PD&I em ICTs brasileiros.

Tais limites puderam ser verificados por meio do estudo de caso exploratório conduzido, em que pôde ser constatada a influência de intermediários e de agências de

financiamento na gestão de operações de PD&I. Tais agentes incorporam-se, portanto, ao conjunto de atores envolvidos com as operações de PD&I em ICTs.

Definidos os limites do sistema, partindo-se de uma visão *inside out*, no contexto interno de ICTs, as operações referem-se aos *throughputs* que ocorrem em um nível inferior ao nível organizacional, porém, que se integram aos seus macro-resultados (KOUAMÉ; LANGLEY, 2018).

As operações são um subsistema com viabilidade própria, isto é, atuam de modo adaptativo e mais autônomo possível, interpretando os objetivos concordados com a gestão superior (diretiva), porém, conectadas ao macroambiente organizacional, mantendo a unidade (ESPEJO; GILL, 2011; JACKSON, 2003). Recursivamente, esse subsistema compõe-se por *throughputs*, também com viabilidade própria. Tais subsistemas interligam-se, por sua vez, ao sistema macro-organizacional ICT.

Desse modo, para a caracterização de fatores que afetam a gestão de operações, além de adoção de uma abordagem processual, baseada em *throughputs* interfuncionais, também se justifica o emprego de uma perspectiva multinível, de modo a se identificar o que conecta as operações ao contexto macro-organizacional (ou o que debilita a ocorrência dessa conexão, para o caso de existência de limitadores de sucesso).

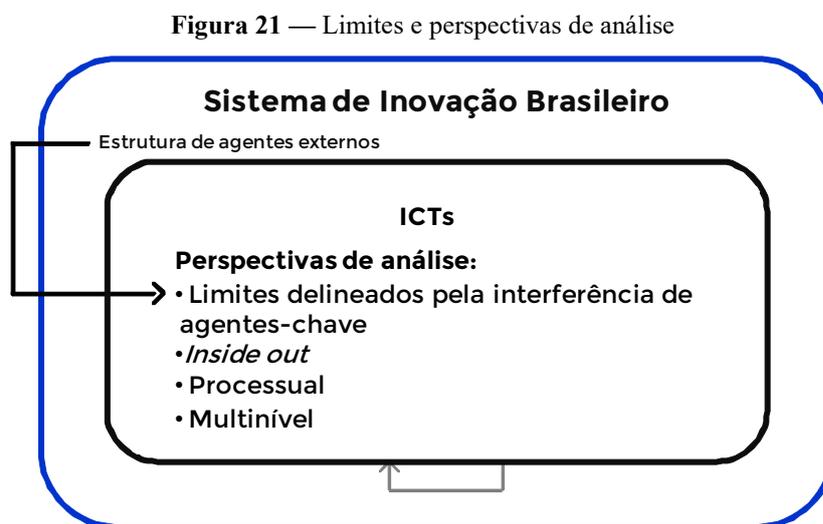
No escopo de **abordagem processual**, adotada para a organização dos *throughputs* de ICTs, a geração de valor é gerenciada horizontalmente, em uma visão interfuncional ponta a ponta (ABPM, 2013), através de processos-chave, juntamente com o apoio de processos secundários, alinhados a objetivos e estratégias macros (ARMISTED; PRITCHARD, 1999 *apud* SILVA (2012)).

Conforme já exposto, os processos de negócio chave referem-se às operações de PD&I (conjunto de quatro *throughputs* operacionais, que compilam o nível inferior de recursividade do sistema ICT), enquanto, nesta proposta, os processos de negócio secundários (*throughputs* de suporte e gerenciamento) representam-se por meio de práticas, atores e agentes de apoio. A caracterização proposta sustenta-se na descrição das operações e dos fatores que afetam a sua gestão, não dependente de todos os detalhes em escalas reduzidas (SIEGENFELD; BAR-YAM, 2020), no nível de minuciosidades de atividades, por exemplo.

Por fim, para que seja possível compreender a vinculação das operações ao nível macro-organizacional, uma **perspectiva multinível** torna-se oportuna, o que requer a consideração de abordagens *bottom-up* e *top-down* (GLUPA *et al.*, 2007; KOUAMÉ; LANGLEY, 2018) para o levantamento de informações, perspectiva freqüentemente defendida na área tecnológica, porém ainda pouco incorporada em estudos afins (PHILLIPS;

RITALA, 2019). Para tanto, a proposta pauta-se no envolvimento de diferentes camadas organizacionais para o levantamento de dados, tal como apontado no Capítulo 5 (na seção 5.2.1).

As delimitações apresentadas estão representadas na Figura 21.



Fonte: Autoria Própria (2021)

7.1.2 Princípios

O Quadro 9 aponta e reforça alguns aspectos embaixadores do modelo conceitual teórico.

Quadro 9 — Princípios embaixadores do modelo

Princípios	Detalhamento	Fundamentação
Operações como subsistema viável e recursivo	As operações de PD&I são consideradas como um subsistema com viabilidade em si mesmo (capaz de lidar com a complexidade, adaptando-se e, recursivamente, composto por <i>throughputs</i> também com viabilidade própria), pertencente ao sistema organizacional maior ICT. Sua gestão, embora tenda a ocorrer autonomamente, através de planejamento, coordenação e controle próprios, alinha-se a diretrizes e a regulações gerais do sistema que as contém.	Beer (1985)
Independência relativa para a gestão de operações e dos fatores que a afetam	Embora ICTs possam sofrer limitações decorrentes de seus modelos jurídico-institucionais, propõe-se a existência de espaços independentes para a definição de ações gerenciais de melhorias para o fortalecimento de <i>drivers</i> e eliminação de limitadores.	Åstrom <i>et al.</i> (2008); Ribeiro; Salles-Filho; Bin (2015)
Apoio não burocrático	Assim como modelos gerenciais para ICTs, o modelo proposto é instrumento que pode ser trabalhado para o alcance de <i>tradeoffs</i> aceitáveis entre variedade e eficiência, não tendo o intuito de burocratizar a gestão das operações e sim, de beneficia-la. Sua estruturação por meio de categorias busca apontar os horizontes em que intervenções (futuras) poderão ocorrer.	Biasini (2012); Cooper (2019); Poli <i>et al.</i> (2015); Sapienza (2004); Siegenfeld e Bar-Yam (2020)
Aperfeiçoamentos e adaptações contínuas	Em linha com a concepção metodológica desta pesquisa, adição de novidades advindas de experiências de ciclos de aplicações do modelo e de atualizações teóricas poderão aperfeiçoar seus construtos continuamente. O mesmo cabe aos resultados de sua aplicação. <i>Drivers</i> , por exemplo, poderão ser transformados em indicadores mensuráveis e acompanhados, não se tratando, no entanto, de aspectos imutáveis, devendo ser periodicamente revisados, alinhando-os à natureza dinâmica e evolucionária de ICTs.	Martins (2012); Migley (2008)

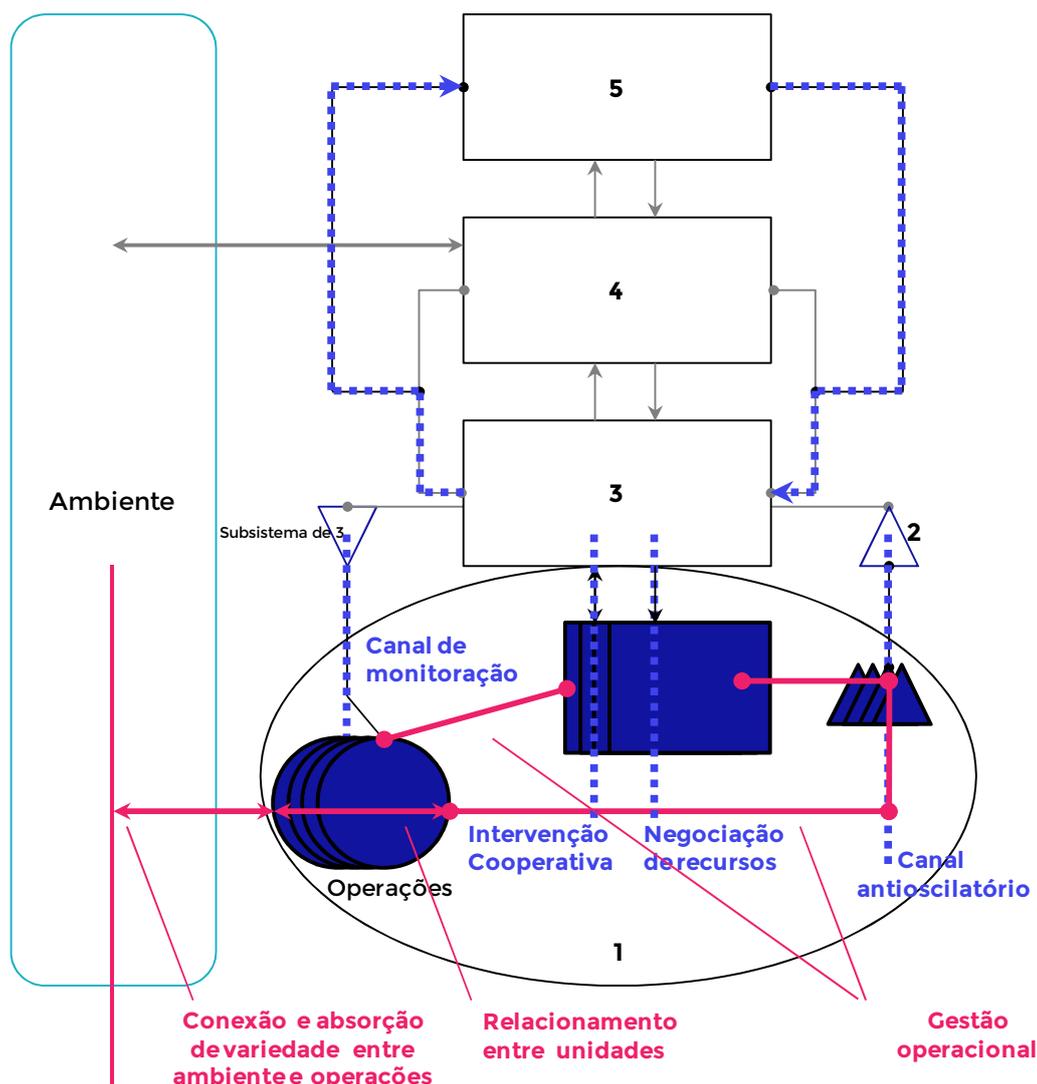
Fonte: Autoria Própria (2021)

Apresentados os embasamentos conceituais, são expostos, na sequência, os seus componentes de análise.

7.2 ARTICULAÇÕES SOB O ENFOQUE DA GESTÃO DE OPERAÇÕES DE PD&I

Uma abordagem comum é estruturar componentes de sistemas organizacionais complexos e suas inter-relações em termos de processos de influência, fluxos, *feedback* e propriedades emergentes (KAZAKOV; HOWICK; MORTON, 2021). Nesta proposta, há busca de entendimento sobre os fatores que interferem no estabelecimento de fluxos de relacionamentos e de *feedback* no contexto de operações de PD&I e que, conforme assumido, trazem implicações para a sua gestão. Parte dessas articulações (inter-relações entre componentes e regulação) baseiam-se em analogias e em adaptações dos canais de comunicação do VSM (FIGURA 22).

Figura 22 — VSM, com destaque aos canais de comunicação



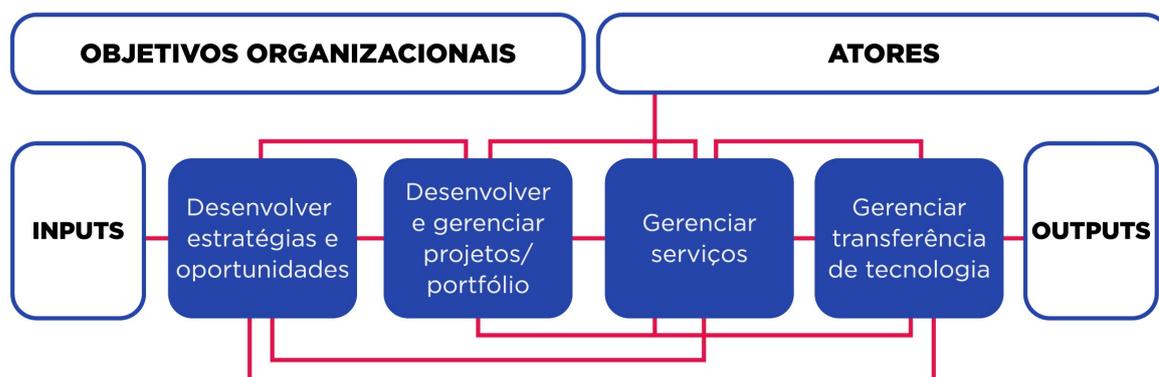
Fonte: Adaptado de Jackson (2003) e Sales (2015)

O contexto diretivo de ICTs, em analogia ao VSM, refere-se a estrutura executora das ações de desenvolvimento e de diretrizes macro-organizacionais (estrutura representada pelos elementos 4 e 5 da Figura 22), em que são planejados os objetivos e as macroestratégias de regulação, para a correspondência de ICTs às variações do ambiente que enfrentam. Através de canais verticais, *loops* de comunicação organizacional são mantidos com os demais elementos, para a absorção da variedade horizontal presente nas operações (elemento 1) (SALES, 2015).

Em ICTs, no nível de operações de PD&I, os seus *throughputs* devem atuar por meio de estruturas gerenciais próprias, porém, de modo interdependente, articulando-se entre si, com atores internos e externos. Tais fluxos relacionais fazem correspondência aos canais de

comunicação associados às operações do VSM, representados no elemento 1 do modelo VSM (de rosa na Figura 22). A representação dessas inter-relações no *framework* do modelo proposto pode ser verificada na Figura 23.

Figura 23 — Inter-relações entre atores (internos e externos), *throughputs* e recursos

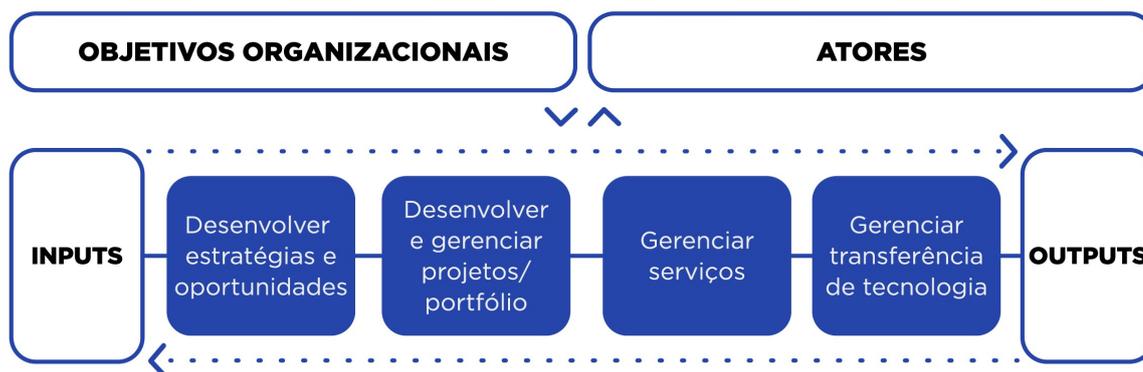


Fonte: Autoria Própria (2021)

A partir de um contexto macro, as operações são coordenadas, controladas e monitoradas, compartilham recursos e recebem *feedback* sobre o seu desempenho da gestão diretiva, tomando medidas corretivas necessárias para a manutenção de coesão aos objetivos macros de ICTs. No modelo do VSM (ver Figura 22), tais ações concretizam-se ao nível dos elementos 2 e 3, os quais articulam-se com as operações (elemento 1), através de canais de comunicação verticais. O conjunto desses canais são representados pelas linhas com contornos pontilhados na Figura 22, do VSM.

Os canais verticais representados correspondem ao: canal antioscilar (padronizam informações que vão de 2 para o elemento 1, para a atenuação de oscilações entre as operações); canal de negociação de recursos (do elemento 1 com o 3, com informações sobre o que é necessário ou o que falta para que as atividades sejam realizadas); canal de intervenção cooperativa (quando passam informações do elemento 3 para unidades do elemento 1, como forma de colaboração nas atividades comuns); monitoramento e auditorias esporádicas (para restringir a proliferação desnecessária de variedade, promovendo e reforçando diretrizes e padrões).

Figura 24 — Articulações de regulação



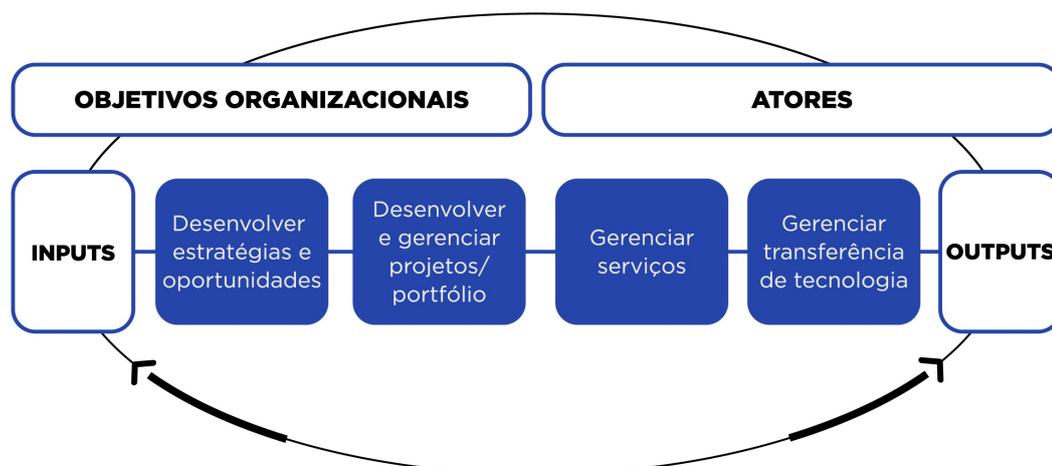
Fonte: A autoria Própria (2021)

No modelo da tese, o *loop* de *feedback* (linhas pontilhadas entre ambiente macro-organizacional e operações) representado na Figura 24 faz correspondência ao conjunto de canais descrito anteriormente.

Embora, formalmente, haja tendência ao predomínio de uma perspectiva de regulação *top down* das operações (*feedback* negativo, demonstrado na Figura 24), o que, no contexto de ICTs, corresponde à adaptação das operações por meio de diretrizes e controle organizacionais, para a viabilização de transformações necessárias à entrega de *outputs* tecnológicos, há aspectos comportamentais *bottom-up* em organizações complexas, provenientes de interações entre seus indivíduos (STACEY, 1996), capazes de influenciarem o contexto de ICTs, suas estratégias e geração de resultados.

Tais aspectos não são diretamente tratados pelo VSM (recursos e controle destacam-se como os seus componentes de enfoque (KAZAKOV; HOWICK; MORTON, 2021)), tão pouco por modelos tradicionais de gestão (MEYER; PASCUCCI; MURPHY, 2012). Eles podem fazer com que as operações, tendenciosas a atuarem autonomamente (por diretrizes, estratégias e regulações próprias de seus *throughputs*), interajam através de regras comportamentais de seus indivíduos (STACEY, 1996), contribuindo, coletivamente, para a emergência de valor à PD&I.

Figura 25 — Articulações de integração *bottom-up*

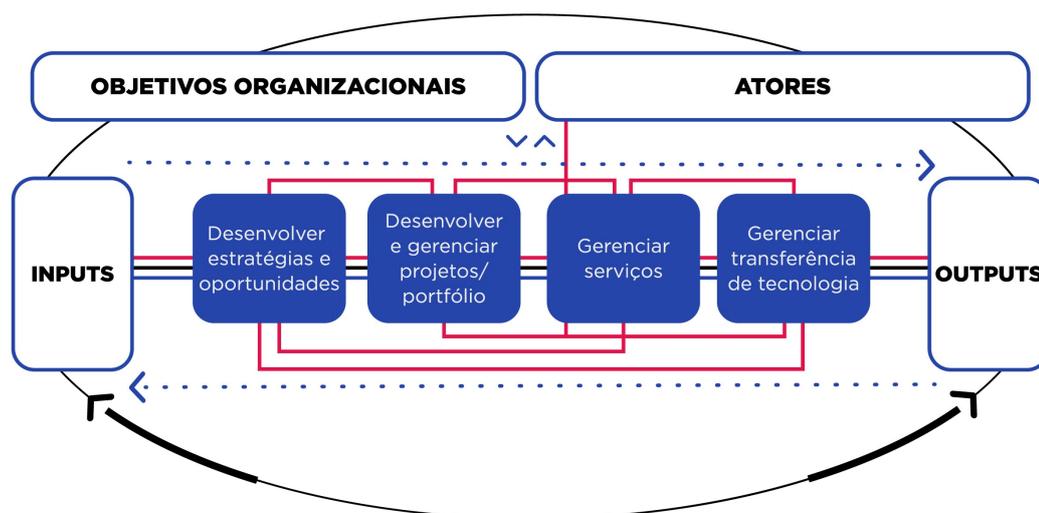


Fonte: Aatoria Própria (2021)

Considerar esses fluxos de interações, que podem se dar de modo formal e informal, é importante, por trazerem implicações à gestão de operações e à organização como um todo. Eles constam representados pelas setas ascendentes da Figura 25.

O conjunto das três articulações citadas — inter-relações entre *throughputs* operacionais, recursos e atores (internos e externos) (FIGURA 23); regulação das operações (*loops* de *feedback* por meio de coordenação e controle organizacionais) (FIGURA 24); e integração *bottom-up* (FIGURA 25) — encontra-se consolidado abaixo (FIGURA 26).

Figura 26 — Articulações entre componentes envolvidos com a realização de PD&I



Fonte: Aatoria Própria (2021)

Das articulações comentadas e consolidadas na Figura 26 decorre a categorização dos limitadores e *drivers*.

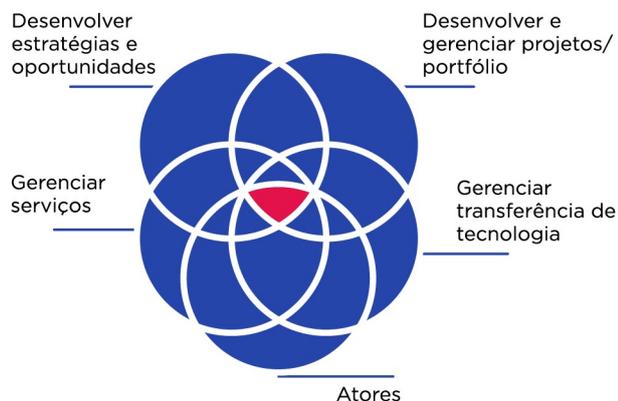
7.2.1 Categorização dos limitadores e *drivers* a partir das articulações

Com inspiração em Cooper (2019), que emprega categorias (de forma arbitrária) para dividir *drivers* de sucesso no desenvolvimento de novos produtos, propomos que uma categorização não hierárquica (em nível de importância) possa ser útil para orientar a estruturação dos fatores. As categorias são especificadas pelas mesmas denominações das articulações apresentadas na seção anterior.

A gestão de operações dinâmica e evolucionária defendida nesta tese, embora de essência operacional e tática, também conjuga pensamento de longo prazo, ao se ligar aos objetivos organizacionais e às suas macro-regulações, acompanhando-os, afetando-os e sendo por eles afetados, de modo contínuo, enraizando-se à identidade do ICT.

Desse modo, ao relacionar as categorias de limitadores e de *drivers* ao processo (futuro) de tomada de decisão para a implementação de ciclos de acompanhamento e de melhorias na gestão de operações de PD&I, é possível estabelecer que: i) a identificação de fatores que afetam as inter-relações entre componentes e a regulação das operações possibilitam intervenções com impactos de prazos mais reduzidos; ii) fatores de integração *bottom-up* podem apontar a necessidade de estabelecimento de ações a serem implantadas por meio de prazos estendidos, com resultados incrementais.

Primeiramente, a caracterização de fatores que afetam a gestão de operações de PD&I é mais operacional e visa a capturar o que afeta a otimização das operações de PD&I no seu contexto rotineiro: geração de economias de escala e de escopo no uso compartilhado de conhecimentos e de recursos; estabelecimento de fluxos laterais de comunicação e de tomada de decisões efetivos; dentre outros (FIGURA 27).

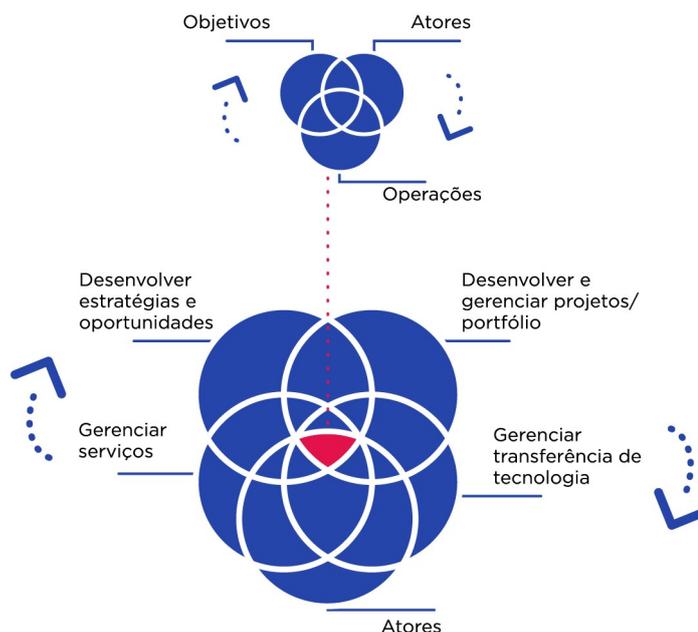
Figura 27 — Inter-relações entre componentes

Fonte: A autoria Própria (2021)

Considerando que a propriedade de ICTs de se adaptar ao longo do tempo traz implicações quanto às capacidades e às condições gerenciais necessárias para orientar a sua evolução (BIN; SALLES-FILHO, 2012), a segunda categoria de fatores relaciona-se aos mecanismos que afetam a estabilidade interna (JACKSON, 2003) das operações de PD&I, a qual deve ser buscada taticamente, guiando-se por prerrogativas estratégicas institucionais (e por suas adaptações).

Idealmente, a manutenção de um grau apropriado de estabilidade, garantindo-se capacidades (de recursos, atores, infraestrutura, etc) para o alcance das metas operacionais deve se desdobrar do *continuum* macro organizacional *feedback*-avaliação-tomada de decisão (FIGURA 29).

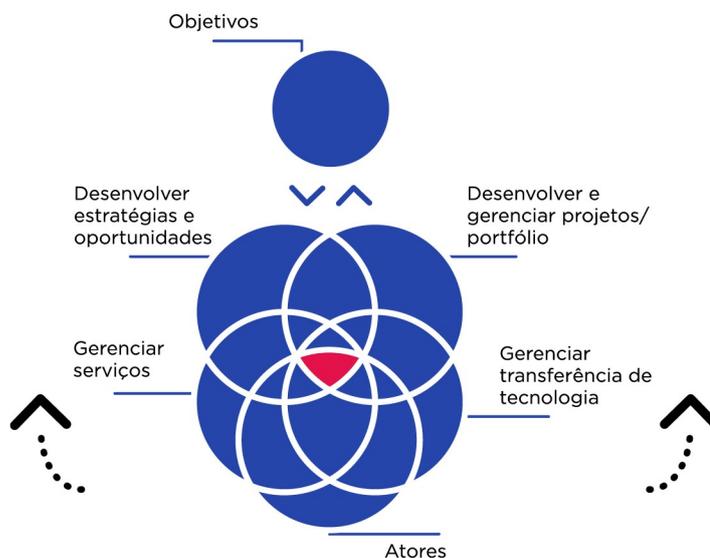
Figura 28 — Regulação das operações a partir da regulação organizacional



Fonte: Aatoria Própria (2021)

Já os fatores de integração *bottom-up* correspondem a mecanismos que podem afetar a produção de padrões emergentes de comportamento entre as partes e a sua coerência com o todo (STACEY, 1996) e, portanto, podem também afetar os resultados organizacionais. Apesar de o comportamento organizacional ser de natureza imprevisível (já que decorre de interações formais e informais) (STACEY, 1996), consideramos os espaços possíveis de intervenções para a definição de ações gerenciais capazes de gerar sinergias e produção de resultados cooperativos para o alcance de objetivos de ICTs (FIGURA 29), isto é, gerar padrões comportamentais favoráveis à emergência de proposição de valor à PD&I.

Figura 29 — Integração *bottom-up*



Autoria Própria (2021)

Para caracterizar os fatores de acordo com as categorias apresentadas (as quais mantêm relação com as articulações presentes nas operações), algumas dimensões relacionadas à gestão de operações de PD&I são consideradas.

7.3 DIMENSÕES DE ANÁLISE

Dado que a análise de uma organização (e de suas operações) pode ser abordada de distintas maneiras (FIGLIOLI, 2013), esta proposta pauta-se em análises de variáveis gerenciais vinculadas à estrutura de organização, a práticas e a alguns elementos relacionados ao comportamento de ICTs, buscando-se identificar suas relações com as articulações apresentadas na seção 7.2.

A estrutura possui forte relação com a forma pela qual são realizados os processos e os relacionamentos organizacionais (internos e externos) (LAM, 2005), enquanto aspectos comportamentais podem determinar o sucesso ou o fracasso de iniciativas empreendidas por organizações (ABPM, 2013). As práticas, por sua vez, são a chave para a estruturação de capacidades de inovação e de adaptação organizacional (GIBSON; SKARZYNSKI, 2008). Essas três principais dimensões desdobram-se em subdimensões levantadas da literatura relacionada ao contexto gerencial de ICTs, detalhadas nas próximas seções.

7.3.1 Dimensão Estrutura

Definir ICTs em termos de sistemas (*inputs, throughputs, outputs*, fronteiras e articulações) implica em uma estrutura que pode ser compreendida e examinada por alguma forma de hierarquia (PHILLIPS; RITALA, 2019; SIEGENFELD; BAR-YAM, 2020). Phillips e Ritala (2019) associam o conceito de hierarquia no contexto de sistemas complexos à: i) característica de formação de subsistemas dentro de um sistema mais amplo; ii) ao seu estabelecimento através de diferenças de influência e de contribuição de diferentes atores, especialização ou nichos; e iii) à posição de atores e de *throughputs* na criação de valor, sendo necessário, para a análise do impacto de seus laços, considerar também os fluxos que se estabelecem ao longo dos mesmos.

Para o recorte proposto, o foco de análise são o subsistema recursivo operações. A influência e a contribuição de diferentes agentes e atores (internos e externos) envolvidos nesse subsistema, bem como os fluxos de relacionamentos entre eles são dispostos, na dimensão estrutural, em termos de divisão de trabalho (modo de organização de funções e de atribuições de responsabilidades) e de autoridade para a tomada de decisão.

Estudos como Mattos (2005), Ransom (2015), Biasini (2012), Poli *et al.*(2015), Boardman e Ponomariov (2014), Barlatier e Giannopoulou (2011) revelam algumas características no tocante à divisão de trabalho e o seu impacto nos fluxos de tomada de decisão e comunicação. Esses estudos são brevemente comentados nos próximos parágrafos, como exemplos e justificativa para a consideração de tais subdimensões na análise da gestão de operações de PD&I em ICTs.

Os estudos também contribuíram para a estruturação de proposições sobre especificidades de relações entre variáveis do modelo proposto. Aqui, são desconsideradas as limitações quanto à falta de abordagem holística na realização das operações desses estudos, aspecto já discutido no Capítulo 3.

O modelo de gestão de projetos de Mattos (2005) estabelece, para o nível operacional, a definição de atribuições de autoridade e de responsabilidades nas etapas de geração, iniciação e planejamento de projetos de PD&I, de modo que seja claro quem autoriza, quem revisa ou quem deve ser somente informado das atividades e das ações relativas à execução do projeto.

Na aplicação teste do modelo proposto, o autor verificou a contribuição dessa definição na melhoria da comunicação entre atores do projeto acompanhado, através da disseminação de informações de uma forma mais homogênea e em tempo hábil (MATTOS,

2005). Nesse caso, a definição de atribuições e de divisão de trabalho pode ser interpretada como um *driver* de inter-relacionamento que otimiza tempo e atuação de atores, através de ações operacionais coordenadas.

Tal como Mattos, a intenção do modelo de EOE (RONSOM, 2015) é o de também estabelecer o conjunto de atores envolvidos com a realização de PD&I, com descrição de papéis e de responsabilidades claramente identificados na estrutura organizacional para unidades credenciadas Embrapii, de modo a se garantir a comunicação efetiva com a agência de financiamento e entre os diferentes níveis decisórios: alta direção; equipes técnicas e administrativas; e pontos focais para atendimento das empresas parceiras.

Considerando o exemplo de Romson (2015), a definição de atribuições estabelece-se como um *driver* de estruturação de relações entre atores e também de regulação, ao envolver comunicação com a alta gestão (e aos objetivos macros) e assim, viabilidade operacional no longo prazo. Na mesma linha, Biasini (2012) e Poli *et al.* (2015) descrevem a gestão de responsabilidades internas como princípios básicos à implementação sucedida de SGQ.

Em caminho oposto aos estudos anteriores, Boardman e Ponomariov (2014) apontam que a natureza intensiva de integração de conhecimentos científicos pode limitar a formalização de hierarquias de responsabilidades e de autoridades em ICTs da NSF, em sintonia com a proposta de Barlatier e Giannopoulou (2011), que propõem a adequação de estruturas organizacionais menos formalizadas e adaptativas (orgânicas) para o aprimoramento de combinação de conhecimentos, necessário à realidade de ICTs. Nessas visões, a divisão de trabalho pode ser tratada como um limitador, por dificultar o adequado uso do conhecimento.

Na literatura clássica sobre modelos de estruturas organizacionais, tais aspectos se relacionam à adhocracia, modelo para ambientes de rápida mudança e demandante, por conseguinte, de flexibilidade, adaptação (FIGLIOLI, 2013) e maior autonomia para a tomada de decisão. Exemplo de *driver* de inter-relacionamento entre componentes decorrente do estudo de caso exploratório que mantém relação com esse modelo é a estrutura de equipe multifuncional presente, que propicia o alcance de agilidades internas e na tratativa com empresas.

Embora se evidencie a natureza complexa de ICTs por meio das diversidades narradas, pelos diferentes modos de organização de atribuições possíveis, o que se deve ter em mente é que nenhum tipo de organização e de divisão de funções, de responsabilidades e de autoridade são inerentemente melhores do que qualquer outro.

Para um ambiente específico, a melhor proposta é aquela em que o perfil de complexidade corresponde ao dos processos a serem executados (SIEGENFELD; BARYAM, 2020). O que é esperado é que a sua organização (de divisão de trabalho e autoridade) favoreça inter-relações entre competências organizacionais (FIGLIOLI, 2013), fluxos decisórios e comunicação, equilibrando centralização-descentralização (controle-autonomia) (ESPEJO; GILL, 2011), de modo a apoiar a realização de PD&I.

Das considerações e dos exemplos expostos, quanto às variáveis da dimensão estrutura, que apontam interferências no *modus operandis*, no equilíbrio das operações (coordenação e controle *versus* autonomia) e no modo de estruturação de relações entre atores, é possível deduzir que delas podem decorrer fatores que trazem implicações para o conjunto de articulações sistêmicas: inter-relacionamentos (entre atores, recursos e *throughputs*), regulação e integração *bottom-up*.

Além do modo como as operações de PD&I em ICTs são estruturadas, outros mecanismos que podem impactar sua gestão e assim, as articulações entre componentes envolvidos com as operações, referem-se às suas práticas de operação, de suporte e gerenciamento.

7.3.2 Práticas

No conjunto de elementos interdependentes de apoio à capacidade inovativa de organizações — liderança e organização; cultura e valores; pessoas e capacidades; processos e práticas —, os últimos (processos e práticas) são considerados o elo para a estruturação dessa rede de elementos (GIBSON; SKARZYNSKI, 2008). Às práticas desta pesquisa, incorporaram-se ferramentas, métodos, sistemas e técnicas articuladores de relacionamentos entre partes para a realização das operações de PD&I.

Além de práticas diretamente relacionadas à execução das operações, é igualmente importante verificar o impacto daquelas associadas aos processos de suporte e gerenciamento na realização de operações de PD&I. A partir da RBS realizada, um conjunto de aproximadamente cem práticas pôde ser sistematizado, sendo organizadas conforme suas correspondências aos *throughputs* (operações, suporte e gerenciamento), no Quadro 10.

Quadro 10 — Práticas para a realização de PD&I

Operações
<p>Estratégia Planejamento estratégico (ver Freitas, Paez e Goedert (2002), Munkongsujarit e Srivannaboon (2017)); SWOT, Diagnóstico organizacional (ver Ronsom (2015), Krishna (2005)); Delphi (ver Freitas, Paez e Goedert (2002), Mattos (2005), Ronsom (2015), Krishna (2005)); Prospecção (ver Ahlqvist <i>et al.</i> (2012), Freitas, Paez e Goedert (2002), Koppinen, Lammasniemi e Kalliokoski (2010), Ronsom (2015), Krishna (2005)); Cenários (ver Freitas, Paez e Goedert (2002), Ronsom (2015)); <i>Technology Roadmapping</i> (TRM) e adaptações (ver Ahlqvist <i>et al.</i> (2012), Koppinen, Lammasniemi e Kalliokoski (2010), Ronsom (2015)); TRLs (ver Munkongsujarit e Srivannaboon (2017)); <i>Brainstorming</i> (ver Mattos (2005), Ronsom (2015)); Banco de Patentes, <i>Sensemaking</i>, Teoria da Solução de Problemas inventivos, Rede de Contatos, Escritório de processos (ver Ronsom (2015)); Análise e melhoria de processos (ver Albuquerque (2011)); Critérios de pontuação, Análise de <i>clusters</i>, Teoria Multi-Atributo de Utilidade (ver Mattos (2005)); Plano de negócios (Ahlqvist <i>et al.</i> (2012), Koppinen, Lammasniemi e Kalliokoski (2010))</p>
<p>Gestão de Projetos/Portfólio Declaração de escopo (ver Mattos (2005)); <i>Work Breakdown Structure</i> (ver Mattos (2005); Ronsom (2015)); <i>Brainstorming</i>, Matriz de decisão, <i>Minute Meetings</i>, <i>Project Charter</i>, PDCA, <i>Design of Experiments</i> (ver Bongiovanni <i>et al.</i> (2015)); Gráfico de <i>gantt</i> (Bongiovanni <i>et al.</i> (2015); Mattos (2005); Ronsom (2015)); <i>Debriefing</i> (Bongiovanni <i>et al.</i> (2015), Ronsom (2015)); Planilhas de análises, Visão, Protótipo, <i>Design Thinking</i>, <i>Product Backlog</i>, Controles visuais, Estimativas, <i>Sprint Backlog</i>, <i>Scrum</i>, Autogestão (ver Ronsom (2015)); Escritório (projetos, portfólio, programas de financiamento, <i>clusters</i>) (ver Munkongsujarit e Srivannaboon (2017), Ronsom (2015)); Portfólio de pesquisa orientado a serviços e a tecnologia, Metodologia de plano de negócios aplicada a programas de pesquisa de longo prazo (Koppinen, Lammasniemi e Kalliokoski (2010)); <i>Delphi</i>, Treinamento (instalação tecnologia/produto), Termo de encerramento (ver Mattos (2005))</p>
<p>Transferência de Tecnologia Plano de negócios, Opinião Especializada, Modelos de contratos pré-estabelecidos (ver Ronsom (2015)); TRLs (ver Munkongsujarit e Srivannaboon (2017))</p>
Suporte e Gerenciamento
<p>Gestão de RH <i>Coaching</i> (ver Ronsom (2015)); Mapeamento de responsabilidades (ver Biasini (2012)); Plano de desenvolvimento de competências organizacionais (ver Krishna (2005)); Programa de desenvolvimento individual (Munkongsujarit e Srivannaboon (2017)); Desenvolvimento de lideranças, Pesquisa de satisfação interna (ver Albuquerque (2011)); Treinamentos/capacitação (ver Barlatier e Giannopoulou (2011); Poli <i>et al.</i> (2015); Krishna (2005), Koppinen, Lammasniemi e Kalliokoski (2010))</p>
<p>Gestão do Conhecimento Sistemas de informação (Albuquerque (2010), Barlatier e Giannopoulou (2011), Bongiovanni <i>et al.</i> (2015), Ronsom (2015), Krishna (2005)); Lições aprendidas (Mattos (2005)); Fluxogramas, Controle de versionamento, Redes sociais (ver Ronsom (2015)); Manuais, Documentação, Relatórios (ver Mattos (2005), Poli <i>et al.</i> (2015), Ronsom (2015))</p>
<p>Gestão de Recursos Físicos Manuais (ver Biasini (2012), Bongiovanni <i>et al.</i> (2015); Manutenção (Biasini (2012))</p>
<p>Gestão de Riscos Análise de Sensibilidade, Análise monetária, Diagrama de influência (Ronsom (2015)); Modelagem/Simulação, Diagramas de causa/efeito, Árvore de decisão, Lista de riscos técnicos/comerciais e sua categorização, Lista de verificação, Fluxogramas (ver Mattos (2005)); Modelos probabilísticos (Ronsom (2015)); FMEA (ver Bongiovanni <i>et al.</i>, 2015); Inclusão de parceiros na coordenação de projetos (Koppinen, Lammasniemi e Kalliokoski (2010))</p>
<p>Avaliação Indicadores de desempenho (Albuquerque (2011), Coccia (2001), Freitas, Paez e Goedert (2002), Kim, Kuma e Kuma (2009), Poli <i>et al.</i> (2015), Ronsom (2015), Krishna (2005), Munkongsujarit e Srivannaboon (2017)); Avaliação de desempenho (equipe de projetos, individual) (ver Albuquerque (2011), Munkongsujarit e Srivannaboon (2017), Ronsom (2015)); <i>Balanced Scorecard</i> (Munkongsujarit e Srivannaboon (2017)); <i>Stage gates</i> (Koppinen, Lammasniemi e Kalliokoski (2010), Munkongsujarit e Srivannaboon (2017), Ronsom (2015)); Auditoria (Biasini (2012), Mattos (2005), Poli <i>et al.</i> (2015)); Avaliação periódica de projetos (Mattos (2005), Koppinen, Lammasniemi e Kalliokoski (2010)); Avaliação de fornecedores, <i>Benchmarking</i> (Krishna (2005);</p>
<p>Accountability Relatórios, Fluxogramas (ver Ronsom (2015))</p>
<p>Gestão Financeira Análises financeiras de projetos (ver Mattos (2005), Ronsom (2015))</p>

Gestão de parcerias

Rede de Contatos, *Follow ups* (Ransom (2015)); *Open Innovation* (Koppinen, Lammasniemi e Kalliokoski (2010), Munkongsujarit e Srivannaboon (2017)); *Workshops* (Koppinen, Lammasniemi e Kalliokoski (2010))

Capacitações de negócio

Padrões da qualidade (ver ; Krishna (2005), Albuquerque (2011), Biasini (2012), Bongiovanni *et al.* (2015), Kim *et al.* (2009), Poli *et al.* (2015), Ransom (2015)); *Project management body of knowledge* (Pmbok) (Couchman e Fulop (2009), Mattos (2005), Ransom (2015)); Gestão ágil de projetos (Koppinen, Lammasniemi e Kalliokoski (2010), Ransom (2015)); *Open Innovation* (ver Koppinen, Lammasniemi e Kalliokoski (2010), Munkongsujarit e Srivannaboon (2017))

Fonte: Autoria Própria (2021)

Não se trata, o Quadro 10, de ferramentas, métodos, técnicas ou sistemas prescritivos e sim de indicação de algumas melhores práticas que podem ser adotadas por ICTs como auxílio (profissionalização) à realização de PD&I com proposição de valor. Benefícios de aplicação de tais práticas no estabelecimento de articulações entre partes envolvidas com a realização de PD&I e otimização no uso de recursos são ilustrados pela literatura.

Koppinen, Lammasniemi e Kalliokoski (2010) e Ahlqvist *et al.* (2012) descrevem um conjunto de práticas adotadas pelo Centro de Pesquisa Técnica da Finlândia (VTT), tal como um *roadmapping* baseado em processos (AHLQVIST *et al.*, 2012), que mapeia o conhecimento organizacional, propiciando o desenvolvimento de redes de integração de conhecimentos e aprendizagem.

Ao especificar espaços de conhecimentos organizacionais existentes e a otimização do uso de conhecimentos, a ferramenta pode ser interpretada como importante *driver* de inter-relacionamento para a realidade narrada pelo estudo. Outros *drivers* de inter-relacionamentos entre atores e recursos empregados na VTT, também com foco em melhoria da produtividade de P&D, referem-se à inclusão de usuários finais e de clientes em grupos de coordenação de projetos; metodologia de plano de negócios aplicada a programas de pesquisa para acelerar o desenvolvimento comercial de seus resultados (amplificando a sua capacidade de resposta ao mercado); dentre outros.

Munkongsujarit e Srivannaboon (2017) descrevem o uso de diversas práticas adotadas por ICTs da *National Science and Technology Development Agency* (Tailândia) como complementação a capacidades internas à gestão *open innovation*, alinhando esforços das operações de PD&I ao propósito de geração de resultados de alto impacto social e econômico: uso de indicadores de desempenho implantados e acompanhados por toda a cadeia de comando organizacional, incluindo alinhamento de ações previstas em plano de desenvolvimento individuais. Nesse caso, pode-se perceber o apoio de prática proveniente de *throughput* secundário (avaliação; gestão de RH), relevante à realização e à regulação das operações.

Outras, voltam-se à otimização de recursos, como o uso do conceito de TRL para o planejamento e para a execução de projetos; estabelecimento de maiores inter-relações entre atores, como o estímulo à atuação de pesquisadores em áreas multidisciplinares (para o melhor uso de conhecimentos existentes) e oferta de serviços de consultorias para a interação de pesquisadores com indústria (MUNKONGSUJARIT; SRIVANNABOON, 2017). Tais mecanismos podem ser interpretados como *drivers* de inter-relacionamentos entre *throughputs*, atores e recursos que aumentam a capacidade de resposta de ICTs às demandas ambientais.

Exemplo de interferências de práticas na integração entre indivíduos e organização é discorrido por Poli *et al.* (2015), que descrevem o resultado da implantação de estratégia organizacional com foco em melhoria de desempenho em ICT do *Italian National Research Council*, pautado em um conjunto de práticas da área de gestão da qualidade (treinamentos, seminários internos, pesquisas de satisfação, dentre outros). Dentre os benefícios alcançados com implicações à integração *bottom-up*, os autores listam a identificação dos indivíduos com a organização; o alinhamento dos objetivos e valores individuais com os da organização; e o incremento no nível de cooperação intra-laboratorial (POLI *et al.*, 2015).

Exemplos de limitadores decorrentes de ausência de práticas sistematizadas, gerando ineficiências no uso de recursos e de capacidades, podem ser citados da teoria apresentada sobre limitadores gerenciais (apresentada na seção 3.1, do Capítulo 3). Como a falta de critérios de julgamento de projetos para alinhá-los a demandas mercadológicas (citado por Karaveg, Thawesaengskulthai e Chandrachai (2016)) e a ausência de ferramentas para a elaboração de pesquisas multidisciplinares (citado por Piccirillo e Silva (2016)), figurando-se como limitadores de inter-relacionamentos (com o mercado e entre pesquisadores, respectivamente).

Das considerações e dos exemplos expostos em 7.3.2, quanto às práticas adotadas (ou ausentes) por ICTs para a realização de PD&I, é possível deduzir que análises pautadas nas práticas podem revelar fatores que trazem implicações para o conjunto de articulações pré-definido, tal como para as variáveis da dimensão estrutura.

7.3.3 Dimensão Comportamento

A última dimensão de análise refere-se ao impacto de indivíduos no comportamento organizacional, por serem responsáveis pelas interações (formais e informais) e pelos processos de tomadas de decisão, determinando e articulando a direção para a qual o grupo ou

a organização vai se desenvolver (ROBBINS, 2008). Assim, o aspecto essencialmente humano (comportamental) dos indivíduos é uma característica chave para melhor compreender organizações complexas (STACEY, 1996).

Uma vez que valores, crenças, liderança e cultura influenciam e guiam, para além da estrutura organizacional, o seu comportamento, formando os alicerces do ambiente no qual uma organização opera (ABPM, 2013), a partir da literatura de ICTs, corroborada pelo estudo de caso exploratório conduzido, três variáveis — valores para a cooperação; valores para a profissionalização da PD&I; e perfil de lideranças — são definidas como relevantes fontes para a identificação de fatores comportamentais que podem afetar a gestão das operações.

A crença de que a incerteza e a imprevisibilidade de PD&I não possam ser controladas por meio de sistemas de gestão é assunto recorrente na literatura voltada a ICTs (verificar estudos como Casati e Genet (2014), Biasini (2012), Poli *et al.* (2015), Bongiovanni *et al.* (2015)), limitador também presente no estudo de caso exploratório conduzido (revelado a partir de falas de entrevistados como “[...] *O processo de P&D ele tem um pouco de caótico. Se padronizar tirou a inovação do processo*”; “[...] *a formalização, as regras, no início, inviabilizam qualquer nova iniciativa*”, dentre outras citadas no Capítulo 6, de apresentação do referido estudo).

Mesmo em estudos indicativos de implantação sucedida de SGQ em ambientes de pesquisa levantados pela RBS (como Biasini (2012) e Poli *et al.* (2015)), há relatos de barreiras associadas a crenças de colaboradores quanto à adoção de padrões gerenciais: “*lidar com eles [colaboradores] foi a parte mais difícil do trabalho*” (BIASINI, 2012, p. 625).

Somam-se valores associados à criação de conhecimento compartilhado (colaboração) por pesquisadores, cujas características — indivíduos altamente qualificados e socialmente distintos, com elevado nível de criatividade, curiosidade e autonomia, todos fundamentais para a realização de trabalho intelectual perseverante e independente —, tendem a gerar *gaps* entre objetivos individuais e organizacionais (BIN, SALLES-FILHO, 2012), e a dificultar coordenação e controle necessários ao alcance de resultados efetivos em P&D (BIN, SALLES-FILHO, 2012; SAPIENZA, 2004).

Desse modo, verificar os valores associados à colaboração científica no contexto de realização de projetos de PD&I em ICTs pode apontar para fatores a serem fortalecidos, ou mesmo, superados, para a estruturação de progressos necessários à atuação coletiva e garantia de sucesso das operações.

Estudos como Schwartzman (2008), Meesapawong, Rezgui e Li (2010), Casati e Genet (2014), ao relacionarem a liderança de ICTs como componentes que afetam os

resultados organizacionais de ICTs; Rush *et al.* (1995) e Telles (2011), estudiosos que apontam a liderança como fator crítico de sucesso gerencial em ICTs de SI da Europa e Ásia; bem como *insights* revelados no caso exploratório, quanto à interferência de lideranças científicas na construção de ambiente colaborativo e empreendedor, deixam evidências de que uma forte liderança talvez seja fundamental para a criação de um ambiente organizacional de sucesso em ICTs.

Algumas características sobre lideranças e sobre seu impacto na realização e na gestão de PD&I em ICTs são comentadas por Schwartzman (2008) e Casati e Genet (2014). Schwartzman (2008) associou a figura de um líder que corporificava um sentido de missão e que foi capaz não somente de estabelecer altos padrões de pesquisa, mas também de estabelecer vínculos efetivos com agências governamentais, setor empresarial, agências internacionais e comunidades técnicas e científicas como característica comum a centros universitários sucedidos do Brasil e de outros países da América Latina.

Na França, Casati e Genet (2014) investigaram como gestores científicos lidam com a organização e a coordenação da pesquisa e identificaram diferenças significativas de suas características, que oscilam de gerente de projetos a de empreendedor científico. A primeira foca no aprofundamento de conhecimentos, dentro de determinadas áreas, para a inovação, resolução de problemas, busca por exploração de resultados e soluções para mercados ou empresas (CASATI; GENET, 2014).

Já empreendedores científicos se baseiam em sua compreensão sobre academia, governo e indústria para intermediarem conhecimentos, recursos e contatos, expandindo agendas de pesquisa e criando novas oportunidades, de modo estratégico e proativo (CASATI; GENET, 2014).

Embora, no Brasil, o perfil científico-empendedor seja habilidade ainda pouco comum (BAGNATO, 2012), no estudo de caso exploratório pôde ser constatado exatamente esse diferencial, ou seja, a presença de perfil empreendedor de lideranças científicas, com influências na cultura organizacional colaborativa e empreendedora do centro, retratada na criação de *start-ups*, de *spin-offs*; no volume de entregas tecnológicas; na sinergia e na colaboração entre equipes para a efetivação de projetos tecnológicos.

As características descritas por Schwartzman (2008), Casati e Genet (2014) são úteis à compreensão dos perfis de lideranças diretamente relacionadas à execução de operações, entretanto, dada a perspectiva de análise multinível proposta como propícia a uma compreensão da gestão de operações de PD&I, a verificação de influências de lideranças executivas também se faz relevante.

Citamos (novamente) os estudos de Biasini (2012) e Poli *et al.* (2015), em que o empenho da alta direção foi relatada como aliada fundamental na solução de conflitos, na criação de atitude positiva e comprometimento no processo de implantação de SGQ e mudanças decorrentes da padronização, sugerindo a existência de influências dessas lideranças na realização de PD&I e em seus resultados.

Das exposições da seção 7.3.3, a dedução é de que variáveis da dimensão comportamento podem impactar a integração dos indivíduos para o alcance de objetivos organizacionais (comuns), delas derivando fatores de integração *bottom-up*. O conjunto de análises apresentadas entre 7.3.1 a 7.3.3 permitem a definição de duas proposições gerais (P_{g1} e P_{g2}) quanto ao impacto das dimensões e de suas variáveis no estabelecimento de articulações entre componentes envolvidos com as operações de PD&I e, portanto, na caracterização dos fatores que afetam a gestão de operações de PD&I:

Se o modelo (e, portanto, P_g) é válido, então:

P_{g1} : Variáveis das dimensões Estrutura e Práticas impactam, além da otimização das operações e a regulação de sua capacidade, as redes de relações (formais e informais) e a integração de seus indivíduos. Delas derivam fatores de inter-relacionamentos (entre *throughputs*, recursos, atores), fatores de regulação e fatores de integração *bottom-up*.

P_{g2} : Variáveis da dimensão Comportamento impactam as redes de relações (formais e informais) e a integração dos indivíduos para o alcance de objetivos organizacionais. Delas derivam fatores de integração *bottom-up*.

Finalizada a apresentação dos componentes do modelo, sua síntese é exposta no Quadro 11.

Quadro 11 — Síntese dos construtos

Dimensões de Análise	Articulações / Categorias de fatores	Drivers (+) / Limitadores (-)	Ênfase
Estrutura: Divisão de trabalho; Autoridade para a tomada de decisão	Inter-relacionamentos entre <i>throughputs</i> , recursos e atores	Fatores identificados a partir de análises sobre relações entre variáveis dimensionais e articulações que direcionam (+) ou limitam (-) inter-relações entre <i>throughputs</i> , recursos e atores (P_{g1})	Operacional
Práticas: operacionais, de suporte e gerenciamento	Regulação das operações	Fatores identificados a partir de análises sobre relações entre variáveis dimensionais e articulações que direcionam (+) ou limitam (-) a regulação das operações (P_{g1})	Tática
Comportamento: Perfil de lideranças; Valores para a colaboração; Valores para a profissionalização de PD&I	Integração <i>bottom-up</i>	Fatores identificados a partir de análises sobre relações entre variáveis dimensionais e articulações que direcionam (+) ou limitam (-) a integração entre partes (P_{g2})	Estratégica

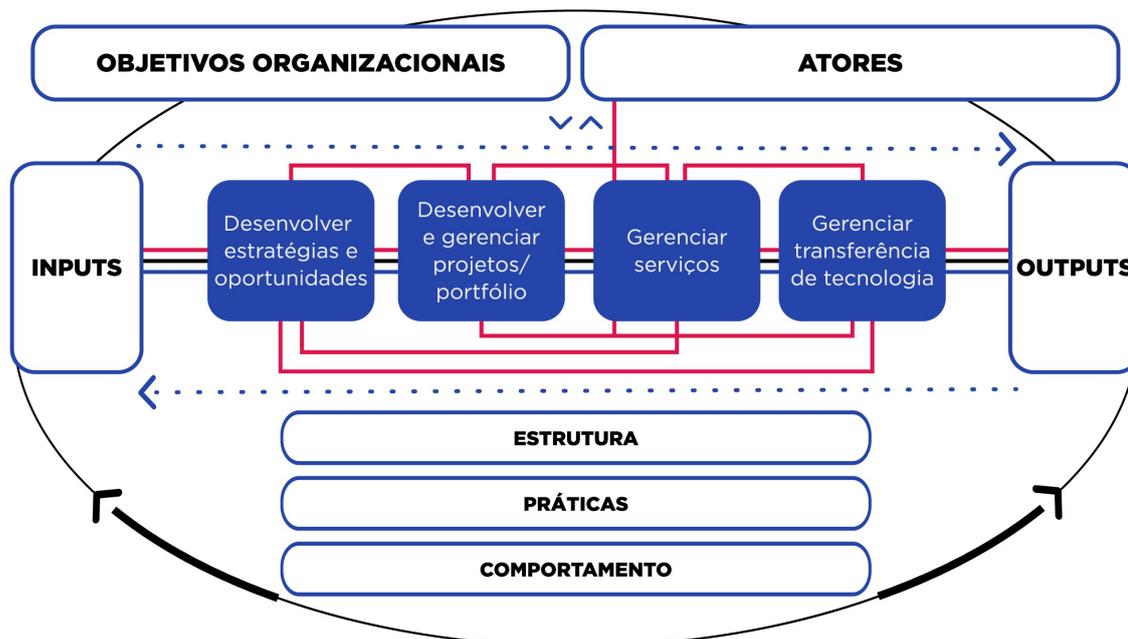
Fonte: Autoria Própria (2021)

Os componentes envolvidos com a dinâmica de operações de PD&I (em que agentes externos interferentes à sua realização incorporam-se à representação “atores”), suas articulações e as dimensões correspondentes à sua gestão consolidam-se no *framework* da Figura 30.

Os fatores que afetam a gestão de operações de PD&I emergem de análises voltadas à compreensão do impacto de variáveis dessas dimensões no estabelecimento das articulações representadas. A estruturação desses fatores a partir da abordagem proposta busca demonstrar o caráter de operacionalização interdependente da PD&I e a relevância de busca por efetividade das operações de PD&I em ICTs através de cooperações internas e externas.

O conhecimento desses fatores pode ser útil à compreensão dos mecanismos que contribuem para o sucesso das entregas tecnológicas e os fatores que precisam ser superados para aprimora-las, de acordo com os níveis de intervenção propostos (última coluna do Quadro 11), de modo que sejam geradas com agregação evolucionária de valor.

Figura 30 — Componentes, dimensões e articulações para a avaliação da gestão de operações de PD&I



Fonte: Autoria Própria (2021)

Os construtos do modelo são verificados a partir de uma aplicação detalhada, tal como se discute no próximo capítulo.

8 APLICAÇÃO DO MODELO

O emprego (teste) decisivo dos construtos deu-se por meio de condução de estudo de caso em unidade de um ICT de grande relevância no contexto de PD&I brasileiro, o qual cumpre pré-requisitos compatíveis com a abordagem de enfoque proposta, como existência de operações de PD&I bem estabelecidas e manutenção de vínculos efetivos com empresas, através de transferência de conhecimentos e de tecnologias.

O estudo buscou verificar a viabilidade do emprego das variáveis representativas da dinâmica de operações de PD&I de ICTs visando à análise do seu contexto gerencial para o alcance da compreensão proposta pelos construtos do modelo, isto é, compreensão sobre o impacto dessas variáveis na estruturação de articulações que se estabelecem entre componentes envolvidos com as operações, de acordo com as proposições de apoio pré-definidas.

Precedeu a aplicação decisiva, a realização de caso piloto para a avaliação dos instrumentos de coleta e do conteúdo dos dados coletados a partir de aplicação parcial da proposta. Aachamos relevante a pontuação de algumas considerações sobre esse caso antes de serem introduzidas informações sobre o conteúdo do estudo de caso decisivo, por seu contexto propiciar reflexões relacionadas à gestão de operações de PD&I em ICTs brasileiros.

Desse modo, este capítulo apresenta, na seção 8.1, breves considerações sobre a aplicação parcial do modelo (caso piloto conduzido). A seção 8.2 descreve características do ICT do caso de aplicação decisiva. A aplicação decisiva é discorrida na seção 8.3. Encerra o capítulo (seção 8.4), considerações sobre o modelo, seus aspectos verificados, os que precisam de melhorias e as suas contribuições originais.

8.1 CONSIDERAÇÕES SOBRE O CASO PILOTO

O estudo de caso piloto foi conduzido no Centro de Excelência para Pesquisa em Química Sustentável (Cersuschem), localizado no Departamento de Química (DQ) da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar, universidade sede), no município de São Carlos (SP). O centro foi inicialmente estabelecido por meio de parceria público-privada, através do programa de financiamento CPE (modalidade de financiamento mencionado no tópico 4.1.2, do Capítulo 4), tendo a multinacional farmacêutica GlaxoSmithKline (GSK) como parceira privada, a Fapesp e quatro outras universidades como parceiras públicas, com início de atuação em 2016.

Seus objetivos são também voltados à inovação e à transferência de tecnologia para o setor produtivo (sendo, este último, um dos objetivos principais da proposta de parceria (FAPESP, 2020)), em conjunto com a realização de pesquisas de alto impacto, educação e difusão da ciência. No entanto, até o momento de condução deste estudo, não havia registro de transferência de tecnologia, de invenção de patentes, de criação de *start-ups* ou *spin-offs*, prevalecendo priorização de ações de difusão da ciência e realização de pesquisas básicas, motivo pelo qual o estudo foi descartado para a aplicação decisiva, conforme já comentado no capítulo de delineamento metodológico (no Capítulo 5).

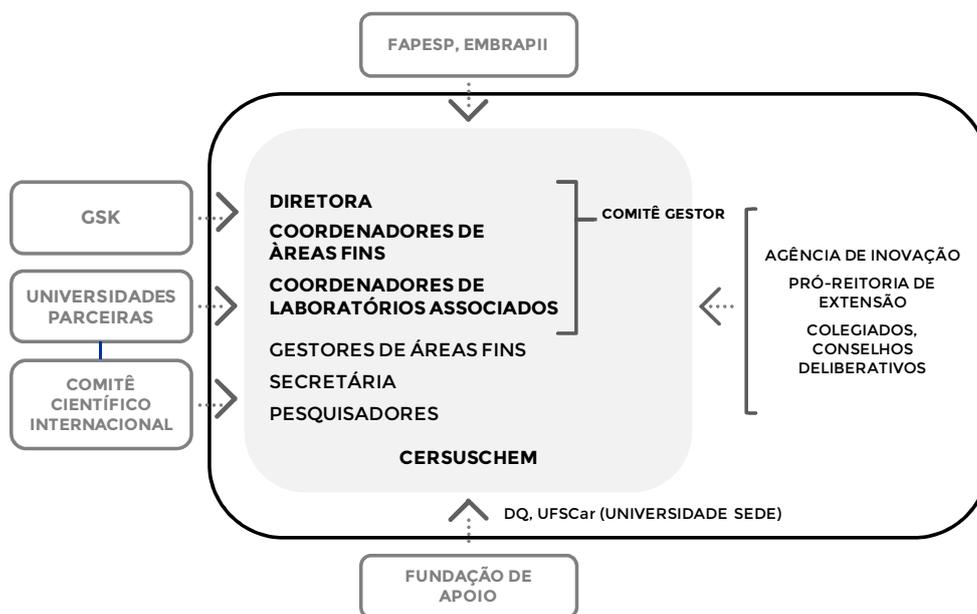
A aplicação parcial do modelo propiciou a análise de aspectos como compreensão do modelo proposto e de seu *framework* conceitual por entrevistados; aplicação do roteiro de entrevistas e estimativa de sua duração; e conteúdo de dados obtidos a partir de levantamentos baseados nas variáveis dimensionais pré-definidas. As análises de dados foram estruturadas a partir de cinco entrevistas realizadas de modo remoto (entrevistados E₉ a E₁₃: três gestores científicos, dentre os quais, a diretora; uma pesquisadora e um gestor de apoio) e por análises documentais (verificar Apêndice C para detalhes).

As variáveis dimensionais (dimensão estrutura: divisão de trabalho; autoridade para a tomada de decisão; dimensão práticas: práticas operacionais, de suporte e gerenciamento; dimensão comportamento: perfil de lideranças; valores para a colaboração; valores para a profissionalização de PD&I) mostraram-se válidas para a compreensão da dinâmica gerencial do centro, sendo brevemente comentadas.

8.1.1 Dimensão Estrutura

A organização do centro (FIGURA 31) é similar à do Cepof (estudo de caso exploratório), em que um comitê gestor é responsável pela execução das funções de coordenação das áreas fins (pesquisa, difusão, inovação), composto por: i) pesquisadores docentes (entre eles, a diretora do centro); ii) pesquisadora da parceira privada (GSK, vice-diretora do centro); iii) e representantes dos laboratórios associados (das universidades públicas parceiras).

Figura 31 — Atores envolvidos com as operações do Cersuschem



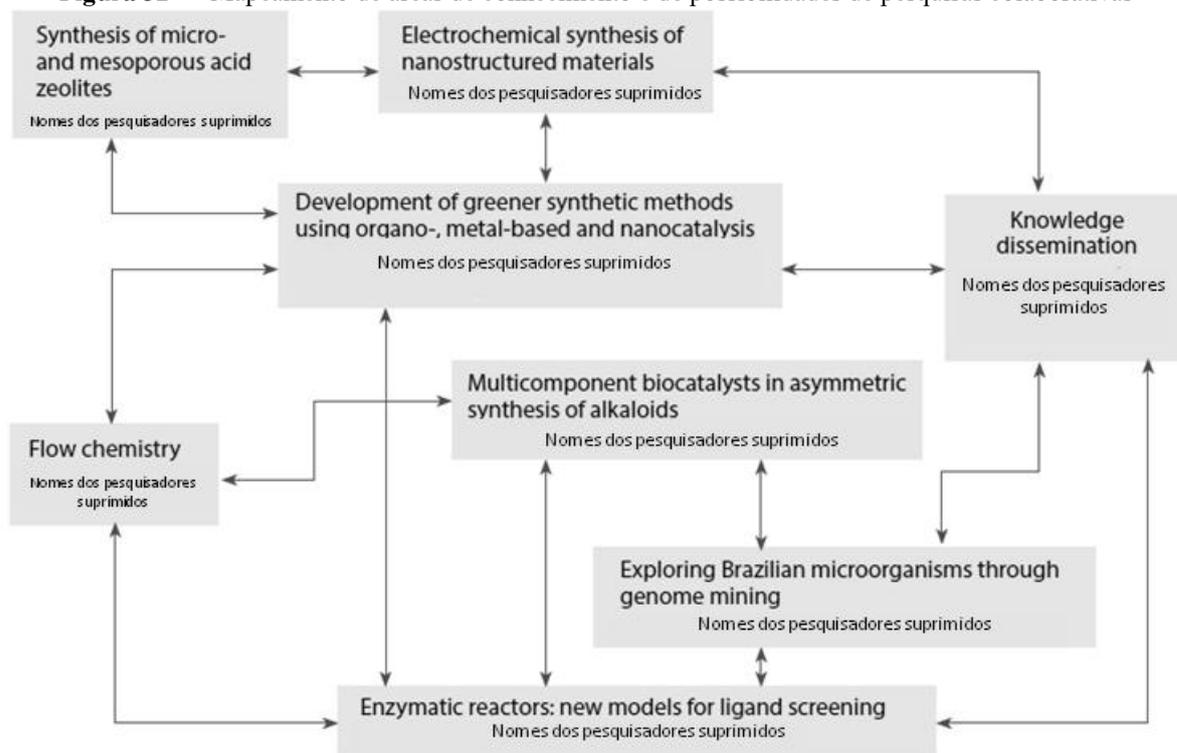
Fonte: Autoria Própria (2021)

Formalmente, existem funções gerenciais estabelecidas para suporte ao comitê gestor, mas na prática, a atuação desses profissionais (alguns deles, pertencentes ao quadro de efetivos de outros departamentos da universidade, com poucas horas disponíveis para dedicação às atividades do centro) é restrita, com acúmulo de ações gerenciais no comitê gestor e apoio de uma secretária administrativa. Um comitê científico internacional é responsável por prestar assessoramento científico.

Outros suportes às atividades de PD&I ocorrem através de fundação de apoio, responsável por gerir os recursos privados da parceria, e da agência de inovação institucional, tendo sido relatado o papel do atual coordenador da agência em organizar informações institucionais (da UFSCar) com vistas à maior interação universidade-empresa (e, por conseguinte, do Cersuschem com empresas).

Percebe-se, como decorrência da estruturação do Cersuschem, além da organização funcional (FIGURA 31) — da qual decorre a autoridade da diretora para a administração do centro através do acompanhamento e do controle de metas —, o planejamento das diversas competências dos pesquisadores associados à parceria público-privada (tal como mapeamento representado na Figura 32) como oportunidade à definição de atividades integrativas em PD&I: *“Porque às vezes as necessidades da empresa não estão totalmente vinculadas a sua área de pesquisa [...] conseqüentemente, a gente uniu esforços para atender”* (E₁₁).

Figura 32 — Mapeamento de áreas de conhecimento e de possibilidades de pesquisas colaborativas



Fonte: Adaptado de FAPESP (2020)

Também pôde ser constatado aumento de procura e de maiores interações com empresas, incluindo interações com *spin-offs* de empreendedores egressos da universidade sede, realizações de *workshops* com a indústria, assinatura de termos de confidencialidade e de convênio (um, além do firmado com a GSK), e mais recentemente, o credenciamento Embrapii.

Entretanto, de acordo com o conjunto de relatos e de resultados em PD&I alcançados até o momento, é possível inferir terem sido poucas as mudanças no modelo de trabalho dos pesquisadores, o qual ocorre de modo autônomo, porém, descentralizado: “*cada um faz o que sempre fez*” (E₁₀); “*cada um no seu quadrado*” (E₁₂).

As colaborações internas, quando presentes, tendem a ocorrer na área acadêmica, com restrita integração para a cooperação com empresas. Pode ser citado, como exemplo, a falta de alcance para um dos objetivos do centro, de realização de transferência de tecnologias através do desenvolvimento de uma *toolbox* para a operação de reações catalíticas e ensaios (não realizado até o momento de coleta de dados da pesquisa).

8.1.2 Dimensão Práticas

Uma visão diferente sobre o modo de trabalho pôde ser alcançada a partir da

estruturação do centro, como criação de indicadores para mensurar interações com empresas (estruturados com o apoio do gestor de inovação tecnológica: “*eles atendem empresas com frequência, mas não sabiam mensurar.*” (E₁₃)), além da compreensão, por parte de alguns entrevistados, sobre a importância da gestão administrativa.

Todavia, não foram identificadas práticas sistematizadas para a gestão das diversas atividades desenvolvidas senão aquelas comuns a grandes programas de financiamento, como elaboração de relatórios de prestação de contas e avaliações anuais de desempenho.

8.1.3 Dimensão Comportamento

Tendências à priorização de pesquisas básicas, educação e difusão do conhecimento científico (similares às descritas por Bin e Salles-Filho (2012), Meesapawong *et al.* (2010), Liu, Lu e Ho (2014), Pinheiro *et al.* (2006)), acabam impedindo o estabelecimento de ações mais estruturadas para o desenvolvimento tecnológico no curto e médio prazos, e podem ser responsáveis pelas dificuldades presentes quanto à atuação em rede (interna) e quanto ao direcionamento voltado ao mercado, tal como reflexões levantadas por entrevistados:

*O que falta muito é essa catálise, contato empresa-pesquisador. Poderia partir da gente ir até eles. [...] E obviamente, reunir pesquisadores que estejam abertos para se moldarem às necessidades das empresas (E₁₁);
Realmente, a gente está muito acadêmico. Precisa ter alguém direcionando, mas isso gera conflito [...] alguém que tenha uma visão do mercado (E₁₂);
O perfil do pesquisador é muito importante para o sucesso daquilo que está sendo desenvolvido. Geralmente o pesquisador teve alguns anos na indústria e tem uma outra visão sobre como gerar tecnologia para o mercado. É diferente do que sempre esteve na academia (E₁₃).*

Algumas contradições também foram apuradas sobre a relevância da profissionalização de PD&I (tal como no estudo de caso exploratório): “*Coordenar todas as ações não é uma tarefa simples*” [No entanto] “[...] *Esses gestores [de suporte] não fazem tanta falta, uma secretária é fundamental*” (E₁₀); “*Os centros deveriam ter um gerente de projetos*” (E₉).

8.1.4 Breves considerações sobre as operações do centro

Uma breve análise sobre a dinâmica gerencial descrita e sobre o seu impacto na estruturação de articulações entre componentes envolvidos com as atividades do Cersuschem pode ser realizada. Aqui, não são realizadas análises aprofundadas sobre os construtos do

modelo conceitual teórico. Tais aspectos são discutidos a partir do caso decisivo.

É possível verificar o início do estabelecimento de interações com empresas, através da visibilidade propiciada pela formalização da parceria público-privada, apoiadas pela sistematização de oportunidades, como o mapeamento de competências técnico-científicas, possibilidades de geração de *outputs* tecnológicos, além de cooperações com agentes de suporte (como fundação de apoio e agência de inovação), cujo apoio foi considerado satisfatório, de um modo geral.

Além de garantia de recursos extraorçamentários e estímulo à estruturação de cooperações científicas com outras universidades (nacionais e internacionais), há impacto das diretrizes da parceria público-privada no direcionamento da organização funcional e administrativa do centro.

Elas têm permitido, além de seu controle administrativo, ações estruturadas para o aumento de interações com atores externos (como pelos *workshops* realizados junto à indústria), contribuindo para o estabelecimento de inter-relações entre componentes operacionais. Avaliações periódicas de metas e de objetivos conduzidos pelas parceiras Fapesp e GSK também contribuem para a regulação da unidade.

No entanto, as **interações estruturais internas e externas** (com outras universidades (científicas); agentes de suporte; comitê gestor, secretária, com parceiras de financiamento), inicialmente estabelecidas e direcionadoras do centro, carecem de progressos, sendo prejudicadas por **comportamentos limitadores** presentes, como ausência de valores para a colaboração em pesquisa, cultura não direcionada à inovação e ceticismo à profissionalização de PD&I.

A autoridade da diretora, embora seja suficiente para o monitoramento do centro, parece não o ser para a coordenação interna com foco na realização de pesquisas tecnológicas, dada as características típicas de trabalho de pesquisa presente (individual e fragmentado). Sob a perspectiva de gestão da complexidade, um melhor equilíbrio entre descentralização (representada pela autonomia dos pesquisadores), coordenação e controle é necessário para que interações operacionais (e coesão) se estabeleçam (ESPEJO; GIL, 2011).

Apontamentos de burocracias internas no âmbito da universidade sede para o estabelecimento de convênios (parcerias com empresas) e comentário da diretora sobre dificuldades da universidade para o cumprimento de prerrogativas exigidas pela Fapesp (como contratação de profissionais para o apoio gerencial do centro) podem ser indicativos de cultura universitária ainda pouco voltada à priorização da inovação tecnológica, mantendo relação com limitações encontradas no estudo de caso exploratório.

A ocorrência de integração *bottom-up* também parece ser negativamente impactada pelo perfil dos pesquisadores e dos gestores científicos — profissionais com relevantes competências técnico-científicas, evidentes nas entregas de pesquisas de alto impacto, porém, tendenciosos a enfocarem pesquisas fundamentais — e pelo ceticismo parcial à profissionalização de PD&I, este, na verdade gerador de sobrecarga de trabalho a coordenadores científicos, comprometendo recursos (como tempo) para a ocorrência de cooperações internas.

A dinâmica de operações e as relações entre variáveis dimensionais e articulações comentadas apontam necessidade de mudanças comportamentais (prioritárias), estruturais e práticas, para que articulações se efetivem, sobretudo o compartilhamento e a integração de conhecimentos técnico-científicos para a realização de projetos de PD&I. Tal como depoimentos de entrevistados, a falta dessas articulações pode ser uma das possíveis causas para a não renovação da parceria público-privada (a parceria poderia durar até 10 anos. Foi finalizada em março de 2021).

Adicionalmente, relato sobre dificuldades para o estabelecimento de interações devido à variedade de linhas de pesquisa do centro (mesmo envolvendo a temática comum química verde, o projeto do centro foi apontado como “amplo demais” (E₁₂)) corrobora considerações sobre a importância de haver compatibilidade entre o perfil de complexidade de um ambiente específico e os processos a serem executados nele para o equilíbrio de variedades (BEER, 1985; JACKSON, 2003; SIEGENFELD; BAR-YAM, 2020).

Seguindo os três estágios de transferência e de difusão de conhecimentos de ICTs (verificar detalhes em Åström *et al.* (2008)), tal indício, de inadequação organizacional para o nível de complexidade técnico-científico pré-definido (representado na Figura 33, e norteador do estabelecimento do centro) pode indicar que o primeiro estágio, de geração ou aquisição de determinada competência técnico-científica, não se encx'ontra devidamente estabelecido, o que abre oportunidades para a condução de revisões estratégicas quanto à identidade organizacional do centro.

Tais aspectos trazem implicações aos estágios posteriores, de desenvolvimento de competências (em uma base pré-competitiva) com parceiros (empresas e outros ICTs) e de transferência e de difusão tecnológicas em termos comerciais (ÅSTRÖM *et al.*, 2008). Ressaltamos que as atividades de desenvolvimento tecnológico devem ser desenvolvidas pelo centro para atendimento às demandas do credenciamento Embrapii, o qual envolve, além do Cersuschem, outras unidades do Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas da UFSCar.

Outras considerações sobre esse estudo são comentadas no próximo capítulo, em que

são realizadas considerações finais sobre os achados dos três estudos de caso conduzidos ao longo do doutoramento. O conteúdo principal do Capítulo 8 inicia-se na próxima seção, em que são descritas as características do ICT e da unidade de análise em que foram aplicados os construtos do modelo de modo minucioso.

Tal como é exposto, trata-se de contexto com riqueza de detalhes pertinentes à avaliação da proposta elaborada.

8.2 BREVE DESCRIÇÃO DO ICT DO CASO DECISIVO E DE SUAS OPERAÇÕES DE PD&I

O ICT é uma empresa pública sob a forma de sociedade anônima vinculada à Secretaria de Desenvolvimento Econômico, Ciência, Tecnologia e Inovação do estado de SP. Colabora há 121 anos como suporte tecnológico, no estado de SP e no país (verificar Tabela 1), provendo soluções para o aumento da competitividade de empresas; promoção de qualidade de vida; e suporte a políticas públicas.

Tabela 1 — Estados dos principais clientes do ICT no ano de 2020

Estado	Percentual no faturamento total do ICT
São Paulo	65%
Minas Gerais	15%
Distrito Federal	8%
Rio de Janeiro	4%
Paraná	1%
Rio Grande do Sul	1%

Fonte: Adaptado de relatório gerencial do ICT (Carta Anual, 2020)

Sua sede localiza-se na cidade de SP, em que está alocada a maior parte de suas operações, também contando com duas unidades técnicas no interior do mesmo estado, com a atuação aproximada de mil colaboradores de carreira, além de expressivo quantitativo de tercerizados e colaboradores eventuais (estagiários, bolsistas de pesquisa, colaboradores para a atuação em projetos de PD&I).

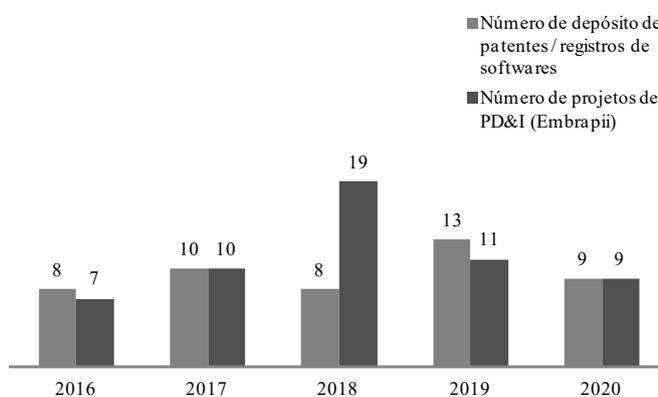
Seu portfólio de serviços é diversificado e estruturado para o atendimento aos seus dois mercados de atuação — clientes públicos e privados —, englobando: projetos de PD&I; ensaios, análises e calibrações; assessoria técnica e estudos (consultorias); materiais de referência; e atividades educacionais. Este estudo considera o nicho de mercado privado, suas ações voltadas à PD&I e, como unidade de análise, a unidade operacional

Bionanomanufatura, especificada em parágrafos próximos.

Rearranjos e atualizações para melhor atendimento aos mercados de atuação do ICT contemplam, no atual ciclo de desenvolvimento institucional, o estabelecimento do modelo *open innovation* (em processo de implantação no momento de realização da pesquisa), para o aprofundamento de busca de geração por inovações e reestruturação das unidades de operações, atualmente concentradas nas áreas: materiais avançados; energia; cidades, infraestrutura e meio ambiente; habitação e edificações; tecnologias digitais; bionanomanufatura; e tecnologias regulatórias e metrologia.

Foco em inovação e aumento de faturamentos em PD&I têm sido estratégias priorizadas desde 2014, cujas principais contribuições decorrem de projetos vinculados às duas unidades Embrapii presentes, com competências nas áreas de concentração tecnológica Materiais Avançados e Biomanufatura, e de parcerias com empresas do grupo Petrobrás (verificar Gráfico 4, com evolução do quantitativo de projetos Embrapii contratados e registro de patentes).

Gráfico 4 — Indicadores relacionados à PD&I



Fonte: Adaptado de relatórios gerenciais do ICT (Carta Anual 2018, 2019, 2020)

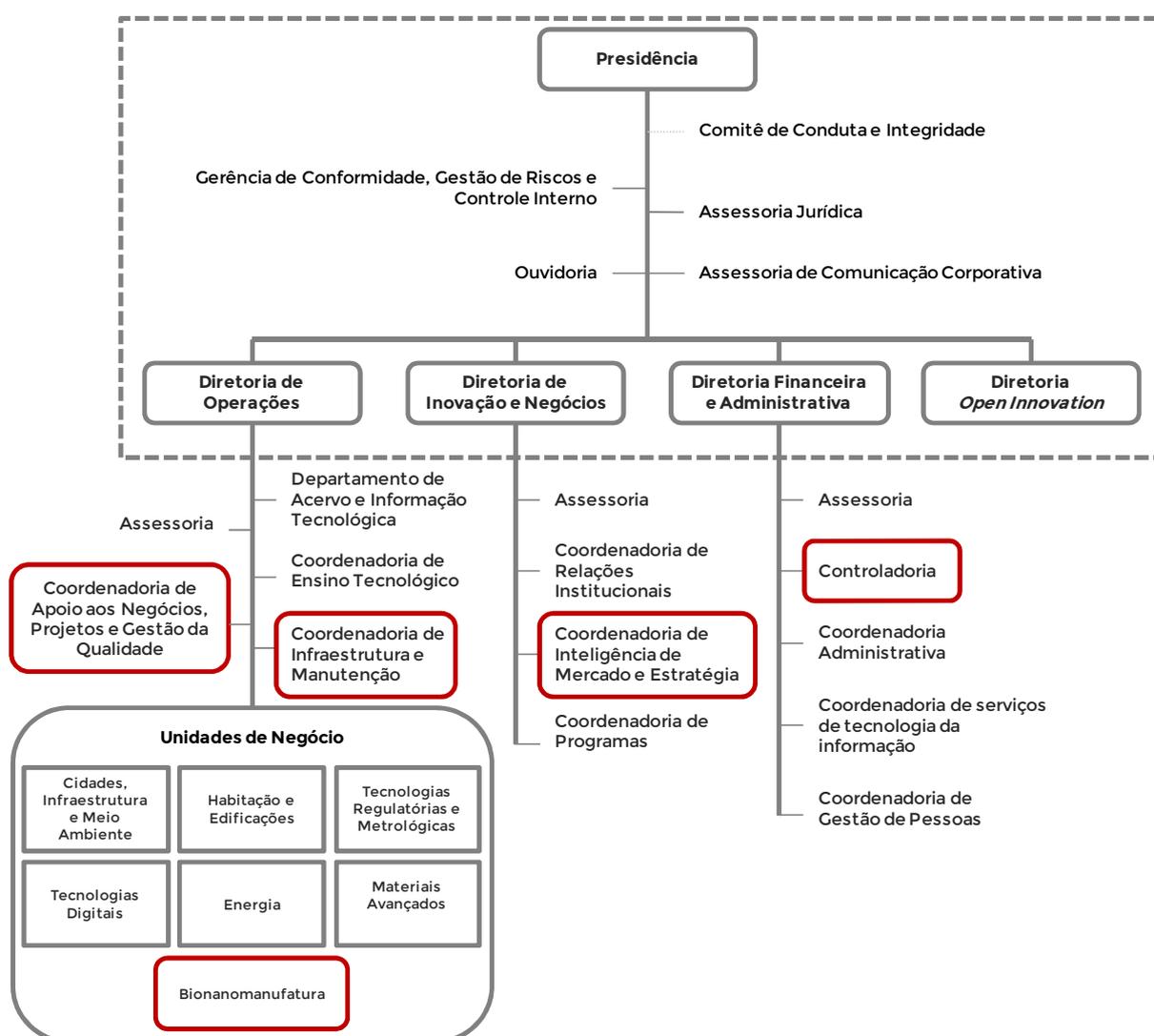
O ambiente de operações da Bionanomanufatura mostra-se propício à aplicação dos construtos teóricos. A unidade possui competências para o desenvolvimento de escalonamento de processos biotecnológicos (credenciadas pela Embrapii), contando com infraestrutura para a atuação multidisciplinar desde 2012 (momento em que a instituição passou por relevante modernização), composta por três laboratórios e envolvimento aproximado de 150 profissionais técnico-científicos.

Pesquisas aplicadas e de desenvolvimento experimental, geridos como projetos de PD&I entre TRLs 3 a 6, são as principais atividades voltadas ao provimento de soluções

tecnológicas, respondendo por parcela considerável dos depósitos de patentes do ICT. Consultorias técnicas são outras modalidades de atividades realizadas pela Bionanomanufatura.

Em conjunto com as demais áreas de concentração tecnológica, compõe-se a Diretoria de Operações (FIGURA 33). A unidade também conta com estruturas de suporte gerencial e administrativo para a realização de atividades correlatas à PD&I, internas à Diretoria de Operações, além do suporte de coordenadorias das demais diretorias executivas do ICT, tal como destacado na Figura 33 (em vermelho).

Figura 33 — Organograma institucional



Fonte: Adaptado do ICT (2021)

Para melhor contextualização do caso, é realizada uma descrição sobre como ocorre o desenvolvimento de estratégias, de oportunidades, de projetos/serviços e de transferência de

tecnologia no âmbito da PD&I.

8.2.1 Operações de PD&I

No longo prazo, o planejamento das operações de PD&I (e da instituição como um todo) deriva de debates macro organizacionais atrelados ao plano plurianual do Governo do estado (SP) e a um processo interno de planejamento estratégico participativo, formalizado como planejamento estratégico quinquenal e desdobrado em plano anual de ações, indicadores e metas.

Dentre os quatro temas em que os indicadores e metas encontravam-se organizados até 2019, pelo menos dois mantinham relação direta com a PD&I, incorporando indicadores como número de pedidos de patentes; número de empresas contratantes; e porcentual de faturamento com PD&I. A reestruturação das unidades operacionais do ICT, antes representadas como doze centros tecnológicos e, agora, organizadas nas sete áreas de concentração tecnológicas informadas na seção anterior (discriminadas na Figura 33 como unidades de negócio), decorre desse planejamento.

Há flexibilidade para a adequação das estratégias macro, como recentemente (em 2019), em que readequações em seu planejamento quinquenal foram realizadas em função de oportunidades advindas por nova cadeia de comando do Governo do estado de SP, do ICT e por atualizações na legislação de inovação, implantando-se o modelo *open innovation* previamente mencionado.

No curto e médio prazos, estratégias e oportunidades de PD&I tendem a ser desenvolvidas de modo dinâmico, para atendimento a finalidades específicas (*ad hoc*), através de metodologias estruturadas de prospecção tecnológica e de mercado. Como em 2020, em que uma das prioridades foi a elaboração de análises de cenários para diversos setores pós-pandemia, em função de incertezas econômicas.

Já a prospecção de negócios (de clientes potenciais) ocorre com menor intensidade, predominando o recebimento passivo de demandas por serviços e por projetos de PD&I. Uma das modalidades de busca ativa se dá pela procura de parceiros para a aplicação de tecnologias e de soluções tecnológicas para problemas atuais, desenvolvidas através de projetos de capacitação interna (autofinanciados).

O recebimento de demandas ocorre de modo descentralizado, sendo filtradas e direcionadas, pelo receptor da demanda, às unidades operacionais com potencial para atendê-las. São demandas, desde o atendimento a problemas tecnológicos pontuais ao

desenvolvimento de tecnologias de carácter radical, que podem ser atendidas por elaboração e por envio de orçamentos, ou por discussões estruturadas, a depender de sua complexidade. Demandas por consultorias e por desenvolvimento tecnológico são acompanhadas como projetos de PD&I, variando quanto à duração e à complexidade, que tendem a ser reduzidas para as primeiras.

Caso haja manifestação de interesse pela empresa demandante, prossegue-se com as etapas negociais, em sigilo, geralmente conduzida por representante da área de operações, em colaboração com equipes de pesquisa, NIT e outras áreas administrativas, buscando-se definir os detalhes técnicos, organizacionais, financeiros, propriedade intelectual, dentre outros. No âmbito das operações, tais informações são documentadas no plano de trabalho, em que também constam pré-definidas as macroentregas do projeto.

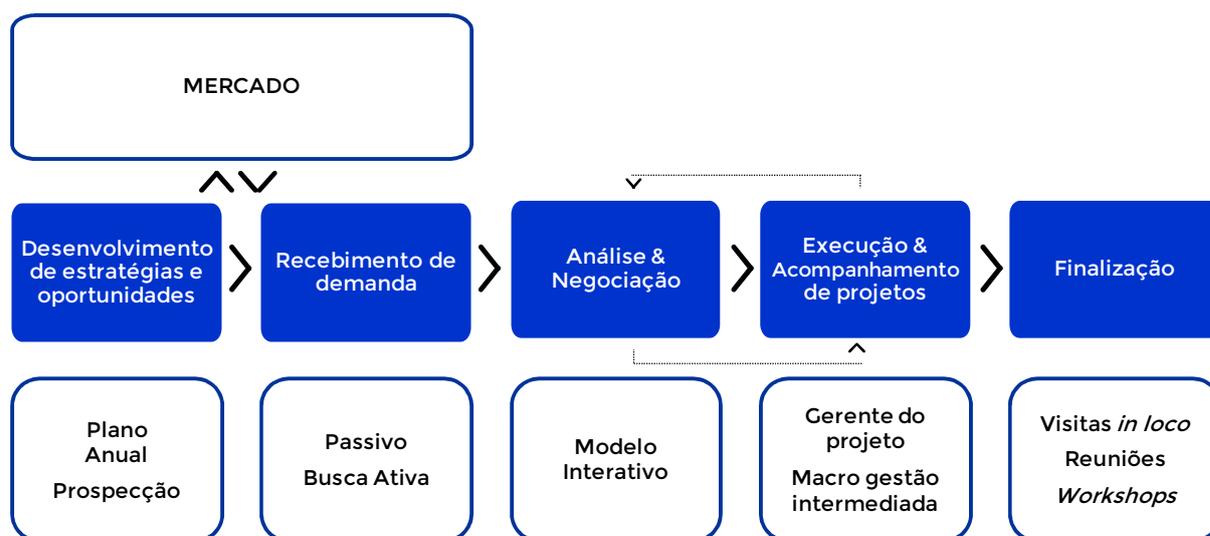
Após aprovação do plano, o projeto de PD&I tem início, abrindo-se um cronograma interno de execução. A gestão macro (administrativa e financeira) é acompanhada e monitorada por áreas administrativas e por fundação de apoio. Nos laboratórios, há uma dinâmica flexível de condução de projetos, em que regras básicas como prazos, macroentregas, porcentagem de evolução de atividades, dentre outras, são acompanhadas pelo gerente do projeto, que geralmente participa e conduz interações com a empresa desde os contatos iniciais.

Mudanças de escopos (frente às incertezas da PD&I), se necessárias, são negociadas junto às empresas. Algumas entregas finais envolvem visita *in loco* pela equipe de desenvolvimento às empresas ou a seus fornecedores para a transferência de tecnologia, em escala piloto/protótipo para a escala de produção em ambiente produtivo da organização receptora da tecnologia desenvolvida em parceria com o ICT. Outras envolvem entregas de relatórios por meio de reuniões e/ou de *workshops* para a divulgação de resultados.

Aspectos jurídicos quanto à transferência de tecnologia, à propriedade intelectual e oportunidades de financiamento aos parceiros privados são tratados pelo NIT (integrado à Coordenadoria de Inteligência de Mercado e Estratégia, em destaque na Figura 33), geralmente acordados nas etapas iniciais de negociação.

A dinâmica de operações descrita consta representada no fluxo da Figura 34.

Figura 34 — Fluxo de operações de PD&I



Fonte: Autoria Própria (2021)

Realizadas as considerações gerais sobre o contexto de estudo, resultados da aplicação do modelo se iniciam em 8.3. Tal como aspectos metodológicos previamente descritos no Capítulo 5, as análises conduzidas para a sua verificação basearam-se em entrevistas semiestruturadas, realizadas remotamente, como principais fontes de evidências, apoiada por análises de fontes secundárias (verificar detalhes no Apêndice D).

Para a condução das entrevistas, o intuito foi o de obter a participação de profissionais envolvidos nas operações, na gestão (macro e micro) e no suporte da PD&I no contexto da Bionanomanufatura. Seis profissionais foram entrevistados (E₁₄ a E₁₉), de modo aleatório (conforme disponibilidade de agendas), de acordo com as seguintes divisões (a Figura 33 pode auxiliar na compreensão sobre a alocação dos informantes):

- a) Dois gestores científicos da Bionanomanufatura: pesquisadores ocupantes de cargos de chefia de laboratório e diretoria da área, respectivamente;
- b) Um pesquisador da Bionanomanufatura, não ocupante de cargo gerencial;
- c) Três administrativos: representante da Coordenadoria de Apoio aos Negócios, Projetos e Gestão da Qualidade (ligada à Diretoria de Operações); o gestor interino da Coordenadoria de Inteligência de Mercado e Estratégia (área vinculada à Diretoria de Inovação e Negócios e em que está alocado o NIT); a diretora financeira e administrativa (substituta do presidente e do diretor de operações e que compõe, em conjunto com os demais diretores, presidência e conselhos (de administração, de orientação e fiscal), o *board* executivo do ICT).

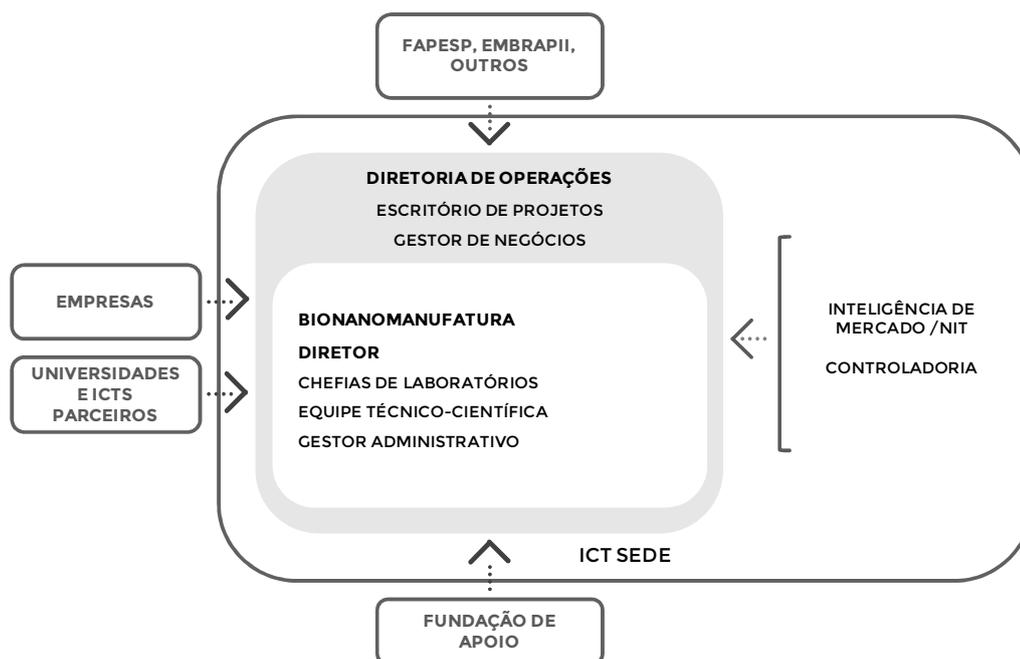
8.3 APLICANDO OS CONSTRUTOS

O detalhamento da gestão de operações de PD&I (seções 8.3.1 a 8.3.3) decorre de análises pautadas nas variáveis dimensionais do modelo conceitual teórico. Em 8.3.4, são expostas as considerações a respeito dos fatores que afetam a gestão das operações de PD&I, estruturados pelas relações entre as variáveis dimensionais e as articulações pré-definidas. Na seção 8.3.5, é levantada uma discussão sobre os resultados do caso decisivo.

8.3.1 Dimensão Estrutura

Os atores internos e externos que se relacionam com a Bionanomanufatura para a realização de PD&I constam representados na Figura 35.

Figura 35 — Atores envolvidos com as operações de PD&I



Fonte: Autoria Própria (2021)

Partindo de considerações sobre o papel de atores externos nos processos de gestão de PD&I, importante atuação é exercida por fundação de apoio, entidade parceira desde 2003, apoiando a realização de projetos de PD&I, de programas relacionados à formação de pessoal e a aquisição de equipamentos: “*Tem grande peso na parte de gestão [a fundação]. É um apoio adicional nisso tudo que acontece no ICT. Principalmente na parte financeira. Agiliza muito a execução dos projetos*” (E₁₇).

Percebe-se a importância da estruturação de parcerias junto a agências de financiamento para subsídio de porcentagens pré-definidas dos valores de projetos estabelecidos com empresas; como fontes de receitas econômicas, com destaque ao financiamento Embrapii, do qual derivam as atividades e as receitas mais representativas em PD&I; e de possibilitarem aumento de capacitações, pela participação em programas de modernização e de desenvolvimento em C&T.

No caso do financiamento Embrapii, uma das considerações levantada por entrevistada diz respeito à necessidade de cumprimento de metas de entregas tecnológicas, as quais *“ficam como preocupação, algo que precisa ser atingido sempre”* (E₁₈) e que acaba por instigar melhor desempenho da unidade. Todavia, não houve relato sobre mudanças significativas no modelo de organização para a realização da PD&I em função de parcerias estabelecidas junto a agências de financiamento.

No caso Embrapii, a principal mudança é devida ao modelo de cofinanciamento proposto, o qual tem alavancado o aumento de interações com empresas, fazendo com que ela assuma mais riscos. Ressaltamos que o ICT participou do teste piloto do programa de financiamento dessa agência, ajudando a aprimorar seus processos e suas prerrogativas para o credenciamento de instituições.

É comum, caso não haja competências internas instaladas para atendimento às demandas de PD&I, a ocorrência de interações e de colaborações com universidades e outras instituições de pesquisa: *“a gente não fica limitado ao interno [...] quando demanda algum tipo de capacitação que o ICT não tem.”* (E₁₄); *“A gente conecta parceiros de fora, de outras áreas que a gente não domina e consegue trazer eles para a execução dos projetos”* (E₁₇). O trabalho de identificação dessas parcerias compete aos pesquisadores envolvidos com a elaboração das propostas de projetos.

Sobre a relação com os parceiros privados (empresas), um dos pontos críticos levantado como requisito ao sucesso do projeto e de seus resultados é haver o envolvimento e a participação da empresa nas diferentes etapas de desenvolvimento para participação nos processos de tomada de decisão, desse modo *“a empresa está acompanhando de perto e sabe os desafios”* (E₁₇).

No âmbito macro organizacional, a controladoria é responsável pela prestação de contas e pelo acompanhamento de aspectos econômicos e financeiros dos projetos. Processos prospectivos e de apoio à inovação (algumas práticas são descritas na próxima seção), assessoramento às empresas sobre linhas de financiamento existentes e assessoramento quanto à proteção de propriedade intelectual e de transferência de tecnologia são realizados

pela Coordenadoria de Inteligência de Mercado e Estratégia, à qual compete as atribuições do NIT, com atuação desde as etapas negociais de projetos.

É possível verificar, pelo modo de organização de trabalho estabelecido, através do envolvimento de diversos atores e estruturas, o caráter interativo (intrínseco) da PD&I (SALLES-FILHO *et al.*, 2021), em que cooperações são formadas tanto para o desenvolvimento e aprimoramento técnico-científico (pelas interações com agências de financiamento, empresas, universidades e outros ICTs), como para o melhor gerenciamento de projetos e recursos, incluindo a interdependência a intermediários macro-organizacionais (NIT, controladoria), além da fundação de apoio.

Outras intermediações no âmbito das operações envolvem a atuação de escritório de projetos, de um gerente administrativo e de um gestor de negócios. O escritório de projetos é a estrutura de suporte ao conjunto de unidades operacionais da Diretoria de Operações, pertencente à Coordenadoria de apoio aos Negócios, Projetos e Gestão da Qualidade (ver Figura 34).

Ele é responsável pela gestão macro dos projetos, apoiando ações como avaliação de propostas, monitoramento de prazos de macroentregas e necessidade de eventuais prorrogações de projetos. Também tem o papel de assessorar o diretor de operações, provendo informações gerais para a tomada de decisão:

Porque às vezes a gente identifica situações, como atrasos em projetos. A gente consegue saber se os atrasos em projetos são recorrentes em uma área [...] ou para um determinado cliente. Se uma área está super alocada ou não, se uma área está com algum problema que pegou vários projetos, então a ideia é ter situações gerais para que a gente possa ver o todo” (E₁₆).

No âmbito interno de operações da Bionanomanufatura, há uma estrutura hierárquica funcional de divisão de trabalho, composta por uma diretoria e por chefias de laboratórios para a coordenação e para o acompanhamento das rotinas operacionais. Para a estruturação de melhorias nos fluxos de interações com clientes (empresas) e enfoque mercadológico, foi relatada a implantação do cargo gestor de negócios para cada unidade operacional (em implantação no período de coleta de dados).

A unidade também conta com a atuação de uma gerente administrativa (cada unidade operacional conta com a atuação desse profissional), responsável por manter interface com outras estruturas de apoio (externas à unidade), como fundação de apoio, escritório de projetos, controladoria.

Os gerentes administrativos envolvem-se com os projetos de PD&I desde suas etapas

negociais: “[os gerentes administrativos] *conhecem todo mundo, são bem articulados para captar as informações, têm bastante afinidade com os sistemas do ICT*” (E₁₄); “*Tem áreas que nem pedem apoio pro (sic) escritório de projetos para fazerem alguma coisa, já que seu gerente administrativo organiza super bem.*” (E₁₆).

Já na condução de projetos, em nível de laboratórios, o alcance de progressos foi apontado como dependente tanto do gerente do projeto — responsável por conduzir e por cumprir o plano de trabalho definido junto à empresa —, como das equipes envolvidas. Há um formato similar à gestão matricial de projetos, porém, sem definição formal de atribuições e de processos gerenciais estruturados: “*Depende muito de cada pesquisador [gerente de projeto], normalmente usando ferramentas de gestão*” (E₁₇); “*A gestão do projeto é mais baseada no feeling do que baseado em processos*” (E₁₅).

A ocorrência de projetos multidisciplinares e integrados é comum na área analisada. Eles ocorrem de acordo com a complexidade, com a abrangência do tema e do escopo de interesse para desenvolvimento. Relatos indicam que tais interações tendem a ser favorecidas por componentes comportamentais, tal como é discorrido na seção 8.3.3.

A recente reestruturação das unidades operacionais, incluindo alterações internas na Bionanomanufatura, foi apontada como propícia ao estabelecimento dessas modalidades de projetos, em que a massa crítica dos grupos de pesquisa foram concentradas para que “[...] *eles consigam se organizar de tal forma a negociar cada vez mais, projetos mais complexos com o mercado*” (E₁₈).

Em geral, há autoridade dos gerentes dos projetos para a condução de pesquisas (exceção foi relato pontual sobre possíveis barreiras devido à divisão hierárquica organizacional para o estabelecimento de projetos colaborativos), em que se verifica a interdependência a estruturas de suporte para a coordenação, controle e efetividade de ações. Também foi possível perceber a distribuição de autoridade propiciada pelo modelo participativo de formulação de estratégias vigente, descrito por uma das entrevistadas como “*processo bastante construtivo e que tem funcionado porque engaja as pessoas*” (E₁₅).

Indicadores de desempenho, metodologias voltadas à integração de competências e à definição de novas capacitações tecnológicas, comentadas ao longo da próxima seção, são exemplos de práticas estruturadas a partir da atuação de grupos de trabalho decorrentes desse modelo de planejamento, geralmente definidas seguindo-se as etapas criação de protótipos, teste piloto e implantação.

Conforme é apresentado, as operações de PD&I contam com um conjunto de práticas de apoio à estruturação de maiores inter-relações entre componentes, regulação de atividades

e integração entre membros.

8.3.2 Dimensão Práticas

No que diz respeito ao desenvolvimento de estratégias e oportunidades em PD&I, através da metodologia Observatório, estudos de prospecção de novas capacitações tecnológicas e de mercado são conduzidos. A metodologia envolve um conjunto de estudos (análises de artigos técnico-científicos, de banco de patentes, de editais e de outras fontes secundárias) para o mapeamento de oportunidades e posicionamento em matriz mercado/produto através do método *Analytic Hierachy Process* (AHP).

Esses estudos prospectivos, geralmente conduzidos pela Coordenadoria de Inteligência de Mercado e Estratégia, mas também podendo ser coordenados pela área de operações, podem levar à definição de iniciativas para a proposição de novas soluções tecnológicas, através de projetos de pesquisa, de desenvolvimento e de geração de conhecimento, no curto a médio prazos de duração (de até 36 meses).

São projetos financiados através de programas internos de capacitação (autofinanciados) e acompanhados por comitê interno de pesquisadores seniores. O objetivo é que, posteriormente, o proponente(s) possa(m) “*tomar uma ação mais proativa e apresentar esse tipo de desenvolvimento para alguma empresa para poder avançar com o desenvolvimento*” (E₁₄).

O desenvolvimento de ferramentas para maior agilidade na elaboração de propostas (como estruturação de painéis de controle e de repositórios de informações para facilitar o preenchimento de dados, prática em teste piloto no momento de realização da pesquisa) exemplifica esforços com vistas à priorização de ações de inteligência competitiva, o que “*requer maior tempo despendido em atividades estratégicas e menos em operacionais, além de maior atuação da área técnica com enfoque em negócios*” (E₁₉).

Ainda como apoio à definição de oportunidades e como fonte para o mapeamento de tendências de mercado foi citada a relevância da prática de registro de demandas recebidas/propostas emitidas, um dos indicadores atualmente acompanhados pelo ICT: “*A gente tem n oportunidades que a gente recebe mas que a empresa não nos procurou mais. [...] A gente consegue mapear, a partir daí, a tendência de mercado*” (E₁₉).

Em transferência de tecnologia, propriedade intelectual e contratos, além de método estabelecido para a avaliação do potencial econômico (valoração) de tecnologias, estava em teste piloto a definição de novo modelo para a negociação de projetos de PD&I pautado em

acordos para a reversão de recursos provenientes de taxas de *royalties* e de sucesso, para a fidelização de empresas com potencial para contratarem novos projetos em áreas de competências do ICT.

Já o programa Novos Talentos, em que são apoiadas atividades conduzidas por estudantes de mestrado, doutorado e pós-doutorado de outras universidades e ICTs, foi definido como prática capaz “*de abrir portas, identificar oportunidades de futuro de interação na hora de estruturar alguma proposta [de projeto de PD&I]*” (E₁₇) e, portanto, de possibilitar a amplificação de capacidades técnico-científicas. O programa também contribui para a atualização e para o incremento da produção científica dos pesquisadores da unidade (particularmente relevante, dada as restrições de publicações devido ao caráter de sigilo normalmente presente nos projetos de PD&I).

Prioridade exposta em documento de gestão, sobre a necessidade de refinamento contínuo de processos de seleção e acompanhamento de bolsas do programa citado “*visando garantir que seus resultados sejam de fato incorporados ao portfólio de inovação do Instituto*” (plano diretor 2018-2022, p.30) e relato de um dos entrevistados, sobre oportunidade de melhor acompanhamento das pesquisas de bolsistas para “*fazer com que algo deles fique mais para a instituição* (E₁₇)” podem indicar necessidade de melhor monitoramento de resultados dessa prática.

Sobre práticas de gestão de projetos, algumas destinam-se à estruturação de propostas, através da condução de reuniões com equipes multidisciplinares para entendimento (desenho) da demanda. A metodologia Entrecentros, por exemplo, é um email que pode ser acionado por qualquer pesquisador e atendido pela Coordenadoria de Inteligência de Mercado e Estratégia para o desenvolvimento de projetos que se caracterizam na integração de competências do ICT para a resolução de problemas complexos.

Um sistema informacional (plataforma de gestão de projetos, PGP) permite o acompanhamento em tempo real dos projetos, ou seja, “*quando a proposta entrou, quem cadastrou, quanto de recurso está sendo demandado, se foi aprovado pelo chefe, pelo diretor, se está aprovado pelo presidente, se já foi contratado, se já começou. Os avanços também são incluídos. Fica tudo nessa plataforma*” (E₁₇). Já o plano de trabalho, ferramenta utilizada para a estruturação de propostas e cujo uso é anterior ao credenciamento Embrapii, foi descrita como útil para a composição de escopo e para a precificação de projetos.

O uso de formulários de aceite assinados por parceiros a cada macroentrega realizada e auditorias internas contínuas são ferramentas de controle (monitoração) presentes. O encerramento de projetos também envolve reuniões/*workshops* com parceiros, para a

transferência de conhecimentos tecnológicos (tal como dinâmica descrita em 8.2.1).

Outros sistemas informacionais buscam organizar informações, melhorar os canais institucionais de comunicação, dando transparência às ações e, ainda, facilitando os processos de tomada de decisão: painéis com informações econômicas, financeiras, gerenciais e indicadores de desempenho (dentre eles, indicadores de resultados em PD&I) publicado em *intranet*; painel de informações sobre projetos de PD&I em andamento; plataforma digital de mapeamento de competências técnico-científicas (denominada SOMOS), disponibilizada ao público geral; ferramentas de comunicação digital (como o *teams*); dentre outros.

Capacitações e programas voltados ao desenvolvimento de competências foram citados como práticas capazes de aprimorar a execução da PD&I. Alguns deles voltam-se ao desenvolvimento de competências técnico-científicas, como os programas autofinanciados (já comentado) para o desenvolvimento de pesquisas e tecnologias “[...] *focados nos assuntos que são definidos como estratégicos pela instituição*” (E₁₇); incentivo à qualificação (pós-graduações); programa de desenvolvimento e capacitação no exterior (intercâmbio em instituições de pesquisa estrangeiras).

Foi comentado sobre a oferta de capacitações para o desenvolvimento de competências em gestão de projetos, havendo autonomia, por parte dos gerentes de projetos, quanto à adoção (ou não) do uso de padrões, geralmente “*usando project, usando gestão convencional, alguns mais modernos que conseguem usar gestão ágil, um scrum, aí tem diferentes perfis e essa é uma outra característica*” (E₁₇).

Outros voltam-se ao desenvolvimento de competências mais gerais, como o *Mentoring*, que integra e potencializa a transmissão de conhecimento entre profissionais mais e menos experientes; oferta e busca de novas oportunidades internas (movimentação interna para a integração entre profissionais de diferentes áreas através do programa Radar); programa de rotatividade na ocupação de cargos gerenciais (este, em elaboração no momento de realização da pesquisa), de modo a “*oxigenar mais a instituição*” (E₁₈); plano de desenvolvimento individual (em desuso desde 2014 (relatório gerencial 2020, 2021)).

Programas avaliativos de cultura e de clima organizacionais, pontualmente citados, desenvolvidos por grupos de trabalho, foram apontados como ainda não efetivamente implantados: “*existem iniciativas no ICT mas eu acho que elas ainda têm pouca força, a gente não consegue enxergar os resultados*” (E₁₄). Outros indícios de ocorrência de falhas na operacionalização de algumas práticas foram identificados:

“*O que talvez falte um pouco pra (sic) gente ainda é ter práticas e processos mais*

bem estruturados” (E₁₅); “[...] sempre o desafio do ICT vai ser operacional porque em questão de ideias, modelos, fluxos, não vejo muito atrás dos outros. Métodos de análise eu tenho muitos mas me faltam braços [para a aplicação de práticas de inteligência competitiva]” (E₁₉); “Tem até um blog da gestão de projetos, é que no fim não deu força, não deu ânimo, a gente não tem tempo também” (E₁₆).

Síntese do conjunto de práticas identificado consta estruturada no Quadro 12.

Quadro 12 — Práticas relacionadas às operações de PD&I

Desenvolver estratégias e oportunidades	Desenvolver e gerenciar projetos (portfólios) / serviços	Gerenciar transferência de tecnologia
Plano de ação Grupos de trabalho Observatório	Plano de trabalho Formulários de aceite de macroentregas Reuniões <i>Workshops</i> Entrecentros Padrões (Pmbok, Ágil)	Termo de confidencialidade Métodos de elaboração de contratos (baseados em valoração tecnológica e na fidelização de parceiros)
Práticas relacionadas a <i>throughputs</i> secundários		
Programas de capacitação técnico-científico (em P&D; Qualificação) Programas de capacitação (gerais): <i>Mentoring</i> , troca de áreas (Radar); rotatividade de cargos de gestão; avaliação de desempenho Novos Talentos Intranet <i>Teams</i> Painéis e plataformas de informação e de controle Indicadores e metas de desempenho com foco em PD&I <i>Blog</i> de gestão de projetos		

Fonte: Autoria Própria (2021)

8.3.3 Dimensão Comportamento

Dependência de atributos como histórico de interações, afinidade e confiança para a colaboração e para a atuação multidisciplinar em pesquisa (comum entre pesquisadores de mesma origem acadêmica) apontam tendências à formação de redes fechadas de relações:

“[a colaboração em P&D] vai depender de alguns aspectos [...]: o pesquisador aceitar o risco de atingir outras estruturas; o pesquisador ter um bom relacionamento interpessoal com outros pesquisadores; ter um trânsito” (E₁₅); “apesar de existir uma cultura [de interações] eu ainda enxergo que a efetividade de ocorrência do mecanismo é muito dependente das pessoas” (E₁₄).

Já a colaboração entre áreas administrativas e a unidade operacional analisada, em geral, foi constatada como presente, com reconhecimento da relevância de manutenção de sinergias entre elas para o sucesso de resultados em PD&I e da necessidade de priorização de esforços institucionais visando à redução de eventuais conflitos entre essas áreas (como interpretações administrativas distorcidas sobre a execução de projetos; e barreiras da área de

pesquisa frente a solicitações administrativas, pontualmente citadas): “*encontrar ferramentas que permitam integrar todas essas informações [administrativas e técnico-científicas] é extramente importante para que você tenha uma visão bem realista do andamento do trabalho*” (E₁₄).

Há valorização por pesquisadores com competências múltiplas (*soft* e *hard*) para a ocupação de cargos estratégicos: “*Os pesquisadores que estão na frente do ICT, eles conseguem integrar essa parte meio gerencial e negocial de maneira mais esperta, sem muita resistência*” (E₁₉).

Foi destacado o perfil do diretor executivo de operações, que mantém coordenação intensa entre diretores das unidades de operações para o compartilhamento de demandas de PD&I e visa à estruturação dos processos de trabalho e estratégias de modo colaborativo: “*o diretor de operações tem uma ligação muito forte de conversa com todos.*” (E₁₆); “[...] *ele faz uma coordenação muito intensa entre todos os diretores das áreas para poder compartilhar essas demandas [complexas, de PD&I]*” (E₁₇).

Ainda quanto ao perfil de lideranças e de pesquisadores, comentários sobre desafios e sobre capacitações necessárias à atuação de pesquisadores em cargos de lideranças, uma vez que “*a zona de conforto do pesquisador é a área técnica*” (E₁₄) e à manutenção de relações interpessoais indicam abertura para o desenvolvimento de competências *soft*, com oferta de cursos institucionais para desenvolvê-las em ocasiões passadas mas “*talvez ainda pouco em relação à realidade que a gente precisa*” (E₁₄).

Outras falas pontuais sobre comportamento de alguns pesquisadores, “[...] *de só registrar negociação quando o cliente assina a proposta oficial*” (E₁₉) (o que é prejudicial à validade do indicador de taxa de conversão de negócios empregado pelo ICT); ou não totalmente abertos ao desenvolvimento profissional “*vai muito do perfil de cada pessoa, de querer fazer ou não avaliação*” (E₁₇) (sobre realização de avaliações de desempenho) apontam oportunidades para o desenvolvimento de competências mais favoráveis à integração *bottom-up*.

Por fim, identificamos consciência sobre a relevância do estabelecimento de projetos de PD&I como fonte de receitas para a sustentabilidade econômica das operações e sobre a sua execução sistematizada: “*se a instituição não souber fazer gestão, não acompanhar entrega, não buscar parceiro, não coordenar, não fazer gestão de pessoas, ela não vai conseguir executar projeto de P&D, não vai ter sucesso, vai virar tecnologia de prateleira*” (E₁₇).

Síntese: Como síntese geral às variáveis dimensionais analisadas, percebe-se uma estrutura de organização pautada em divisões de trabalho, funções e articulações internas e externas estabelecidas, em geral, sem enrijecimento da autoridade de pesquisadores para a realização de projetos e para a tomada de decisão. Ou seja, a unidade operacional tende a lidar com a complexidade das atividades de pesquisa de modo autônomo, contando com funções e com estruturas de apoio facilitadoras à sua realização (denominadas no VSM (BEER, 1985) como metassistema), além de um conjunto de práticas, algumas das quais, vinculadas a *throughputs* secundários, o que evidencia a percepção de entrevistados sobre o caráter holístico de gestão para a realização de PD&I. Já quanto às variáveis da dimensão Comportamento, é possível verificar peculiaridades quanto ao modo de estruturação de relações entre indivíduos, com abertura para o desenvolvimento de atributos para a geração de maiores sinergias entre pesquisadores e com o ICT.

Os fatores que afetam a gestão de operações de PD&I foram estruturados a partir da identificação de relações entre as variáveis dimensionais expostas ao longo das seções 8.3.1 a 8.3.3 e as articulações pré-definidas, sendo elas:

- i) inter-relações que se estabelecem entre *throughputs* e atores internos e externos, gerando economias de escala e de escopo no uso de conhecimentos e de recursos; fluxos de comunicação e de tomada de decisões efetivos no nível de operações de PD&I;
- ii) regulação das operações de PD&I para a manutenção de capacidades (de recursos, de atores, de infraestrutura, etc) e adaptação operacional no médio a longo prazos;
- iii) integração (sinergias) entre indivíduos e organização para a produção de resultados cooperativos (comuns).

A análise das relações deu-se de modo estruturado, por meio de um estudo minucioso de categorização, do qual emergiu os principais *drivers* e limitadores.

8.3.4 Caracterizando os fatores que afetam a gestão de operações de PD&I

Conforme proposta elaborada, os fatores que permitem a estruturação de articulações entre componentes, direcionando-as, constam organizados como *drivers* (QUADRO 13), enquanto aqueles que acabam por interferir negativamente o seu estabelecimento são listados como limitadores (QUADRO 14).

Nos quadros 13 e 14 também constam listadas as dimensões e subdimensões com correspondência à estruturação dos fatores, além da frequência com que eles foram citados em

relação ao conjunto de entrevistas (em que 6 corresponde à emergência do fator a partir de relatos da totalidade de entrevistados). Em busca de maior representatividade (isto é, de maior homogeneidade dos resultados), constam incluídos os fatores estruturados a partir de três ou mais entrevistas.

O conjunto de fatores que direcionam a gestão de operações de PD&I sintetizados no Quadro 13 evidenciam que práticas e intermediações estruturais (internas e externas) têm permitido o alcance de economias, coordenação e controle compatíveis com a complexidade organizacional e de seu macroambiente de atuação (tal como *drivers* de inter-relacionamentos entre componentes e de regulação estruturados).

A partir dos fatores comportamentais (*drivers* de integração *bottom-up* do Quadro 13) é possível verificar o impacto de práticas (formais) no desenvolvimento de comportamentos favoráveis à cooperação organizacional.

Quadro 13 — *Drivers* da gestão de operações de PD&I

Categoria	Fator	Dimensão (subdimensão)	Frequência (por entrevista)
<i>Drivers</i> de inter-relações (entre atores, <i>throughputs</i> e recursos)	Relações interativas	Estrutura (divisão de trabalho); Práticas (práticas de operação, gerenciamento e suporte).	6/6
	Sistemas informacionais	Práticas (práticas de operação, gerenciamento e suporte)	5/6
<i>Drivers</i> de regulação	Controle centralizado de projetos	Estrutura (divisão de trabalho)	5/6
	Desenvolvimento de competências técnico-científico	Práticas (práticas de suporte)	4/6
	Inteligência Competitiva	Práticas (prática de operação, gerenciamento e suporte)	3/6
<i>Drivers</i> de integração <i>bottom-up</i>	Desenvolvimento de competências (gerais)	Comportamento (práticas de suporte)	4/6
	Liderança executiva integradora	Comportamento (perfil de lideranças)	4/6
	Valores para a colaboração	Comportamento (valores para a colaboração)	3/6

Fonte: Autoria Própria (2021)

Quanto aos fatores de otimização das operações de PD&I no seu contexto rotineiro (*drivers* de inter-relacionamentos entre atores, *throughputs* e recursos), o fator **relações interativas** consolida o conjunto de relações compartilhadas entre atores e agentes e algumas práticas de apoio à sua efetivação: i) efetividade de intermediação administrativa; ii) práticas de interação com empresas; e iii) atuação de equipes técnico-científicas multidisciplinares.

A **gestão administrativa intermediada de projetos**, seja pela atuação da fundação de apoio, seja por estruturas internas (gestor administrativo; escritório de projetos, NIT) é o que permite melhor dedicação em ações de cunho técnico-científico por pesquisadores, alcançando-se melhor distribuição de fluxos de tomada de decisão e agilidades nas diferentes etapas da realização dos projetos, incluindo as etapas negociais e de elaboração de propostas.

Práticas de interação com empresas (reuniões, *workshops*, envolvimento de equipes de empresas na realização dos projetos, avaliações e aprovações por meio de macro-entregas) também foram fatores frequentemente citados como relevantes ao sucesso dos projetos, por gerarem interações contínuas, tomadas de decisão compartilhadas e maior efetividade na transferência de conhecimento às empresas.

Em sistemas complexos, “*para que as operações sejam sustentáveis (no macroambiente), as suas variedades devem ser equilibradas*” (JACKSON, p.88). Confere-se a busca por tal equilíbrio pela atuação de **equipes técnico-científicas multidisciplinares** (integração de pesquisadores de diferentes laboratórios e/ou de unidades de operações), para o atendimento a demandas de projetos de PD&I, de maiores complexidades, propiciando-se, ainda, o alcance de economias de escopo (melhor uso de recursos tangíveis e intangíveis).

Esse formato de atuação tem sido estrategicamente tratado pelo ICT (como pela reestruturação das unidades operacionais para a concentração de massa crítica), o que também torna oportuno analisar as limitações comportamentais identificadas, relacionadas à atuação multidisciplinar, comentadas à frente, quando da apresentação dos limitadores.

O uso de **sistemas informacionais** favorecem melhor comunicação entre atores envolvidos com as operações de PD&I e agilidades na tomada de decisão para a execução de projetos (facilitando, por exemplo, os fluxos de aprovações internas, a análise de recursos financeiros disponíveis e os cronogramas de projetos no caso do PGP), além da otimização no uso de recursos internos, por meio da disponibilização de padrões digitais (como o plano de trabalho).

Painéis contendo informações necessárias à elaboração de propostas, de indicadores e o compartilhamento de email contendo demandas para a estruturação colaborativa de projetos complexos de PD&I (metodologia Entrecetros) contribuem para a integração, tanto de conhecimentos administrativos, como de técnico-científicos, no curto prazo.

Também pode ser citado o sistema de mapeamento de competências técnico-científicas dos profissionais do ICT (plataforma SOMOS) como canal facilitador de acesso (contato) por atores externos, e os videos com casos de sucesso de projetos tecnológicos no *site* institucional, que contribuem para evidenciar as eficiências para a colaboração com

empresas presentes.

A relevância do *driver* **sistemas informacionais** para realidades como a do ICT (complexas) é reforçada em estudos como Barlatier e Giannopoulou (2011) e Espejo (2020). Além de melhorarem a base inicial de conhecimentos a serem extraídas para a resolução de problemas e tomada de decisões (tal como percebido no caso), podem fomentar a colaboração e a criatividade na criação de sinergias de informações, evitando a intervenção humana direta e intrusiva (BARLATIER; GIANNOPOULOU, 2011), gerando maior centralização sem burocratização (ESPEJO, 2020).

No âmbito da regulação das atividades operacionais, **a macro-estrutura (robusta) de acompanhamento e de controle de projetos** (escritório de projetos, gestor administrativo, controladoria, os quais acompanham os aspectos administrativos, financeiros, de prestação de contas; além de processos de auditorias periódicos) permite a intervenção cooperativa e o balanceamento de recursos nas operações, apoiando tomada de decisões estratégicas (para a definição de capacidades de equipes e de recursos) e unicidade, sem interferências negativas na realização de projetos (de um modo geral).

As capacidades técnico-científicas existentes, apontadas como diferenciais por entrevistados para atendimento às demandas de PD&I, são aprimoradas por programas de capacitação voltados ao **desenvolvimento de competências técnico-científicas**. Também se inclui o programa Novo Talentos e iniciativas de pesquisadores para o estabelecimento de parcerias científicas, nivelando conhecimentos científicos e aprimorando o posicionamento (competitividade) da unidade no mercado.

Atualizações de capacidades em P&D são alcançadas por recursos extraorçamentários voltados à modernização de infraestrutura laboratorial (de agências de financiamento), e por atuação da fundação de apoio, responsável por gerir recursos para o suprimento de natureza infraestrutural, material, laboratorial e de capacitação. Assim, é possível verificar o papel adicional dessas estruturas na regulação do ICT, ao criarem condições propícias ao desenvolvimento de suas competências.

Ações sistematizadas de **inteligência competitiva**, como a metodologia Observatório e as metodologias de transferência de tecnologia, contam com a atuação do NIT, responsável pela formalização das atividades inovativas institucionais (entre outras atribuições, como atuação direta nos processos de negociação junto às empresas). Ao alocar-se em coordenadoria estratégica, cujo enfoque tem sido a criação de vantagem competitiva (médio a longo prazos), figura-se como um núcleo em estágio avançado (de acordo com os estágios de maturidade de atuação de NIT propostos por Katz, Prado e De Souza (2018)).

A integração entre indivíduos, entre operações e contexto macro-organizacional (para o alcance de objetivos organizacionais) parece ser facilitada por práticas de desenvolvimento de competências (gerais) e pela atuação da liderança diretiva das unidades de operações. Práticas como *mentoring* e Radar, reforçam a proposição geral P_{g1} , de que seja possível o desenvolvimento de comportamentos interpessoais voltados a interesses mútuos em ICTs de modo sistematizado.

As **competências do líder executivo de operações**, com habilidades para integrar pesquisadores e unidades de negócio para a realização de projetos multidisciplinares e para manter intermediação entre diretrizes estratégicas e interesses *bottom-up* foram *drivers* também identificados, mantendo relação com o que aponta a literatura, sobre o papel da alta direção como aliada fundamental para a criação de sinergias organizacionais em ICTs (BIASINI, 2012; NAGESH; THOMAS, 2015; POLI *et al.*, 2015).

As falas dos entrevistados, pautadas, em grande parte, no contexto coletivo de realização da PD&I, demonstram os **valores para a colaboração** presentes, os quais não se restringem ao âmbito de pesquisa (âmbito este, geralmente enfatizado pela literatura, como necessidade de atuação multidisciplinar e interdisciplinar (ÁVILA-ROBINSON, SEGOKUB, 2017)), sendo constatada proximidade de relações entre setores técnico-científicos e administrativos, além das relações entre pesquisadores, muito embora, no último caso, tendam a ocorrer entre grupos específicos.

Ao compararmos os *drivers* caracterizados com aqueles identificados na literatura (verificar Quadro 4, Capítulo 3), o alcance é de uma abordagem mais detalhada, pouco evidenciada nos estudos consolidados, através de apontamentos, em nível recursivo, sobre os mecanismos que contribuem para a efetivação de articulações entre partes envolvidas com as operações de PD&I.

Dentre os estudos com menções a variáveis internas de ICTs, as similaridades advêm de esforços para a estruturação de colaborações e aprendizados entre envolvidos (como apresentado em Rush *et al.* (1995), Telles (2011), Vanderloop (2004), Nagesh e Thomas (2015)); da relevância do desenvolvimento de competências técnicas (RUSH *et al.*, 1995; ÅSTROM *et al.*, 2008; TELLES, 2011) embora revelado como não restrito a elas, já que o desenvolvimento de outras competências, como comportamentais, foram também levantadas; e do papel integrador exercido por lideranças diretivas (como em Nagesh e Thomas (2015)).

O nível detalhado sobre o modo de organização para a realização de projetos, incluindo o papel de estruturas de suporte internas e externas à coordenação e ao controle de projetos, contribui para esclarecer o *driver* genérico “gestão de projetos”, apontado em

estudos como Rush *et al.* (1995), Telles (2011) e Nagesh e Thomas (2015), também evidenciando a importância de especialistas de áreas de suporte à efetivação da PD&I (o que mantém aproximações com fator estruturado em Martinez-Velaz (2016)).

O fortalecimento dos *drivers* descritos também perpassa a análise dos limitadores dispostos no Quadro 14, relacionados à realização de práticas e a aspectos comportamentais prejudiciais à ocorrência de articulações.

Quadro 14 — Limitadores da gestão de operações de PD&I

Categoria	Fator	Dimensão (subdimensão)	Frequência (por entrevista)
Limitador de inter-relacionamento (entre atores, <i>throughputs</i> e recursos)	Falhas na operacionalização de práticas	Práticas (práticas de operação e de suporte)	5/6
Limitador de integração <i>bottom-up</i>	Competências <i>soft</i> (a serem desenvolvidas)	Comportamento (perfil de lideranças; perfil de pesquisadores; valores para a colaboração)	5/6

Fonte: Autoria Própria (2021)

Se por um lado, a aplicação pontual (*ad hoc*) de práticas contribui para a adaptação organizacional (como no caso de condução de análises de cenário, prática citada em 8.2.1) e tenha sido possível perceber a busca por aprimoramento dinâmico de ações pela proposição contínua de novas práticas (como as diversas citadas no *status* “teste piloto”), a partir de relatos e de análises secundárias, limitações quanto à **operacionalização** de algumas delas foram constatadas, o que pode ser indicativo de ineficiências para o estabelecimento de inter-relações entre componentes.

Mesmo tratando-se de ICT com visibilidade na sua área de atuação, o predomínio de atendimento passivo por demandas de PD&I limita o estabelecimento de interações com empresas (e o potencial de estruturação de novos projetos de PD&I). Uma análise voltada aos indicadores e metas Embrapii (os quais contemplam ações prospectivas de negócios) e sobre como eles têm sido atingidos poderão elucidar como definir melhorias nessa área.

Também há abertura para a verificação de como os resultados de programas institucionais de capacitação (como o desenvolvimento de projetos autofinanciados; e do programa Novos Talentos, por exemplo) têm contribuído para a alavancagem de competências técnico-científicas, das operações e de seus *outputs*.

Análises voltadas a práticas e a ações identificadas como descontinuadas (como avaliação de desempenho (descrito em relatório gerencial (Carta Anual 2020)); *blog* de gestão de projetos; avaliação de clima e cultura organizacionais; algumas ações de inteligência

competitiva) poderão esclarecer se elas são devidas à ocorrência de interrupções para atendimento a demandas *ad hoc*, à falta de profissionais para executá-las ou à falta de acompanhamento e/ou priorização institucional.

Quanto ao comportamento da unidade, os resultados demonstram que, além de interferências do perfil de gestores, de valores para a colaboração e de valores para a profissionalização da PD&I, é relevante que se considerem aspectos relacionados ao perfil de pesquisadores (variável não prevista no modelo conceitual teórico), por ele poder interferir diretamente na condução dos projetos e em seus resultados.

Há coerência dessa constatação às características de sistemas complexos adaptativos, em que propriedades emergentes (neste estudo, consideradas como relacionadas à agregação de valor à PD&I) estabelecem-se por meio de relações formais, espontâneas e informais de seus indivíduos (STACEY, 1996).

Enquanto no macro contexto da realização de operações (interdependente à atuação de estruturas de suporte), o senso de colaboração para o alcance de resultados de PD&I tenha sido percebido, na área de pesquisa (laboratórios), tendências à realização de projetos em redes fechadas de colaboração oportunizam melhor contrabalanceio de conectividades de modo que elas tenham “*intensidade adequadas para que, embora agreguem valor, não impeçam o surgimento de novas conexões*” (STACEY, 1996, p. 180).

Algumas atitudes desalinhadas aos propósitos de PD&I (como o registro indevido de indicadores; desinteresse pelo desenvolvimento profissional com foco em resultados) e desafios à liderança de equipes científicas relatadas somam-se como outros exemplos de que não são apenas as competências técnicas e os conhecimentos especializados que contam para a realização exitosa das operações de ICTs (BARLATIER; GIANNOPOULOU, 2011). Portanto, **aprimoramentos em competências *soft*** demonstram-se oportunas para que melhores integrações entre indivíduos (e entre eles e o ICT) se estabeleçam.

Terminada a apresentação dos fatores categorizados em função de sua relação com as articulações, ao relaciona-los à ênfase para a definição de ciclos (futuros) de acompanhamento e de melhorias na gestão de operações de PD&I, uma reorganização dos *drivers* e dos limitadores pode ser proposta, de acordo com o Quadro 15.

Quadro 15 — Síntese dos fatores que afetam a gestão de operações de PD&I e ênfase para as ações de intervenção

Categoria	Drivers (+) / Limitadores (-)	Ênfase
Inter-relacionamentos entre <i>throughputs</i> , recursos e atores	(+) Relações interativas; Sistemas informacionais; (-) Falhas na operacionalização de práticas	Operacional
Regulação das operações	(+) Controle centralizado de projetos; Desenvolvimento de competências técnico-científicas; Inteligência Competitiva	Tática
Integração <i>bottom-up</i>	(+) Desenvolvimento de competências (gerais); Liderança executiva de operações (integradora); Valores para a colaboração; (-) Competências <i>soft</i> (a serem desenvolvidas)	Estratégica

Fonte: Autoria Própria (2021)

Conforme exposto no capítulo de detalhamento do modelo conceitual teórico (no Capítulo 7), fatores que afetam as inter-relações entre componentes e a regulação das operações possibilitam intervenções de melhorias com impactos de prazos reduzidos (ênfase operacional e tático). Fatores de integração *bottom-up* podem demandar ações estratégicas e continuadas, de longo prazo.

As principais considerações que podem ser realizadas a partir dos resultados do caso decisivo são comentadas na sequência.

8.3.5 Implicações ao ICT

São múltiplas as faces de intermediação da inovação exercida pelo ICT do caso decisivo (considerando a classificação proposta por Zylberberg (2019)): i) fornecimento de bens públicos (pela disponibilização de infraestrutura de pesquisa e oferta de serviços de apoio a empresas, como metrologia, calibração e outros); ii) criação de conhecimentos e transferência de tecnologias (ação predominante da unidade estudada); iii) convocação de atores, o que possivelmente será incrementado pelo novo modelo de negócios, pautado em *open innovation* (modelo, este, que também evidencia a busca estratégica por renovação (adaptação) de competências e de capacidades organizacionais do ICT).

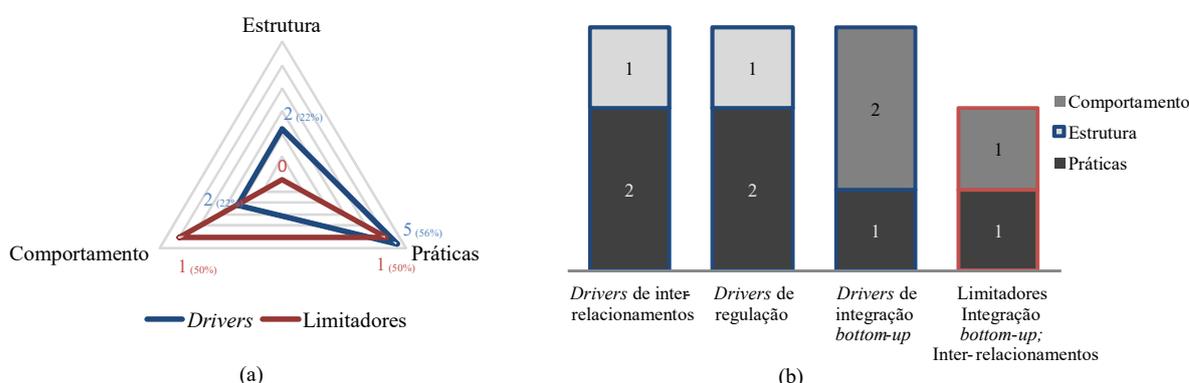
A dependência no financiamento público consistente e competitivo para a realização de projetos de PD&I reforça o papel das agências de financiamento na concretização da lógica de atuação da unidade estudada, pautada na cooperação com empresas para a comercialização de tecnologias e na invenção/licenciamento de patentes. Predomínio de atendimento por demandas de mercado pode justificar a pouca ênfase na criação de *spin-offs* (geralmente geradas por ICTs (ARNOLD; CLARK; JÁVORKA, 2010; ZYLBERBERG, 2019)).

Propomos uma forma para avaliar como uma de suas unidades operacionais tem

sustentado e cumprido a sua atuação, através da compreensão sobre como a sua estrutura organizacional, práticas e comportamentos têm criado valor. De acordo com os construtos definidos, a agregação de valor da PD&I traduz-se na existência de fatores (*drivers*) capazes de estruturar articulações efetivas entre atores (internos e externos), recursos e *throughputs*, gerando economias, regulações e integração *bottom-up*. Articulações não bem estabelecidas decorrem de limitações quanto ao modo como a unidade gerencia as suas operações.

O Gráfico 5 (a e b) representa a correspondência dos fatores caracterizados em relação às variáveis dimensionais analisadas. A maior parte dos *drivers* (cinco) associa-se à dimensão Prática, apontando que um conjunto de ações estruturadas (operacionais, de suporte e gerenciamento) tem garantido o sucesso na gestão das operações de PD&I, proporcionando economias de escala e de escopo (*drivers* de inter-relacionamentos entre atores, *throughputs* e recursos; dois), regulação de capacidades (*drivers* de regulação; dois) e sinergias entre indivíduos (*drivers* de integração *bottom-up*; um).

Gráfico 5 — Distribuição de fatores que afetam a gestão de operações de PD&I em função das dimensões de análise



Fonte: Autoria Própria (2021)

Juntam-se às práticas, *drivers* vinculados à organização e à regulação das capacidades operacionais (relacionados a variáveis da dimensão Estrutura; dois) e à integração *bottom-up* (relacionados a variáveis da dimensão Comportamento, dois). Os limitadores identificados, subdivididos em falhas correspondentes a aspectos comportamentais (um) e à operacionalização de práticas (um), apontam áreas em que melhorias podem ser realizadas para o alcance de interações mais favoráveis.

Sobre a contribuição de práticas como *drivers*, uma limitação desta pesquisa foi a impossibilidade de conduzir observações para melhor compreender o uso de padrões durante a execução de projetos e as suas contribuições para a estruturação de inter-relações entre

componentes envolvidos com a realização de PD&I, devido às restrições impostas pela pandemia. Como práticas contribuem para o contrabalanceio de autonomia e ações gerenciais no contexto laboratorial são aspectos que requerem análises mais apuradas.

As entrevistas permitiram um entendimento sobre a importância da adoção da gestão tradicional de projetos para o controle macro (gestão de recursos, de prazos, prestação de contas), além da identificação de práticas de iniciação (reuniões interativas e colaborativas; plano de trabalho) e de encerramento de projetos (reuniões, *workshops*, visitas *in loco*), o que oferece indícios de que uma abordagem híbrida adequa-se ao contexto de complexidade presente.

Exposição de entrevistado sobre possibilidade de melhor uso de ferramentas digitais institucionais nas rotinas laboratoriais (como o *planner*, Microsoft); relatos de ausência de práticas sobre lições aprendidas e/ou de banco de redes de contatos de parceiros científicos (referentes a melhores práticas na gestão de projetos e de conhecimento adotadas por ICTs de excelência, de acordo com o Quadro 10, Capítulo 7) apontam áreas com possibilidades de aprimoramentos no âmbito laboratorial.

Oportunidade para o estabelecimento de prioridades sobre o uso de práticas é a aplicação da metodologia mapeamento de processos, divulgada como prática em operação na instituição em relatórios gerenciais (não citada por entrevistados), identificando-se aquelas com potencial para gerarem benefícios às operações e as passíveis de descarte e/ou de melhorias. O mesmo é válido ao emprego de sistemas informacionais (*driver* que tem apoiado o alcance de otimizações no contexto das operações), por se tratar de solução geralmente de alto custo.

O modo de divisão de funções (operacionais e de suporte) e a robusta estrutura de apoio administrativo e gerencial às operações demonstram como o ICT tem buscado equilibrar as ações de coordenação e controle macros para o alcance de agilidades e regulações nas operações, sem grandes interferências na autonomia de pesquisadores para a realização de projetos, os quais se organizam por meio de estruturas matriciais informais e de modo colaborativo com as estruturas de suporte.

No contexto dos laboratórios, um dos dilemas da complexidade a ser considerado é o da centralização *versus* descentralização. Se há demasiada restrição na variedade das operações, elas não serão capazes de se adaptar às mudanças no ambiente. Se a escolha é por muito pouco controle sobre as operações, a organização irá se desviar, podendo incapacitar o alcance de metas (JACKSON, 2003).

A capacidade do ICT de compreender oportunidades e ameaças ambientais dá-se por meio dos esforços de inteligência competitiva. Proximidades de atuação entre o cargo gestor de negócios (recentemente implantado), NIT/Coordenadoria de Inteligência de Mercado e operações de PD&I poderão aprimorar as capacidades de absorção de variedade ambiental pela Bionanomanufatura (e reforço de articulações de inter-relações com o sistema de inovação), desenvolvendo-se competências prospectivas no curto prazo para a melhor conjugação de projetos voltados, tanto ao desenvolvimento científico e tecnológico (*science e technology push*), como ao atendimento de demandas de mercado (*demand pull*).

Já a interdependência a agentes externos (agências de financiamento, fundação de apoio) para a regulação de capacidades e para o alcance de agilidades explicitam o caráter coevolutivo das competências organizacionais e dos agentes. Melhor nível de governança é alcançado pela adoção de gerenciamento relacional junto à fundação de apoio, em que há atuação ativa de gestores do ICT (através de conselho).

Sobre os padrões de comportamento dos profissionais envolvidos com a realização de PD&I, enquanto a percepção sobre a relevância da atuação de estruturas de suporte seja condizente com o grau de eficiência presente para a realização de PD&I, as limitações comportamentais identificadas mostram necessidade de alcance de maiores sinergias no ambiente técnico-científico.

Em ICTs — organizações intensivas no uso de conhecimentos, em que o capital humano desempenha papel crucial no desenvolvimento de suas operações — talvez, mais importante do que a eficiência aprimorada ou de tempo de desenvolvimento reduzido, seja a priorização de sistematização de mecanismos que aumentem as perspectivas de combinação de conhecimentos e colaboração (BARLATIER; GIANNOPOULOU, 2011).

Respeitadas as imprevisibilidades decorrentes das relações formais e informais que circundam o comportamento organizacional, nos espaços de intervenções possíveis, é cabível o fortalecimento de programas que fomentem participação, vontade de mudanças e estímulo à criatividade (BIN; SALLES-FILHOS, 2012).

Tais programas são vias ao compartilhamento de padrões, de valores comuns e à ocorrência de relações espontâneas, as quais diminuem a necessidade de intervenções organizacionais (*top-down*) e podem aumentar o senso de autonomia e de empoderamento das unidades operacionais (JACKSON, 2003), promovendo mudanças culturais, essenciais aos ambientes de pesquisa.

Tal como exposto por entrevistados, os programas institucionais de desenvolvimento tendem a ser prejudicados por restrições financeiras do ICT. Considerando que ICTs devem

equilibrar suas linhas básicas de financiamento (e orçamentos) para o desenvolvimento discricionário (independentemente das necessidades percebidas pelo sistema de inovação) e direcionado (em resposta às necessidades da sociedade e da indústria) de competências e de capacidades (AMSTRON *et al.*, 2008), é relevante que o ICT compreenda a execução dessas práticas como investimentos discricionários prioritários à evolução de competências e de comportamentos organizacionais.

Por fim, o fato de não existirem limitadores de regulação (verificar Gráfico 5 (b)), em conjunto com os *drivers* de regulação caracterizados, sugerem que as ações macro-organizacionais do ICT têm contribuído para a manutenção de estabilidade e viabilidade das operações no longo prazo. Não obstante, enfatizamos a interdependência a estruturas de financiamento público externo ao alcance de regulações e, portanto, possíveis consequências devido às oscilações nessas fontes de recursos.

Ainda, dada a característica de recursividade do modelo proposto, análises voltadas a outras unidades operacionais poderão apontar quais são os fatores comuns e/ou divergentes, para a definição de ações de intervenção coletivas.

Na seção 8.3, foram detalhados os resultados e discussão obtidos com a aplicação do modelo conceitual teórico. Na sequência, expomos algumas considerações sobre os seus construtos e diferenciais.

8.4 REFLEXÕES SOBRE O MODELO

O modelo elaborado apresentou ser um modo útil de avaliação e de compreensão sobre relações que se estabelecem entre componentes envolvidos com a realização de PD&I. Ao mesclar perspectivas de sistema e de complexidade, envolvendo variáveis internas e externas relevantes e interferentes ao alcance de *outputs* tecnológicos, o modelo vai além do que vasculhar a “caixa preta” de ICTs, enfatizando a interdependência de realização da PD&I.

O enfoque na gestão das operações de PD&I a partir de variáveis de ordem estrutural, comportamental e práticas, relacionando-as a articulações entre atores, recursos e *throughputs* para a estruturação dos fatores que a afetam, consolida uma abordagem facilitadora à compreensão de que a gestão da complexidade pode se dar buscando-se equilíbrios entre eficiência, autonomia das operações, macro coordenação e comportamentos coerentes ao alcance de objetivos comuns.

Análises quanto à validade do modelo, a partir de sua aplicação, são discorridos na sequência.

8.4.1 Análise dos construtos e oportunidades de melhorias

Os *throughputs* operacionais definidos — desenvolver estratégias e oportunidades; desenvolver e gerenciar projetos/portfólios; gerenciar serviços; gerenciar transferência de tecnologia — mostraram-se representativos da dinâmica operacional de realização da PD&I, muito embora, no caso de aplicação do modelo, pesquisas aplicadas, de desenvolvimento experimental e consultorias tecnológicas sejam geridas como projetos.

Uma aplicação em caso (unidade) em que predomine entregas de serviços tecnológicos especializados e de plataformas tecnológicas poderá elucidar se há peculiaridades sobre o *throughput* “gerenciar serviços” que justifique a sua permanência no modelo. Os agentes externos definidos como interferentes às operações de PD&I e à sua gestão também se mostraram representativos do contexto de atuação de ICTs (assim como no caso exploratório e piloto).

A estruturação de fatores que afetam a gestão de operações a partir de relações entre dimensões e articulações foi alcançada, corroborando-se o enunciado-conjetura de sustentação do modelo (P_g). Caracteriza-los a partir de articulações contribuiu para compreender quais são os fatores direcionadores e/ou os inibidores de otimizações, estabilidade de capacidades e sinergias internas (entre indivíduos e desses com o ICT).

A verificação das proposições específicas do modelo (P_{g1} e P_{g2}) pôde ser alcançada pela realização da categorização dos fatores, a partir das relações entre as variáveis dimensionais e as articulações:

P_{g1} : Variáveis das dimensões Estrutura e Práticas impactam, além da otimização das operações e da regulação de sua capacidade, as redes de relações (formais e informais) e a coesão de seus indivíduos. Delas derivam fatores de inter-relacionamentos (entre *throughputs*, recursos, atores), fatores de regulação e fatores de integração *bottom-up*.

A P_{g1} pôde ser verificada com parcialidade, já que foram apuradas as contribuições das variáveis estruturais (divisão de trabalho, autoridade para a tomada de decisão) e práticas (de operação, suporte e gerenciamento) na otimização e na regulação das operações. No caso conduzido, a autonomia e a autoridade de pesquisadores para a realização de projetos de PD&I é facilitada por coordenação e controle por ajustes mútuos (intervenção cooperativa), através da intermediação administrativa robusta existente. Eficiências têm sido alcançadas em decorrência da estrutura de divisão de trabalho (atuação efetiva de agentes e atores de intermediação (internos e externos); equipes de pesquisa organizadas em estruturas matriciais

informais) e por um conjunto de práticas interativas.

Também foi possível constatar a presença de práticas que instigam comportamentos propícios à integração *bottom-up*. Todavia, não emergiu fator com correspondência às relações entre as variáveis da dimensão Estrutura (divisão de trabalho, autoridade para a tomada de decisão) e integração *bottom-up*.

Tal fato pode estar associado às divergências entre o caráter hierárquico dessas variáveis e a flexibilidade necessária à gestão da complexidade (não gerida totalmente por métodos hierárquicos (STACEY, 1996)), o que oportuniza a inclusão de outras variáveis relacionadas à dimensão Estrutura, para a verificação de seu impacto no estabelecimento de integrações *bottom-up*.

P_{g2}: Variáveis da dimensão comportamento impactam as redes de relações (formais e informais) e a integração dos indivíduos para o alcance de objetivos organizacionais. Delas derivam fatores de integração *bottom-up*.

A P_{g2} pôde ser verificada, já que valores para a colaboração, valores para a profissionalização de PD&I e perfil de lideranças foram representativas da dinâmica comportamental dos profissionais envolvidos com a realização de projetos de PD&I. Também parece haver relevância na compreensão de como as características individuais de pesquisadores interferem na realização de atividades cooperativas; de variáveis vinculadas ao sistema amplo organizacional, como cultura e clima organizacionais; e extensão de análises sobre valores para a colaboração com enfoque em colaborações administrativas e gerenciais (não somente voltada ao contexto de pesquisa). Essas são variáveis levantadas durante a realização do caso decisivo e não previstas no modelo.

As considerações expostas sobre os construtos apontam alguns aspectos passíveis de melhorias (como inclusão de novas variáveis de análise) e/ou não totalmente verificados (como a proposição P_{g1} e a relevância do *throughput* “gerenciar serviços”). Novas aplicações, com a incorporação das melhorias propostas, poderão propiciar novas avaliações e o aprimoramento do modelo.

Apesar dos construtos propostos não enfatizarem relações hierárquicas entre fatores e articulações (sendo somente sugerido um modo de organização temporal para a definição de ações interventivas (futuras)), os resultados de aplicação do modelo, em conjunto com *insights* dos casos exploratório e piloto, trazem alguns indícios sobre ordens de importância e causalidades.

Mudanças comportamentais talvez sejam prioritárias para o alcance de *outputs* com

maior valor agregado ao sistema de inovação por serem, os projetos de PD&I, diretamente dependentes, não somente das competências técnico-científicas, mas de valores e de crenças dos colaboradores envolvidos com a sua realização (como abertura para a colaboração, para o compartilhamento de conhecimentos, para a profissionalização, dentre outros).

Destaque pode ser dado ao papel de práticas na dinâmica de interações, tomadas de decisão e comportamentos, o que as torna vias à estruturação de mudanças organizacionais para a melhoria contínua e evolucionária do comportamento e das competências organizacionais.

Proposições sobre como práticas induzem comportamentos condizentes à agregação de valor da PD&I, à melhor distribuição de autoridade e à divisão de trabalho também poderão ser incorporadas aos construtos inicialmente definidos. A realização de mais estudos, baseados nos construtos do modelo conceitual teórico, poderá propiciar a estruturação de hipóteses, de análises correlacionais entre as categorias de fatores estabelecidas e sobre como elas podem ser dinamicamente ordenadas para o aprimoramento da gestão de operações de PD&I em ICTs.

Outras sugestões de pesquisas relacionadas ao modelo conceitual teórico e à temática abordada nesta tese são realizadas no próximo capítulo.

8.4.2 Diferenciais do modelo frente à literatura

As explanações e justificativas expostas nos primeiros capítulos desta tese buscaram evidenciar o papel dos ICTs nos SI — cujo potencial é o de intermediarem o desenvolvimento tecnológico e geração de inovação — e a relevância do desenvolvimento e da aplicação de instrumentos analíticos condizentes às especificidades dessas organizações para o estabelecimento de frentes de ação ao fortalecimento de articulações intra e interinstitucionais mais efetivas.

Partindo dessa perspectiva, o modelo elaborado supre um *gap* teórico quanto à ausência de referencial capaz de subsidiar análises micro-organizacionais, consoantes à tratativa de ICTs como sistemas complexos adaptativos. A sua diferenciação e originalidade decorre da consolidação de variáveis estruturadas da literatura especializada de ICTs (como definição dos principais *throughputs* operacionais e secundários para a realização de PD&I e das dimensões gerenciais de análise, evitando-se a importação de abordagens provenientes de outros contextos organizacionais, com benefícios duvidosos), apoiados por princípios provenientes da teoria de sistemas e complexidade.

Ao focar sistemicamente a gestão de operações de PD&I, a busca é pela identificação de fatores que afetam a ocorrência de articulações entre partes (internas e externas), como economias no uso de capacidades, de *inputs* e sinergias, também lançando luz a aspectos comportamentais de seus indivíduos, relevantes à realização de PD&I.

Trata-se de modelo capaz de guiar a identificação de *drivers* e de limitadores gerenciais, de acordo com o contexto particular de cada ICT, com o seu modo de organização, com as suas características comportamentais, apoiando, ainda, a verificação de *throughputs* secundários e de estruturas de suporte necessários à efetivação das operações de PD&I.

Ressaltamos que estudos sobre a operacionalização de cooperações entre ICTs e atores do sistema de inovação brasileiro, com vistas à compreensão do seu impacto no aprimoramento de competências de ICTs, têm dado ênfase às inter-relações ICTs/agências de financiamento (são exemplos os estudos de Leme *et al.* (2015) e Salles-Filho (2021)). Não foi identificado estudo relacionado à temática, com menção ao conjunto de agentes de amparo financeiro e de intermediação às atividades de ICTs (agências de financiamento, NIT, fundação de apoio).

Desse modo, a inclusão de análises sobre interferências de agentes-chave de suporte às operações de ICTs brasileiros contribui para elucidar, de modo mais amplo, como tem se dado a operacionalização de cooperações administrativas e gerenciais previstas em marco legal da inovação (BRASIL, 2016), em consonância com peculiaridades do sistema de inovação brasileiro.

Aos tomadores de decisão de ICTs, o instrumento torna-se um auxílio para a melhor compreensão das operações, por propiciar uma análise detalhada e ampla sobre como flexibilidade e eficiência são (ou podem ser) equilibradas, indicando quais inconsistências podem ser minimizadas (limitadores) e como benefícios gerenciais podem ser potencializados (através do fortalecimento de *drivers*).

A proposta se difere dos métodos/modelos de abordagem *soft* para a análise de organizações sob o enfoque de sistemas e complexidade (como os focados na estruturação de problemas (PSMs), os quais podem ser encontrados em estudos como Jackson (2003) e Kazakov, Howick e Morton (2021)) por estes se basearem, em geral, na estruturação de situações problemáticas, em análises de interações entre variáveis para o planejamento, o desenvolvimento e o gerenciamento de mudanças organizacionais, em uma visão macro.

Enfatizamos que, frente à carência de abordagens micros, voltadas à temática gestão de PD&I no contexto de operações de ICTs, optamos, como passo primário, por estruturar um modelo cujo enfoque é maior na definição dos componentes operacionais e agentes externos

relevantes ao contexto de ICTs brasileiros e na busca por compreensão da situação (diagnóstico) em que a sua gestão se encontra, identificando quais são os fatores que a direcionam ou limitam, sem perder de vista, no entanto, um modo holístico de abordá-lo.

Articulações presentes entre partes, bem como interações macro-organizacionais são consideradas. Neste sentido, há avanços no modelo construído quando comparado aos PSMs, por exemplo, por estes tenderem a tratar tais partes separadamente (KAZAKOV; HOWICK; MORTON, 2021).

Dentre os PSMs, destacamos o VSM (BEER, 1985), modelo que aponta diversas leis sistêmicas e estruturais que devem ser observadas em organizações para lidarem com a sua complexidade e obterem sucesso. O tratamento das operações de modo recursivo é vantajoso, já que diferentes unidades operacionais podem ser analisadas pontualmente, sem causar maiores transtornos ao restante da organização, particularmente naqueles elementos que já operam com eficiência (JACKSON, 2003).

Embora o VSM traga grande contribuição ao campo da gestão de sistemas complexos, tratando-se de modelo genérico e aplicável a qualquer tipo organizacional, em que pese, volta-se, mais uma vez, ao diagnóstico e/ou (re)desenho macro-organizacional, além de dar atenção a interconexões entre recursos e controle (KAZAKOV; HOWICK; MORTON, 2021), não detalhando o papel de atores que atuam de modo interdependente e como os indivíduos são motivados a cooperarem organizacionalmente e/ou exercem autonomia, aspectos, estes, incluídos no modelo elaborado nesta tese.

Considerando a utilidade do VSM, incorporamos alguns de seus princípios e componentes, como o princípio da recursividade das operações, dando abertura à análise pontual das operações de PD&I de modo independente, sem interferências aos demais tipos de negócio comuns ao contexto de ICTs (serviços técnicos, educação e outros não diretamente vinculados à inovação), podendo, ainda, ser aplicado a diferentes unidades tecnológicas (laboratórios/áreas técnicas), separadamente.

Os principais canais de comunicação do VSM também são considerados como apoio teórico à estruturação de algumas articulações presentes no contexto das operações de PD&I. Em síntese, o modelo construído pode ser considerado como um ponto de partida, com o objetivo de ampliar evidências sobre as operações de PD&I em ICTs a partir da perspectiva de sistemas complexos adaptativos.

Situações problemáticas decorrentes da caracterização proposta (como eliminar os limitadores e fortalecer os *drivers*) poderão ser melhores analisadas por métodos/modelos como os PSMs, por exemplo, para a estruturação de ações de intervenções, de acordo com as

ênfases propostas pelo modelo (operacionais, táticas, estratégicas).

O conjunto de estudos consolidados nesta tese, incluindo os construtos do modelo, também serve de referência para a análise de melhorias, se necessárias, além de instrumento de mitigação ao ceticismo sobre a profissionalização de PD&I para ICTs, visto incorporar práticas de ICTs de excelência de outros sistemas de inovação.

Exposições finais sobre o modelo, questão, objetivos e tema de pesquisa são abordados no próximo capítulo, de considerações finais e conclusivas.

9 CONSIDERAÇÕES FINAIS E CONCLUSÕES

Neste capítulo são realizadas as considerações conclusivas sobre a pesquisa. Na seção 9.1, discussões finais sobre os estudos empíricos buscam levantar reflexões adicionais sobre os construtos baseadores da proposta conceitual teórica elaborada.

Na seção 9.2 são feitos os comentários finais sobre a efetividade da proposta em alcançar respostas à questão de pesquisa; sobre a abrangência com que os objetivos específicos de pesquisa foram alcançados; e sobre a adequação do método escolhido para a realização da pesquisa. Na última seção (em 9.3), as limitações do modelo elaborado e as sugestões para trabalhos futuros, decorrentes dessas limitações e dos resultados e discussões de pesquisa, são expostas.

9.1 CONSIDERAÇÕES FINAIS SOBRE OS ESTUDOS DE CASO

Com respeito às especificidades dos casos conduzidos (exploratório, piloto e decisivo, apresentados nos capítulos 6 e 8) e adotando, como parâmetro, as variáveis dimensionais estabelecidas para a compreensão da gestão de operações de PD&I em ICTs, uma análise geral (final) pode ser realizada.

Reflexões e recomendações para o alcance de maior efetividade nas entregas tecnológicas das unidades são realizadas nas próximas seções, de consolidação de análises sobre o modo como as unidades encontram-se organizadas, praticam a PD&I e mantêm cooperações. Conforme é exposto, para aumentarem a capacidade de resposta às demandas do sistema de inovação, as unidades devem amplificar as suas competências de gestão.

Menor ênfase é dada à sistematização (categorização) de fatores que afetam a gestão de operações de PD&I (e, portanto, nas relações estabelecidas entre variáveis dimensionais e articulações), por tal ação ter sido realizada na condução do caso decisivo, em que foi feita a aplicação completa do modelo conceitual teórico e considerações sobre a sua validade.

9.1.1 Considerações sobre a dimensão Estrutura

As evidências decorrentes de análises das operações de PD&I sob a perspectiva das variáveis estruturais (divisão de trabalho; autoridade para a tomada de decisão) são de que uma estrutura organizada por funções (coordenação geral; administrativa e financeira: para o apoio aos processos prospectivos, para o apoio ao controle de projetos) porém, com atuação

interativa, seja propícia à gestão macro das unidades.

São exemplos, a robusta estrutura de suporte às operações do caso Bionanomanufatura, incluindo o compartilhamento de atividades e proximidades de interações com agentes de suporte (fundação de apoio; NIT); e o papel de autoridade representado pelas funções diretivas, para a unificação de esforços e para o alcance de objetivos comuns, evidente nos casos Cepof e Bionanomanufatura.

Nos casos Cepof e Cersuschem, a organização das entidades é influenciada, em parte, por contrapartidas estruturais exigidas por programas de financiamento em vigor, mas que não têm sido efetivamente cumpridas, levando à concentração e à sobrecarga de ações diretivas e administrativas em reduzido quantitativo de profissionais. Também há redução de autoridade dos coordenadores dessas unidades para o estabelecimento de convênios, o qual foi apontado como burocrático e dependente de decisões de instâncias universitárias.

Sob a perspectiva de gestão da complexidade, em que o alcance de equilíbrio (entre absorção da variedade externa, para atendimento às demandas tecnológicas; variedade das operações (inerentes à PD&I); e ações gerenciais) se dá por ajustes mútuos entre funções de suporte (geralmente vinculadas ao contexto macro-organizacional) e unidades de operações (autônomas) (ESPEJO; GIL, 2011), um diálogo próximo e contínuo com o contexto macro-organizacional é requerido.

Ou seja, a viabilidade dos centros universitários, mesmo mais autônomos para a definição de ações de coordenação operacional, depende do estabelecimento de interações com as respectivas universidades sede (macro-organização) para a definição de capacidades e para a melhor estruturação de ações estratégicas e competitivas em PD&I (ações essas, com o potencial de intermediação por agências de inovação).

Entretanto, além de restrições orçamentárias universitárias (prejudiciais à contratação de novos profissionais de suporte ao centro, por exemplo), interferências como ceticismo à profissionalização da pesquisa e cultura universitária não totalmente direcionada à PD&I, parecem dificultar aproximações, gerando burocracias institucionais para a tomada de decisões e/ou para a definição de prioridades estruturais com enfoque em inovação, conforme é melhor discutido na seção 9.3.

Já para a organização e para a coordenação de projetos, no nível laboratorial, diferentes formatos de atuação puderam ser verificados. A autonomia mostra-se presente na gestão de equipes e de conhecimentos científicos (cuja adoção de padrões gerenciais, quando relatada como presente, dá-se de modo informal), mantendo relação com estudos como Barlatier e Giannopoulou (2011), Boardman e Ponomariov (2014), sobre a adequação de

estruturas menos formalizadas para a realização de operações de ICTs.

Apesar da autonomia ser forte característica de sistemas complexos adaptativos (como os contextos de realização de projetos estudados), os quais não podem ser inteiramente controlados por mecanismos hierárquicos (STACEY, 1996), por outro lado, a ausência de coordenação parece influenciar negativamente a realização integrada de projetos e resultados em PD&I, tal como pôde ser percebido no caso Cersuschem.

Esforços das unidades podem se dar para a identificação de estruturas gerenciais (se orgânica, por projetos) mais adequadas à criação de ambientes propícios à troca, combinação de conhecimentos e agilidade no âmbito dos laboratórios de pesquisa, aspectos que ainda instigam maiores compreensões.

Quanto ao modo de organização para o estabelecimento de cooperações externas, as similaridades correspondem à dependência no estabelecimento de parcerias com agências de financiamento para a manutenção de capacidades (equipamentos; profissionais bolsistas) e para o cofinanciamento de projetos, com a diluição de riscos de investimentos em pesquisa para as empresas, obtidos principalmente por meio de recursos de programas da Fapesp (como Pipe) e Embrapii (mais visíveis nos casos Cepof e Bionanomanufatura). Destaque pode ser dado à parceria Embrapii, em que há alcance de maior flexibilidade e autonomia para o estabelecimento de projetos com empresas, bem como para a condução de mudanças de escopo de projetos, com impacto direto nas operações.

As cooperações com as estruturas intermediárias aos ICTs — fundações de apoio, NIT/Agências de inovação — diferem-se quanto ao grau de efetividade de inter-relações e de regulações geradas. Atuação ativa do conselho e da diretoria de fundação de apoio (órgãos formados por gestores do ICT apoiado) foi diferencial relatado para o alcance de agilidades e de efetividades no uso de recursos financeiros e de ações administrativas da Bionanomanufatura, sugerindo ser, a busca conjunta (do ICT e fundação) por profissionalização e governança, possível caminho para a mitigação de problemas geralmente enfrentados por fundações de apoio.

Dentre eles, falta de clareza e interpretações distorcidas por órgãos de controle sobre a aplicação de legislações (DE NEGRI, 2018; RIBEIRO; SALLES-FILHO; BIN, 2015), podem impedir o alcance de celeridades esperadas. Tais considerações servem de *insights* para o caso Cepof, em que a atuação de fundação de apoio, com quase quatro décadas de existência (contra 15 anos da fundação de apoio da Bionanomanufatura e 20 anos da fundação de apoio à Cersuschem), foi avaliada negativamente por entrevistados.

O NIT de apoio à unidade Bionanomanufatura também se difere da atuação das agências de inovação das unidades universitárias. Alocado em coordenadoria estratégica do ICT, envolve-se em diferentes etapas de realização dos projetos de PD&I, além daquelas relacionadas à definição de acordos de transferência de tecnologia e propriedade intelectual, mais características das agências de inovação dos casos Cepof e Cersuschem.

O desenvolvimento de inteligência competitiva — aspecto fundamental para a adaptabilidade e para o acompanhamento de mudanças tecnológicas para os sistemas complexos adaptativos (BEER, 1985) — é uma das áreas em que ações conjugadas de curto a longo prazos são passíveis de melhorias, especialmente para as unidades Cepof e Cersuschem (nesta, não presente), em que o apoio de agências de inovação é possível.

Mais uma vez, o caminho para o melhor arranjo de cooperações entre as estruturas intermediárias e as unidades estudadas parece ser dependente de diálogos institucionais estratégicos e contínuos (entre unidades e macro-organização). Dentre as ações administrativas e gerenciais que podem ser melhores distribuídas, por meio de interações estruturadas entre fundações de apoio, NIT e ICTs, de acordo com o conteúdo do marco regulatório da inovação (BRASIL, 2016), apontamentos da literatura e percepções sobre os casos, listamos:

i) captação de parcerias (prospecção de negócios, de recursos financeiros públicos (de agências de financiamento) e privados);

ii) catalogação e oferta de serviços tecnológicos e especializados, o que oportuniza a melhor incorporação de papéis para as unidades universitárias (como utilitários de serviços (ZYLBERBERG, 2019)) e geração de receitas;

iii) gestão do compartilhamento de infraestrutura laboratorial (laboratórios multiusuários), em que políticas e diretrizes constam estabelecidas em atendimento a prerrogativas de financiamento público (como verificado para os casos Cepof e Cersuschem), mas com pouca efetividade prática;

iv) estruturação de escritórios compartilhados, com enfoque em projetos tecnológicos (tal como vem sendo discutido por algumas universidades paulistas, para a gestão de pesquisas (ALISSON, 2017)).

Por fim, destacamos o enfoque translacional de atuação das unidades, ao estabelecerem cooperações científicas (com outras universidades e ICTs, incluindo relações com pesquisadores internacionais, nos casos Cepof e Cersuschem, propiciadas pelo financiamento de programas de inovação de longo prazo em vigor nessas unidades) para o melhor atendimento e desenvolvimento tecnológico.

Diante dos aspectos expostos, destacamos a importância do fortalecimento e do desenvolvimento de competências relacionais das unidades, já que o desempenho das operações de PD&I e o alcance de otimizações e de regulações são altamente dependentes da qualidade das relações que se estabelecem intra e interinstitucionalmente.

9.1.2 Considerações sobre a dimensão Práticas

Os casos realizados evidenciam que a execução de algumas das práticas de apoio ao estabelecimento de cooperações em projetos de PD&I (como a gestão de projetos por macro entregas) tem se efetivado para o atendimento a prerrogativas de programas de financiamentos públicos à inovação, o que reforça apontamentos da literatura (como os estudos de Leme *et al.* (2015), Oliveira e Guimarães (2019) e outros), sobre o estímulo desses programas à profissionalização de ICTs.

Destacamos as oportunidades para a absorção de capacidades em gestão propiciadas pelos encontros anuais de troca de experiências entre unidades credenciadas promovido pela Embrapii. Na ausência de diretrizes voltadas ao modo de execução e de estabelecimento de cooperações em projetos (uma vez que as prerrogativas operacionais de financiamento voltam-se ao contexto macro-gerencial), além de disseminação de boas práticas, o evento pode ser um canal para a divulgação do modelo de EOE, comentado no Capítulo 3 quando da apresentação dos modelos de gestão de PD&I para ICTs e desconhecido por entrevistados do Cepof, por exemplo.

Apontamentos de alguns entrevistados, quanto às restrições nos modelos de avaliações de bolsistas e de pesquisadores docentes (em que há ênfase na publicação científica) lançam olhar às agências de financiamento e às universidades, sobre a necessidade de reequilíbrio de critérios avaliativos e intensificação da importância do desenvolvimento tecnológico e da interação com o setor privado e à importância de mudanças globais, não restritas aos ICTs e às suas unidades operacionais, para a adequação às demandas de inovação tecnológica de modo mútuo.

9.1.3 Considerações sobre a dimensão Comportamento

Os achados dos casos sugerem que alguns atributos comportamentais de gestores científicos e de equipes de pesquisa (visivelmente para os casos Cepof e Cersuschem) podem limitar integrações para o alcance de entregas tecnológicas.

O caso Cersuschem evidencia o que expõem Oliveira e Guimarães (2019), sobre o contexto típico de realização de pesquisas básicas, em que avanços na fronteira da ciência tendem a ser lideradas por interesses (individuais) dos pesquisadores. Combinações entre pesquisa básica e aplicada (tal como ocorre nas demais unidades estudadas), requerem “*encontro dos caminhos críticos para tornar o negócio viável dentro do prazo certo de mercado; e [...] boas habilidades gerenciais para definir e implementar prazos que correspondam a outras atividades de planejamento*” (OLIVEIRA; GUIMARÃES, 2019, p. 232), dentre outros aspectos.

Para que avanços em projetos de cooperação com empresas se concretizem no caso Cersuschem, um contrabalanceio de competências, além das técnico-científicas (essas, evidentes nos três casos), parece ser necessário, a exemplo das características constatadas dos ocupantes de cargos diretivos do Cepof e da Bionanomanufatura. Ao acumularem competências múltiplas (técnicas, em gestão e negócios, além de habilidades *soft*), esses gestores reforçam o papel de autoridade do pesquisador principal exposto por Adler *et al.* (2009), Boardman e Ponomariov (2014), para a integração das diferentes expectativas de atores envolvidos em atividades de ICTs.

No caso da Bionanomanufatura, em que constatamos que as operações de PD&I e os seus *outputs* tendem a ser orientados de modo mais estruturado, um dos papéis do diretor de operações é o de promover integração *bottom-up*, intermediando diretrizes estratégicas institucionais e a estruturação de estratégias operacionais participativas.

No caso Cepof, *outputs* como geração de *spin-offs* e *start-ups*, os quais tipificam a evolução do papel das universidades como centros empreendedores (ou universidade empreendedora, como abordado em estudos como Carayannis *et al.* (2018)), parecem decorrer da cultura empreendedora disseminada por alguns gestores científicos do centro. Ao promoverem formas criativas de combinação, integração e aplicação de conhecimentos (como na criação de *start-ups* e de *spin-offs*); ampliação de redes de atuação (pela formalização de convênios) e aquisição de recursos de diferentes fontes (tal como diversidade de fontes de recursos extra-orçamentários presentes), reforçam as características de cientistas empreendedores descritas por Casati e Genet (2014).

Por outro lado, resistência à priorização de capacitação em gestão; relatos sobre cultura universitária ainda desfavorável ao trabalho com empresas privadas; e limitações comportamentais quanto à colaboração evidenciam as discussões levantadas por autores como Albuquerque (2011), Casati e Genet (2014) e Meesapawong *et al.* (2010), sobre a necessidade de busca por mudanças comportamentais capazes de proporcionar novas perspectivas quanto

à produção da C&T e à adoção de novas práticas e aprendizados.

A compreensão de que a P&D de excelência envolve a melhor organização (para o uso mais eficiente de recursos e agilidades) e o desenvolvimento de competências não encontradas em amplitudes simplesmente técnico-científicas demanda quebras de paradigmas e inovações institucionais no contexto dos ICTs estudados. Sugestões de ações estratégicas, que poderiam ser dar de modo continuado, transcorrem:

i) priorizar discussões e debates macro-institucionais sobre cultura de inovação;

ii) desenvolver mecanismos avaliativos para a mensuração de progressos de atividades colaborativas em PD&I (como número de patentes registradas e indicadores relacionados; número de *start-ups*, *spin-offs* criadas por estudantes e/ou pesquisadores; quantidade e intensidade de artigos científicos em coautoria com empresas, tal como indicativos sugeridos por Brito Cruz (2019), alguns dos quais já acompanhados por sistema de medição de desempenho da Bionanomanufatura), com finalidades de concessão de recursos em pesquisa e/ou pontuações (extras) para fins de progressões em carreira;

iii) promover programas institucionais voltados à capacitação em temáticas deficitárias, como competências prospectivas, gerenciais e *soft*, por meio de escolas de capacitação existentes ou por intermediação de fundações de apoio (para o alcance de economias de escala e agilidade);

iii) instigar parcerias com associações profissionais e agências de financiamento para a capacitação e a troca de experiências em gestão de pesquisa (OLIVEIRA; BONACELLI, 2019), como os encontros anuais promovidos pela Embrapii (já comentados); os ciclos de capacitação promovidos pela associação brasileira de gestores de pesquisa (*Brazilian Research Administration and Management Association*, BRAMA) em temáticas como gestão de projetos de P&D; ferramentas, *softwares* e técnicas de apoio à gestão de informações em pesquisa; entre outros (BRAMA, 2021); o programa de treinamento para estímulo à criação de escritórios de apoio institucional ao pesquisador, promovido pela Fapesp;

iv) estimular o intercâmbio de pesquisadores e docentes em outras instituições públicas nacionais, empresas privadas e/ou instituições internacionais, para que os cientistas possam “*circular por entre instituições com culturas, natureza e modelos de gestão distintos*” (DE NEGRI, 2018, p. 142);

v) realizar *benchmarking* (como sugerem Casat e Genet, 2014) com outros ICTs para a incorporação de boas práticas em gestão de PD&I e em desenvolvimento de competências. Citamos a prática *mentoring*, do caso Bionanomanufatura, relatado como de grande relevância para o desenvolvimento profissional por entrevistados e de custo financeiro reduzido (não

identificado como prática adotada em ICTs pela RBS);

vi) seguindo recomendações de Sapienza (2005), promover alterações curriculares para a oferta de formação de atributos múltiplos durante o ensino da pesquisa (nos cursos de graduação e pós-graduação) como aliada ao desenvolvimento de perfis mais preparados à liderança científica e à cooperação (podendo ser debatido no âmbito macro institucional das unidades universitárias, por exemplo).

Em síntese, os resultados apontam que otimizações e adaptações para o melhor atendimento às demandas mercadológicas e tecnológicas do sistema de inovação têm sido possíveis pela estruturação de cooperações interativas entre diferentes estruturas, atores e agentes envolvidos com as operações de PD&I nas unidades investigadas.

À efetivação de colaborações científicas (com universidades e ICTs) e com empresas, apontados como fatores críticos de sucesso à atuação de ICTs pela literatura consolidada nesta tese (por estudos como Rush *et al.* (1995), Telles (2011), Vanderloop (2004) e Nagesh e Thomas (2015)), incorpora-se a compreensão de que outros diferentes arranjos de cooperações são obrigatórios para o enfrentamento dos desafios atuais da ciência, tecnologia e inovação (OLIVEIRA; BONACELLI, 2019).

No processo de aprimoramento de competências e eficiências para a realização de PD&I com entrega de valor de modo coevolutivo, interessante papel é exercido por agências de financiamento (para além do seu papel de provedor de recursos financeiros). Além do que tem sido relatado pela literatura nacional, sobre a indução causada por programas de financiamento à inovação na melhoria do desempenho de ICTs (e garantia de financiamento público de longo prazo) (LEMES *et al.*, 2015; MOTTA *et al.*, 2017; OLIVEIRA; GUIMARÃES, 2019; SALLES-FILHO *et al.*, 2021), foi também possível verificar o seu papel de promotoras de melhor organização e coordenação nos casos Cepof e Cersuschem, em que predomina uma cultura menos propícia à profissionalização da PD&I.

Maior ponderação para critérios gerenciais e estruturais para o julgamento de financiamentos de longo prazo à inovação e o acompanhamento iterativo sobre o cumprimento de prerrogativas estruturais, por parte das agências de financiamento, talvez provoquem maior engajamento institucional, o que novamente lança olhar a esse ator externo, para que adequações às demandas de inovação tecnológica se dêem de modo mútuo.

A inclusão de análises voltadas ao entendimento de aspectos comportamentais, também em atendimento às características complexas de ICTs, revelaram a necessidade prioritária de superação de limitadores prejudiciais à estruturação de integrações humanas (*bottom-up*), cuja superação (parcial) pode ser provocada por ações estruturadas, tal como

algumas sugestões discorridas nessa seção.

Outras práticas gerenciais de gestão de pessoal e de áreas relacionadas ao contexto de ICTs, em que podemos destacar, além de práticas diretamente relacionadas às operações, as relacionadas a áreas de apoio relevantes às realidades estudadas, como gestão de parcerias e gestão de conhecimento, constam sintetizadas nesta tese, no Quadro 10.

9.2 CONSIDERAÇÕES FINAIS SOBRE A QUESTÃO, OS OBJETIVOS E O MÉTODO DE PESQUISA

A literatura ainda carece de detalhes sobre como as operações de etapas pré-competitivas, conduzidas no âmbito de ICTs brasileiros, podem ser coordenadas e direcionadas ao aprimoramento de capacidades competitivas. As discussões sobre a atuação de ICTs para a alavancagem da inovação tendem a focar aspectos macros, contexto para o qual identificamos abertura para o desenvolvimento de contribuições.

Procuramos desenvolver uma abordagem para analisar as operações de PD&I em ICTs brasileiros de acordo com as suas especificidades organizacionais, partindo de desdobramentos do conceito de fatores que afetam o sucesso em gestão, uma das formas clássicas de apoio às organizações, e de interpretações sobre desafios e limitações gerenciais vivenciados por ICTs.

A resposta à questão norteadora de pesquisa **como estruturar uma forma de caracterização de fatores (*drivers* e limitadores) que afetam a gestão de operações de PD&I condizente com as complexidades de ICTs brasileiros?** foi a elaboração de um modelo conceitual teórico derivado da teoria de sistemas complexos adaptativos e de estudos especializados de ICTs, seguindo-se orientações dos objetivos específicos de pesquisa, devidamente concluídos.

A estruturação dos principais preceitos relativos à gestão de PD&I e de suas operações para os sistemas complexos adaptativos ICTs (objetivo (a) de pesquisa) foi apoiada por levantamentos teóricos minuciosos (incluindo-se uma RBS) e pela exploração desses preceitos em campo, os quais serviram de subsídio à elaboração do modelo, à definição de seus componentes e contrutos (objetivo (b) de pesquisa).

O teste do modelo elaborado (objetivo (c) de pesquisa), deu-se por meio de aplicação decisiva, apresentada no Capítulo 8, em que considerações detalhadas sobre a gestão de operações de PD&I, de seus *drivers* e limitadores, foram alcançadas a partir de análises voltadas ao conjunto de dimensões, de suas variáveis e da relação dessas variáveis com as

articulações pré-estabelecidas. Finalmente, esta tese consolida um conjunto significativo de estudos sobre gestão de operações de PD&I para ICTs e reflexões sobre a sua execução (objetivo (d) de pesquisa).

Algumas considerações podem ser realizadas sobre o principal método de pesquisa empregado: o estudo de caso. Mesmo diante da impossibilidade do uso da técnica de observação na coleta de dados do caso decisivo (o que provavelmente possibilitaria melhor compreensão sobre a dinâmica de gestão de projetos no âmbito laboratorial da unidade investigada), a abertura para o trabalho de pesquisa no ICT, em conjunto com as demais fontes de evidências, possibilitaram o oferecimento de condições adequadas à aplicação e à validação dos construtos conceituais teóricos propostos e, portanto, à extração de detalhes necessários ao alcance de sua generalização analítica.

O método e a sua abordagem qualitativa também possibilitaram a obtenção de entendimentos mais aprofundados sobre a gestão de operações de PD&I (incluindo o caso exploratório), mostrando-se, portanto, adequado aos propósitos de pesquisa. A ênfase na descrição de fatores a partir da compreensão de sua relação com articulações, em detrimento da busca por relações de causalidades e de quantificações sobre tais relações, demonstrou-se compatível com o estágio teórico ainda incipiente sobre gestão sistêmica e complexidade para ICTs.

É importante ponderar que os resultados e as análises realizadas, tanto na aplicação decisiva do modelo, quanto no estudo exploratório, são válidas nas condições em que as coletas de dados foram realizadas. Desse modo, em sintonia com a concepção não positivista escolhida para a condução desta pesquisa, embora a intenção não seja fornecer um padrão (generalização externa) para os achados empíricos, buscamos evidenciar as importantes percepções que eles trazem à teoria e as possibilidades de seu surgimento em contextos semelhantes.

Uma vez que todo modelo é, necessariamente, uma representação parcial de uma dada realidade, algumas limitações sobre a proposta conceitual teórica devem ser comentadas. Como decorrência dessas limitações e de discussões realizadas ao longo do trabalho, sugestões adicionais para a sua continuidade (além de apontamentos já realizados no capítulo anterior, na seção 8.4) são também apresentadas.

9.3 LIMITAÇÕES E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Esta pesquisa limita-se à análise de modalidades de ICTs desenvolvedores de projetos

entre TRLs 3 a 6, mais diretamente envolvidos com as etapas pré-competitivas da inovação. Portanto, a proposição de estudos e de modelos que busquem avaliar outras instituições envolvidas nos demais estágios de desenvolvimento poderão diversificar a compreensão sobre quais são os aspectos gerenciais que afetam a operacionalização da PD&I em suas diferentes etapas.

É relevante ressaltar que a abordagem *inside out* adotada para a caracterização dos fatores que afetam a gestão de operações de PD&I em ICTs limita-se à percepção organizacional (baseada em entrevistas com atores internos) sobre a otimização de recursos, de capacidades e de competências para a ocorrência de entregas tecnológicas sucedidas.

Assim, a incorporação de visões externas, com o envolvimento de parceiros privados e com representantes das estruturas intermediárias consideradas no modelo elaborado, poderão aprimorar a compreensão sobre sucesso em gestão de operações de PD&I para ICTs brasileiros. Como por exemplo, sobre como *outputs* convertem-se em inovações e quais são os fatores, decorrentes das dimensões gerenciais e dos construtos do modelo, que garantem tal conversão.

Além disso, por focar as operações, o modelo é limitado em não analisar quais são os fatores relacionados ao contexto macro organizacional que garantem a adaptação de ICTs e a sua competitividade (sobrevivência), bem como reagem em caso de crises inesperadas, tal como aspectos abordados nos construtos do VSM, o que também oportuniza complementações. Outra possibilidade de melhoria para o modelo proposto é a sua aplicação não somente com o intuito diagnóstico, como concomitantemente à estruturação de mudanças, através do emprego de métodos e de técnicas participantes, como o método pesquisa-ação.

Quanto ao conjunto de *throughputs* de suporte e gerenciamento relevantes ao contexto de ICTs consolidado nesta tese, verificamos algumas áreas com reduzidas evidências empíricas, como gestão de recursos físicos, *compliance*, riscos, sustentabilidade. Condução de investigações empíricas exploratórias sobre elas poderão apontar quais são as melhores práticas para a sua execução, bem como sobre como elas contribuem para a efetividade da PD&I.

Estudos que protagonizem elementos da complexidade, como aprendizado, auto-organização e auto-gestão, além das variáveis comportamentais e propriedades inicialmente exploradas (como autonomia; emergência de proposição de valor à PD&I; adaptabilidade), poderão esclarecer sobre suas influências e impactos no estabelecimento de cooperações internas, na sistematização de práticas, na organização e coordenação para a realização de PD&I, bem como nas modalidades de *outputs* gerados.

Pesquisas que adotem abordagens comportamentais, com enfoque em empreendedorismo no contexto de modalidades de ICTs abordados neste estudo, poderão indicar quais são as condições institucionais que propiciam a sua ocorrência e se o fenômeno é característico de operações de PD&I universitárias (como constatado no caso Cepof).

Sobre a parceria público-privada inicialmente formalizada no caso Cersuschem, apesar desta pesquisa trazer avanços, ao apontar variáveis comportamentais como interferentes ao alcance de melhores resultados neste tipo de empreendimento conjunto de longo prazo, não foi possível compreender como a identificação conjunta (entre empresa parceira e centro) de oportunidades em PD&I se estabelece (o envolvimento da GSK foi descrito como restrito ao acompanhamento das atividades do centro e à análise do potencial de patenteamento de resultados de pesquisas).

Sendo ainda reduzidos os estudos que discutem quais são as condições, em nível de operações (micro), que fomentam a geração de valor aos diversos envolvidos em modalidades de parceria público privada com enfoque em inovação (ADEGBILE; SARPONG; OLUWASEUN, 2021), como a inicialmente estruturada no caso Cersuschem, novas investigações, em contextos semelhantes, poderão contribuir para o alcance de melhores compreensões.

Finalmente, dada a restrição para o emprego de técnicas observacionais na etapa de aplicação do modelo conceitual teórico, também sugerimos novas pesquisas que busquem compreender como o uso de padrões de gestão de projetos e de gestão da qualidade em pesquisa (como os citados em Biré (2004)) no contexto laboratorial beneficiam a ocorrência de articulações entre os componentes operacionais para a realização da PD&I.

REFERÊNCIAS

- ADEGBILE, A. S.; SARPONG, D.; OLUWASEUN, K. Environments for joint university-industry laboratories (juil): micro-level dimensions and research implications. **Technological Forecasting & Social Change**, v. 170, n. 120888, p. 1–13, 2021.
- ADLER, N.; ELMQUIST, M.; NORRGREN, F. The challenge of managing boundary-spanning research activities: Experiences from the Swedish context. **Research Policy**, v. 38, n. 7, p. 1136–1149, 2009.
- AHLQVIST, T. *et al.* Systemic transformation, anticipatory culture, and knowledge spaces: constructing organisational capacities in roadmapping projects at VTT Technical Research Centre of Finland. **Technology Analysis and Strategic Management**, v. 24, n. 8, p. 821–841, 2012.
- ALBUQUERQUE, M. E. E. **Modelos de ‘excelência’ gerencial nos institutos e centros de P&D brasileiros: entre falácias, modismos e inovações**. 2011. 292 f. Tese (Doutorado em Política Científica e Tecnológica), Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2011.
- ALISSON, E. Universidades paulistas discutem como melhorar a gestão da pesquisa. **Agência Fapesp**, São Paulo, n. 25.791, ago. 2017. Disponível em: <http://agencia.fapesp.br/print/universidades_paulistas_discutem_como_melhorar_a_gestao_da_pesquisa/25791/>. Acesso em 23jul.2021.
- ALVAREZ, R. Inovar é preciso. In: ARBIX, G. *et al.* (org.). **Inovação: estratégia de sete países**. Brasília: ABDI, 2010.
- AMERICAN PRODUCTIVITY & QUALITY CENTER (APQC). **Process Classification Framework (PCF)**. 2018. Disponível em: <<https://www.apqc.org/resource-library/resource-listing/apqc-process-classification-modelo-pcf-cross-industry-excel-7>>. Acesso em 14ago.2018.
- AMITRANO, C. C. *et al.* On technology in innovation systems and innovation-ecosystem perspectives: a cross-linking analysis. **Sustainability**, v. 10, n. 3744, p. 1–15, 2018.
- ARBIX, G. *et al.* (org.). **Inovação: estratégia de sete países**. Brasília: ABDI, 2010.
- ARNOLD, E.; CLARK, J.; JAVORKA, Z. **Impacts of European RTOs: a study of social and economic impacts of research and technology organizations**. United Kingdom: Technopolis group, 2010.
- ARNOLD, E. *et al.* Strategic planning in research and technology institutes. **R&D Management**, v. 28, n. 2, p. 89–100, 1998.
- ARNOLD, E. *et al.* **Latvia. Innovation system review and research assesment exercise: final report**. United Kingdom: Technopolis-Group, 2014.
- ARNOLD, R. D.; WADE, J. P. A definition of systems thinking: a systems approach. In: Conference on Systems Engineering Research, 2015, Hoboken. **Proceedings [...]** Hoboken: Procedia Computer Science, 2015. p. 1–10.

ASSAD, A. L. D.; SOUZA, R. F. de. Desafios da inovação na área da saúde: aprendizado no debate contínuo. **Cadernos de História da Ciência (Instituto Butantan)**, v.2, p. 9–19, 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **Diretrizes para sistemas de gestão da pesquisa, do desenvolvimento e da inovação (PD&I)**. Rio de Janeiro: ABNT, 2011.

ASSOCIATION OF BUSINESS PROCESS MANAGEMENT PROFESSIONALS (ABPM). **Guia para o gerenciamento de processos de negócio: corpo comum de conhecimento**. Brasil: ABPM, 2013.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO DAS EMPRESAS INOVADORAS (ANPEI). **Guia de boas práticas para interação ICT-Empresa**. 2014. Disponível em: <http://unesp.br/nit/mostra_arq_multi.php?arquivo=9842>. Acesso em: 08jun.2017.

_____. **Fundações de Amparo à Pesquisa (FAPs)**. 2015. Disponível em: <<http://anpei.org.br/fundacoes-de-amparo-a-pesquisa-faps/>>. Acesso em: 30abr.2019.

_____. **Associados**. 2018. Disponível em: <<http://anpei.org.br/associe-se/#sobre>>. Acesso em: 01mar.2018.

ÅSTRÖM, T. *et al.* **International comparison of five institute systems**. 2008. Danish: Forsknings-og Innovationsstyrelsen. Disponível em: <<https://en.gts-net.dk/wp-content/uploads/2014/04/IntComparison2.pdf>>. Acesso em 28set.2020.

ÁVILA-ROBINSON, A.; SENGOKU, S. Multilevel exploration of the realities of interdisciplinary research centers for the management of knowledge integration. **Technovation**, v. 62/63, n. 1, p. 22–41, 2017.

BAGNATO, V. S. Inovação. Da teoria à prática. *In*: FREITAS, S. P.; BAGNATO, V. S.; BARRIONUEVO, W. (org.). **Caminhos da Inovação: a visão de cientistas, educadores, empreendedores e agentes de inovação**. São Carlos: Compacta Gráfica Editora, 2012.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2011.

BAREGHEH, A.; ROWLEY, J.; SAMBROOK, S. Towards a multidisciplinary definition of innovation. **Management Decision**, v. 47, n. 8, p. 1323–1339, 2009.

BARLATIER, P. J.; GIANNOPOULOU, E. The Dual Perspective of Sustainable Development in Service Innovation: a conceptual model proposition for research and technology organizations. *In*: International Conference IESS, Second, Geneva, 2011. **Proceedings [...]** Geneva: Exploring Services Science, 2011. p. 98–112.

BAUER, R. **Gestão da mudança: caos e complexidade nas organizações**. São Paulo: Atlas, 1999.

BEER, S. **Diagnosing the system for organizations**. Chichester: John Wiley & Sons, 1985.

BIASINI, V. Implementation of a quality management system in a public research centre.

Accreditation and Quality Assurance, v. 17, n. 6, p. 621–626, 2012.

BIDER, I.; BELLINGER, G.; PERJONS, E. Modeling an agile enterprise: reconciling systems and process thinking. **Working Conference on the Practice of Enterprise Modeling**, v. 92, p. 238–252, 2011.

BIN, A. **Planejamento e Gestão da Pesquisa e da Inovação**. 2008. 253 f. Tese (Doutorado em Política Científica e Tecnológica), Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2008.

BIN, A.; SALLES-FILHO, S. Contributions to a conceptual model of technology and innovation planning at the micro level. *In*: Society for the Advancement of Socio-Economics (SASE), Annual Meeting on Socio-Economics, 19th, 2007, Copenhagen. **Proceedings [...]** Copenhagen: SASE, 2007.

BIN, A.; SALLES-FILHO, S. Science, technology and innovation management: Contributions to a methodological framework. **Journal of Technology Management & Innovation**, v.7, n. 2, p. 73–86, 2012.

BIRÉ, R. *et al.* The quality-management system in research implemented in the food and food process quality research laboratory of the French Food Safety Agency. **Accreditation and Quality Assurance**, v. 9, n. 11–12, p. 711–716, 2004.

BOARDMAN, C.; PONOMARIOV, B. Management knowledge and the organization of team science in university research centers. **Journal of Technology Transfer**, v. 39, n. 1, p. 75–92, 2014.

BONGIOVANNI, A. *et al.* Applying Quality and Project Management methodologies in biomedical research laboratories: a public research network's case study. **Accreditation and Quality Assurance**, v. 20, n. 3, p. 203–213, 2015.

BRASIL. Lei nº 11.196, de 25 de novembro de 2005. Institui o regime especial de tributação para a plataforma de exportação de serviços de tecnologia da informação. **Diário Oficial da República**: seção 1, Brasília, DF, p.1–15, 22nov.2005.

BRASIL. Lei nº 13.243, de 11 de janeiro de 2016. Dispõe sobre estímulos ao desenvolvimento científico, à pesquisa, à capacitação científica e tecnológica e à inovação. **Diário Oficial da República**: seção 1, Brasília, DF, p. 1, 10jan.2016.

BRAZILIAN RESEARCH ADMINISTRATION AND MANAGEMENT ASSOCIATION (BRAMA). **Capacitações**. 2021. Disponível em: <<http://www.bramabrazil.org/capacitacoes>>. Acesso em 23jul.2021.

BRITO CRUZ, C. H. de. Benchmarking university/industry research collaboration in Brazil. *In*: REYNOLDS, E. B.; SCHNEIDER, B. R.; ZYLBERBERG, E. **Innovation in Brazil: advancing development in the 21st century**. New York: Routledge, 2019.

BRITO CRUZ, C. H. de. Ciência, Tecnologia e Inovação no Brasil: desafios para o período 2011 a 2015. **Interesse Nacional**, p. 1–22, 2010.

CASATI, A.; GENET, C. Principal investigators as scientific entrepreneurs. **Journal of**

Technology Transfer, v. 39, n.1, p. 11–32, 2014.

CARAYANNIS, E. G. *et al.* The ecosystem as helix: na exploratory theory-building study of regional co-opetitive entrepreneurial ecosystems as Quadruple/Quintuple Helix. **Innovation Models. R&D Management**, v. 48, n.1, p. 148–162, 2018.

CASSANELLI, A. N.; FERNANDEZ-SANCHEZ, G.; GUIRIDLIAN, M. C. Principal researcher and project manager: who should drive R&D projects? **R&D Management**, v. 47, n. 2, p. 277–287, 2017.

CENTRO DE EXCELÊNCIA PARA PESQUISA EM QUÍMICA SUSTENTÁVEL (CERSUSCHEM). **Inovação**. 2021. Disponível em: <<http://www.cersuschem.ufscar.br/inovacao/apresentacao>>. Acesso em 23jul.2021.

CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS (CGEE). **Modelos institucionais das organizações de pesquisa**: série documentos técnicos 3. Brasília: CGEE, 2010.

CHARLES, D.; STANCOVA, K. C. Research and Technology Organisations and Smart Specialisation. **research and innovation strategies for smart specialisation-factsheet**, n. 15, p. 1–32, 2015.

CHESBROUGH, H. **Open Innovation Results**: going beyond the hype and getting down to business. New York: Oxford University Press, 2020.

CHIVA, R.; GHOURI, P.; ALEGRE, J. Organizational Learning, Innovation and Internationalization: a complex system model. **British Journal of Management**, v. 25, n. 4, p. 1–19, 2013.

CILLIERS, P. Boundaries, hierarchies and networks in complex systems. **International Journal of Innovation Management**, v. 5, n. 2, p. 135–147, 2001.

COCCIA, M. A basic model for evaluating R&D performance: theory and application in Italy. **R&D Management**, v. 31, n. 4, p. 453–464, 2001.

COOPER, R. G. Managing Technology Development Projects. **IEEE Engineering Management Review**, v. 35, n. 1, p. 67–76, 2007.

COOPER, R. G. The drivers of success in new-product development. **Industrial Marketing Management**, v. 76, p. 36–47, 2019.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA (CNI). **Desempenho do Brasil no índice global de inovação 2011-2017**. Brasília: CNI, 2017.

CONFORTO, E. C.; AMARAL, D. C.; SILVA, S. L. da. Roteiro para revisão bibliográfica sistemática: aplicação no desenvolvimento de produtos e gerenciamento de projetos. *In*: Congresso Brasileiro de Gestão de Desenvolvimento de Produtos, 8, 2011, Porto Alegre. **Anais [...]** Porto Alegre: Instituto de Inovação e Gestão de Desenvolvimento do Produto, 2011. p. 1–12.

CONSELHO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO CIENTÍFICO E TECNOLÓGICO

(CNPq). **Chamada INCT 2014**. 2014. Disponível em: <http://inct.cnpq.br/documents/10180/124986/Chamada+INCT_16-2014.pdf/3d511440-8d6f-413c-ac64-176b7ac02902>. Acesso em 06nov.2019.

CORAL, E. O. A.; ABREU, A. F. **Gestão Integrada da Inovação: estratégia, organização e desenvolvimento de produtos**. São Paulo: Atlas, 2011.

COUCHMAN, P. K.; FULOP, L. Examining partner experience in cross-sector collaborative projects focused on the commercialization of R&D. **Innovation: Management, Policy and Practice**, v. 11, n. 1, p. 85–103, 2009.

CUNNINGHAM, J. A. *et al.* Managerial challenges of publicly funded principal investigators. **International Journal of Technology Management**, v. 68, n. 3/4, p. 176–202, 2015.

DATTA, S.; SAAD, M.; SARPONG, D. National systems of innovation, innovation niches, and diversity in university systems. **Technological Forecasting & Social Change**, v. 143, p. 27–36, 2019.

DEMING, W. E. **The new economics for industry, government, and education**. Cambridge: Massachusetts Institute of Technology, 1993.

DE NEGRI, F. **Novos caminhos para a inovação no Brasil**. Washington (DC): Editora Wilson Center, 2018.

DE NEGRI, F.; RAUEN, A. T.; SQUEFF, F. DE H. S. Ciência, inovação e produtividade: por uma nova geração de políticas públicas. In: DE NEGRI, J. A.; ARAÚJO, B.C; BACELETTE, R. **Desafios da Nação: artigos de apoio**. Brasília: IPEA, p. 534–560, 2018.

DIAS, A. A.; JUNIOR, S. K. Scientific productivity and patenting at the laboratory level: An analysis of Brazilian public research laboratories. **Economics of Innovation and New Technology**, p. 335–355, 2019.

DONAIRES, O. S.. Abordagem Sistêmico-Cibernética ao Gerenciamento de Projetos de Desenvolvimento de Novos Produtos. **Eisforia (UFSC)**, v. 5, p. 161–178, 2007.

DOSI, G. Technological paradigms and technological trajectories. **Research Policy**, v. 11, n. 3, p. 147–162, 1982.

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

ELMQUIST, M.; MASSON, P. The value of a ‘failed’ R&D project: an emerging evaluation modelo for building innovative capabilities. **R&D Management**, v. 39, n. 2, p. 136–152, 2009.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA E INOVAÇÃO INDUSTRIAL (EMBRAPII). **Manual de operação das unidades EMBRAPII**. 2016. Disponível em: <https://embrapii.org.br/wp-content/images/2019/02/Manual_EMBRAPII_UE_Versao_5.0.pdf>. Acesso em 06nov.2019.

_____. **Institucional**. 2019. Disponível em: <<https://embrapii.org.br/institucional/quem-somos/>>. Acesso em: 01jun.2019.

ESPEJO, R. The enterprise complexity model: An extension of the viable system model for emerging organizational forms. **Systems Research and Behavioral Science**, p.1–17, 2020.

ESPEJO, R.; GILL, A. **The Viable System Model as a framework for understanding organizations**. 2011. Disponível em: <<http://www.phrontis.com/>>. Acesso em 03jun.2021.

FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DO CEARÁ (FIEC). **Índice FIEC de Inovação dos estados**. 2019. Disponível em: <<https://www1.sfiec.org.br/observatorio-da-industria/publicacao/1375/indice-fiec-de-inovacao-dos-Estados>>. Acesso em: 30set.2019.

FIGLIOLI, A. A organização baseada em inovação. *In*: PORTO, G. **Gestão da inovação e empreendedorismo**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2013.

FORSTER, N. S.; ROCKART, J. F. **Critical success factors: an annotated bibliography**. Cambridge: MIT, 1989.

FREITAS, A. F.; PAEZ, M. L. D.; GOEDERT, W. J. Strategic planning in public R&D organizations for agribusiness. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 69, n. 8, p. 833–847, 2002.

FUNDAÇÃO DE AMPARO À PESQUISA DO ESTADO DE SÃO PAULO (FAPESP). **Centro de Excelência para Pesquisa em Química Sustentável - Edital de constituição**. 2013. Disponível em: <https://www.fapesp.br/cpe/centro_de_excelencia_para_pesquisa_em_quimica_sustentavel_edital_de_constituicao/6-e>. Acesso em: 23jul.2021.

_____. **Edital CEPID 2011**. 2015. Disponível em: <<http://www.fapesp.br/6335>>. Acesso em 06nov.2019.

_____. **A instituição**. 2019a. Disponível em: <<http://www.fapesp.br/sobre/>>. Acesso em: 20set.2019.

_____. **Centros de Pesquisa, Inovação e Difusão (CEPID)**. 2019b. Disponível em: <<http://cepid.fapesp.br/materia/60/>>. Acesso em: 01set.2019.

_____. **Fapesp's engineering research centers**. 2020. Disponível em: <<https://fapesp.br/publicacoes/2020/cpe.pdf>>. Acesso em: 23jul.2021.

_____. **Centros de Pesquisa em Engenharia (CPE)**. 2021. Disponível em: <<http://www.fapesp.br/cpe/>>. Acesso em: 23jul.2021.

GIANNOPOULOU, E.; BARLATIER, P. J.; PÉNIN, J. Same but different? Research and technology organizations, universities and the innovation activities of firms. **Research Policy**, v. 48, n. 1, p. 223–233, 2019.

GIBSON, R.; SKARZYNSKI, P. **Inovação: prioridade número 1**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2008.

GLOBAL INNOVATION INDEX (GII). **Global Innovation Index Portuguese Report 2018**. 2018. Disponível em: <https://www.globalinnovationindex.org/userfiles/file/reportpdf/GII-2018-portuguese-report_WEB.pdf>. Acesso em: 15jul.2019.

_____. **The Global Innovation Index (GII) 2019: creating healthy lives — The Future of Medical Innovation**. 2019. Disponível em: <<https://www.globalinnovationindex.org/Home>>. Acesso em: 15jul.2019.

GUERRINI, F. M *et al.* **Modelagem da organização: uma visão integrada**. Porto Alegre: Bookman, 2014.

HAMPSHIRE, M. C. S. **O modelo do sistema viável na concepção da arquitetura de sistemas de informação: aplicação no contexto de incidentes em instalação de pesquisa na área nuclear**. 2008. 124f. Dissertação (Mestrado em Engenharia), Universidade Politécnica de São Paulo, São Paulo, 2008.

IGARTUA, J. I.; GARRIGÓS, J. A.; HERVAS-OLIVER, J. L. How innovation management techniques support an open innovation strategy. **Research Technology Management**, v. 53, n. 3, p. 41–52, 2010.

INSTITUTO DE FÍSICA DE SÃO CARLOS (IFSC). **Centro de pesquisas em óptica e fotônica (CePOF/IFSC)**. 2019a. Disponível em: <<http://cepof.ifsc.usp.br/>>. Acesso em 06nov.2019.

_____. **EMBRAPII/IFSC**. 2019b. Disponível em: <<http://embrapii.ifsc.usp.br/>>. Acesso em 01out.2019.

_____. **Relatório de atividades 2016**, Departamento de Física e Ciência dos materiais (FCM). 2017. Disponível em: <https://www2.ifsc.usp.br/portal-ifsc/wp-content/uploads/2017/03/Relatorio_FCM_2016.pdf>. Acesso em 01out.2019.

_____. **Relatório de atividades 2017**, Departamento de Física e Ciência dos materiais (FCM). 2018. Disponível em: <https://www2.ifsc.usp.br/portal-ifsc/wp-content/uploads/2018/07/Relatorio_FCM_2017.pdf> . Acesso em 01out.2019.

_____. **Relatório de atividades 2018**, Departamento de Física e Ciência dos materiais (FCM). 2019c. Disponível em: <<https://www2.ifsc.usp.br/portal-ifsc/wp-content/uploads/2019/06/Relatorio-FCM-2018.pdf>>. Acesso em 01out.2019.

_____. **Relatório de atividades 2019**, Departamento de Física e Ciência dos materiais (FCM). 2020. Disponível em: <<https://www2.ifsc.usp.br/portal-ifsc/wp-content/uploads/2019/06/Relatorio-FCM-2019.pdf>>. Acesso em 01jan.2021.

_____. **Patente**. 2021. Disponível em: <<http://cepof.ifsc.usp.br/sobre/publicacoes/patente>>. Acesso em 01jan.2021.

JACKSON, M. C. **Systems Thinking: Creative Holism for Managers**. England: John Wiley&Sons Ltd, 2003.

JANNUZZI, A. H. L.; OLIVEIRA, T.; CARDOSO, R. A. Gestão da propriedade intelectual nas Instituições Científicas e Tecnológicas: o caso da proteção patentária no Instituto Nacional de Tecnologia-INT. **ABIPTI**, p. 1–14, 2008.

JESSON, J.K.; MATHESON, L.; LACEY, F. M. **Doing Your Literature Review**: traditional and systematic techniques. London: SAGE, 2011.

KAFRUNI, S. Embrapii, que já teve R\$ 1 bi em investimento, fomenta inovação no país. **Correio Braziliense**, Brasília, 2019. Disponível em: <https://www.correiobraziliense.com.br/app/noticia/economia/2019/01/31/internas_economia,734330/embrapii-que-ja-teve-r-1-bi-em-investimento-fomenta-inovacao.shtml>. Acesso em 13out.2019.

KARAVEG, C.; THAWESAENGSKULTHAI, N.; CHANDRACHAI, A. R&D commercialization capability criteria: Implications for project selection. **Journal of Management Development**, v. 35, n. 3, p. 304–325, 2016.

KATZ, I. S. S.; PRADO, F. O. DO; SOUZA, M. A. DE. Processo de implantação e estruturação do Núcleo de Inovação Tecnológica. **Revista Gestão & Tecnologia**, v. 18, n. 1, p. 225–251, 2018.

KAZAKOV, R.; HOWICK, S.; MORTON, A. Managing complex adaptive systems: A resource/agent qualitative modelling perspective. **European Journal of Operational Research**, v. 290, n. 1, p. 386–400, 2021.

KIM, D. Y.; KUMAR, V.; KUMAR, A. linkage model for the integrated application of intellectual capital management and the EFQM business excellence model: the case of an ISO 9001 certified public R&D organisation. **International Journal of Learning and Intellectual Capital**, v. 6, n. 4, p. 303–323, 2009.

KLINE, S.; ROSENBERG, N. An overview of innovation. *In*: LANDAU, R.; ROSENBERG, N. **The Positive sum strategy**: harnessing technology for economic growth. Washington (DC): National Academy of Sciences, 1986.

KOPPINEN, S.; LAMMASNIEMI, J.; KALLIOKOSKI, P. Practical application of a parallel research – business innovation process to accelerate the deployment of research results. **R&D Management**, v. 40, n. 1, p. 101–106, 2010.

KOUAMÉ, S.; LANGLEY, A. Relating microprocesses to macro-outcomes in qualitative strategy process and practice research. **Strategic Management Journal**, v. 39, p. 559–581, 2018.

KRAPP, M. Quality assurance in research and development: An insoluble dilemma? **Fresenius J Anal Chem.**, v. 371, n. 6, p.704–713, 2001.

KRIPPENDORFF, K.. **Content analysis**: an introduction to its methodology. 2th ed. California: Sage Publications, 2004.

KRISHNA, S. R. Y. **Proposta de Modelo Sistêmico de Gestão Estratégica para a Pesquisa e Desenvolvimento Tecnológico para aplicação no Setor Aeroespacial**. 2005. 222f. Tese

(Doutorado em Engenharia Mecânica), Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2005.

LAM, A. Organizational innovation. *In*: FAGERBERG, J.; MOWERY, DAVID C.; NELSON, R. **Oxford handbook of innovation**. New York: Oxford University Press, 2005.

LEITE, L. F. **Metodologia de seleção, avaliação e priorização de projetos tecnológicos inovadores**. 2008. 210f. Tese (Doutorado em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos) – Escola de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2008.

LEME, A. P. F. P. *et al.* The implementation of Open Innovation: a case study of managerial levels in a centenary public research institute. Portland International Conference on Management of Engineering and Technology, Management of the Technology Age, Oregon. **Proceedings** [...] Oregon: PICMET, 2015, p. 736–746.

LIU, J. S.; LU, W.; HO, M; H. National characteristics: innovation systems from the process efficiency perspective. **R&D Management**, v. 45, n.4, p. 317–338, 2014.

LOPES, A. P. *et al.* Innovation management : a literature review about the evolution and the different innovation models. International Conference on Industrial Engineering and Operations Management, XVIII, 2012, Guimarães. **Proceedings** [...] Guimarães: ICIEOM, 2012.

LOPES, A. P. *et al.* Innovation management: a systematic literature analysis of the innovation management evolution. **Brazilian Journal of Operations & Production Management**, v. 13, n. 1, p. 16–30, 2016.

MANKINS, J. C. Technology Readiness and risk assessments: a new approach. **Acta Astronautica**, v. 65, n (9-10), p. 1208–1215, 2009.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de metodologia científica**. 8. ed. São Paulo: Atlas, 2017.

MARTÍNEZ-VELA, C. **Benchmarking Research and Organizations (RTOs): a comparative analysis**. Cambridge: MIT, 2016.

MARTINS, R. A. Princípios da pesquisa científica. *In*: MIGUEL, P. A. C. *et al.* **Metodologia de pesquisa em engenharia de produção e gestão de operações**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012.

MATTOS, J. R. L. de. **Modelo para sistematização da Inovação e da Gerência de Projetos nos Processos das Instituições Científicas e Tecnológicas – ICT**. 2005. 275 f. Tese (Doutorado em Engenharia Química), Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2005.

MAZZUCATO, M. **The entrepreneurial state: debunking public vs. private sector Myths**. London: Anthem Press, 2015.

MEESAPAWONG, P.; REZGUI, Y.; LI, H. Perceiving societal value as the core of innovation management in public research and development organizations. IEEE International Conference on Management of Innovation and Technology, 5th, 2010, Bali. **Proceedings** [...]

Bali: ICMIT, 2010. p. 312–317.

MEYERS JUNIOR, V.; PASCUCCI, L.; MURPHY, J. P. Implementing strategies in complex systems: lessons from brazilian hospitals brazilian administration review. **Revista de Administração Contemporânea**, v. 9, p. 19–37, 2012.

MIDGLEY, G. Systems thinking, complexity and the philosophy of science. **Emergence: Complexity and Organization**, v. 10, n. 4, p. 55–73, 2008.

MIGUEL, A. C.; SOUSA, R. O método estudo de caso na engenharia de produção. In: MIGUEL, P. A. C. *et al.* **Metodologia de pesquisa em engenharia de produção e gestão de operações**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012.

MOHAN, S. R.; RAO, A. R. Strategy for technology development in public R&D institutes by partnering with the industry. **Technovation**, v. 25, n. 12, p.1484–1491, 2005.

MOTTA, F. G. *et al.* O papel dos NITs na construção de uma relação de longo prazo com parceiros da ICT – O caso do IPT como Unidade Embrapii. In: MORI, M. *et al.* **Inovação em rede: boas práticas de gestão em NITs**. São Paulo: PCN Comunicação, 2017.

MRINALINI, N.; NATH, P. Organizational practices for generating human resources in noncorporate research and technology organizations. **Journal of Intellectual Capital**, v. 1, n. 2, p.177–186, 2000.

MRINALINI, N.; NATH. Knowledge management in research and technology organizations in a globalized era. **Perspectives on Global Development and Technology**, v. 7, p. 37–54, 2008.

MUNKONGSUJARIT, S.; SRIVANNABOON, S. Managing open innovation: a case study of the National Science and Technology Development Agency (NSTDA) in Thailand. Portland International Conference on Management of Engineering and Technology, Technology Management for the Interconnected World, 2017, Portland. **Proceedings [....]** Portland: PICMET, 2017. p. 1–9.

NAGESH, D. S.; THOMAS, S. Success factors of public funded R&D projects. **Current Science**, v. 108, n. 3, p. 357–363, 2015.

NOBELIUS, D. Towards the sixth generation of R&D management. **International Journal of Project Management**, v. 22, p. 1237–1263, 2004.

NELSON, R. **National Innovation Systems: a comparative analysis**. New York: University Press Oxford, 1993.

NELSON, R. **The sources of economic growth**. London: Harvard University Press, 1996.

OLIVEIRA ANDRADE, R. de. Exame vocacional: O perfil de cada laboratório público define a intensidade de sua produção científica e tecnológica. **Pesquisa Fapesp**, v. 289, p. 43–47, 2019.

OLIVEIRA, F. S. DE; BONACELLI, M. B. M. Institutionalization of research administration

in Brazil: some evidences. **Journal of Technology Management & Innovation**, v. 14, n. 2, p. 69–80, 2019.

OLIVEIRA, G. B. de. Algumas considerações sobre inovação tecnológica, crescimento econômico e sistemas nacionais de inovação. **Revista da FAE**, v. 4, n. 3, p. 5–11, 2001.

OLIVEIRA, J. F. G. de; GUIMARÃES, J. A. Building trust in innovation: the case of EMBRAPPII. *In*: REYNOLDS, E. B.; SCHNEIDER, B. R.; ZYLBERBERG, E. **Innovation in Brazil: advancing development in the 21st century**. New York: Routledge, 2019.

OLIVEIRA, J. F. G. de; TELLES, L. O. O papel dos institutos públicos de pesquisa na aceleração do processo de inovação empresarial no Brasil. **Revista USP**, n. 89, p. 204, 2011.

OLIVEIRA, S. M. de. A visão dos cientistas sobre inovação. *In*: FREITAS, S. P.; BAGNATO, V. S.; BARRIONUEVO, W. (org.). **Caminhos da Inovação: a visão de cientistas, educadores, empreendedores e agentes de inovação**. São Carlos: Compacta Gráfica Editora, 2012, p.105.

ORGANIZATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT (OECD). **Manual de Fracasti**. Paris: OECD, 2002.

_____. **Oslo Manual: guidelines for collecting, reporting and using data on innovation**, 4th ed., Paris: OECD, 2019.

PÉREZ RIOS, J. Supporting organisational cybernetics by communication and information technologies. **International Journal of Applied Systemic Studies**, v. 2, n. 1/2, p. 45–69, 2008.

PERKMANN, M.; WALSH, K. University-industry relationships and open innovation: Towards a research agenda. **International Journal of Management Reviews**, v. 9, n. 4, p. 259–280, 2007.

PICCIRILLO, I. N. **Gestão de projetos em um centro de pesquisa: diagnóstico e implantação de práticas para a agilidade**. 2017. 122f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Centro de Ciências Exatas e Tecnologia, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2017.

PICCIRILLO, I. N.; SILVA, S. L. da. Aplicação do gerenciamento de projetos em um centro de pesquisa: oportunidades e desafios. *In*: Workshop do Instituto de Inovação e Gestão de Desenvolvimento de Produto, X, 2016, Belo Horizonte. **Anais [...]** Belo Horizonte: Instituto de Inovação e Gestão de Desenvolvimento do Produto, 2016. p.10–13.

PIMENTEL, L. O. **Manual básico de acordos de parceria de PD&I: aspectos jurídicos**. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2010.

PINHEIRO, A. A. *et al.* Metodologia para gerenciar projetos de pesquisa e desenvolvimento com foco em produtos: uma proposta. **Revista de Administração Pública**, v. 40, n. 3, p. 457–478, 2006.

PINHEIRO, R. S. **Gestão de portfólio de projetos tecnológicos: o caso das instituições**

brasileiras públicas de pesquisa. 2016. 186f Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Centro de Ciências Exatas e Tecnologia, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2016.

PHILLIPS, M. A.; RITALAB, P. A complex adaptive systems agenda for ecosystem research methodology. **Technological Forecasting & Social Change**, v. 148, n. 119739, 2019.

POLI, M. *et al.* The 4A's improvement approach: a case study based on UNI EN ISO 9001:2008. **Total Quality Management & Business Excellence**, v. 26, n. 11–12, p. 1113–1130, 2015.

PORTO, G. Gestão da inovação e empreendedorismo. Rio de Janeiro: Elsevier, 2013.

PÓVOA, L. M. C. A crescente importância das universidades e institutos públicos de pesquisa no processo de *catching-up* tecnológico. **Revista Economia Contemporânea**. v.12, n.2, p. 273–300, 2008.

RAPINI, M. S. University–industry interactions in an immature system of innovation: evidence from Minas Gerais, Brazil. **Science and Public Policy**, v. 36, n. 5, p. 373–386, 2009.

RIBEIRO, E. H.; MORAES, J. R.; RUIZ, A. U. Identificação e caracterização de dificuldades na execução de projetos de P&D financiados pela FINEP. *In*: Congresso Nacional de Excelência em Gestão, VI, 2010, Niterói. **Anais [...]**. Niterói: Congresso Nacional de Excelência em Gestão, 2010. p. 1–24.

RIBEIRO, V. C. dos S. **Análise de modelos gerenciais para institutos públicos de Pesquisa e Desenvolvimento**. 2013. 320 f. Tese (Doutorado em Política Científica e Tecnológica), Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2013.

RIBEIRO, V. C. dos S.; SALLES-FILHO, S. L. M.; BIN, A. Gestão de institutos públicos de pesquisa no Brasil: limites do modelo jurídico. **Revista de Administração Pública**, v. 49, n. 3, p. 595–614, 2015.

ROBBINS, S. P. **Fundamentos do comportamento organizacional**. 8. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2008.

RONSON, S. **Proposta de padrão para sistema de inovação: a experiência EMBRAPPII para a melhoria de um Sistema Nacional de Inovação**. 2015. 134 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção), Universidade de São Paulo, São Carlos, 2015.

RONSON, S.; AMARAL, D. C. Definindo processos de negócio para melhoria de uma rede de inovação. *In*: Congresso Latino-Iberoamericano de Gestão da Tecnologia, XVI, 2015, Porto Alegre. **Anais [...]** Porto Alegre: ALTEC, 2015, p. 1–18.

RONSON, S.; AMARAL, D. C. Avaliação de redes de instituições de pesquisa científica e tecnológica baseada em um sistema de gestão padronizado. **Gestao & Producao**, v. 24, n. 3, p. 557–569, 2017.

ROTHWELL, R. Successful industrial innovation: critical factors for the 1990s. **R&D**

Management, v. 22, n. 3, p. 221–239, 1992.

RÜCKER SCHAEFFER, P.; FISCHER, B.; QUEIROZ, S. Beyond education: the role of research universities in innovation ecosystems. **Foresight and STI Governance**, v. 12, n. 2, p. 50–61, 2018.

RUSH, H. *et al.* Strategies for best practice in research and technology institutes: an overview of a benchmarking exercise. **R&D Management**, v. 25, n. 1, p. 17–31, 1995.

SALES, K. B. de. **Modelo de sistema de gestão viável para bibliotecas do IFAM**. 2015. 217 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Gestão de Unidades de Informação), Universidade do Estado de Santa Catarina, Florianópolis, 2015.

SALLES-FILHO, S. *et al.* Effectiveness by design: overcoming orientation and transaction related barriers in research-industry linkages. **Revista de Administração Contemporânea**, v. 25, n. 5, p. 1–22, 2021.

SALLES-FILHO, S. L. M.; BONACELLI, M. B. Trends in the organization of public research institutions: lessons from the Brazilian case. **Science and Public Policy**, v.37, n.3, p.1–12, 2010.

SAPIENZA, A. M. **Managing scientists: leadership strategies in scientific research**. 2th ed. Hoboken: Wiley-Liss, 2004.

SAPIENZA, A. M. From the inside: scientists' own experience of good (and bad) management. **Research & Development Management**, v. 35, n. 5, p. 473-482, 2005.

SCHWARTZMAN, S. **Universidades e desenvolvimento na América Latina: experiências exitosas de centros de pesquisas**. Rio de Janeiro: Centro Edelstein de Pesquisas Sociais, 2008.

SIEGENFELD, A. F.; BAR-YAM, Y. An introduction to complex systems science and its applications. **Hindawi Complexity**, v. 2020, n.1, p. 1–14, 2020.

SILVA, D. P. *et al.* The experience of implementing a quality management system at the Materials Metrology Division (Dimat)-Inmetro: a practical approach. **Accreditation and Quality Assurance**, v. 20, n. 6, p. 465–471, 2015.

SILVA, S. O. Pensamento sistêmico e gestão por processos: uma revisão sistemática. Congresso Brasileiro de Sistemas, 8º, Poços de Caldas, 2012. **Anais [...]** Poços de Caldas: Revista Gestão & Conhecimento, 2012. p. 367–383.

SIMARD C.; WEST J. Knowledge networks and the geographic locus of innovation. In: CHESBROUGH, H. **Open Innovation: researching a new paradigm**. New York: Oxford, 2008.

SOUZA, M. C. **Método de mapeamento de tecnologia considerando a estratégia technology push e adoção de parcerias**. 2010. 329 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção), Universidade de São Paulo, São Carlos, 2010.

SOUZA NETO, J. A. de. **Manual de elaboração de planos de negócios em Institutos de**

Pesquisa em Tecnologia Industrial. Brasília: ABIPTI, 1998.

STACEY, R. D. **Complexity and creativity in organizations.** San Francisco: Berrett-Koehler, 1996.

STACEY, R. **Tools and techniques of leadership and management: meeting the challenge of complexity.** London: Routledge, 2012.

STAKE, R. **The art of case study research.** California: Sage, 1995.

SUTZ, J. The university-industry-government relations in Latin America, **Research Policy**, v. 29, n. 2, p. 279–290, 2000.

SUZIGAN, W.; ALBUQUERQUE, E.M.; CARIO, S. A. F. **Em busca da inovação: interação universidade-empresa no Brasil.** Belo Horizonte: Autêntica, 2011.

TELLES, L. O. **O papel dos institutos públicos de pesquisa no desenvolvimento tecnológico e na cooperação universidade-empresa.** 2011. 250f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção), Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

TIDD, J.; BESSANT, J.; PAVITT, K. **Gestão da inovação.** Tradução Elizamari Rodrigues Beker *et al.* 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2008.

TOLEDO, J. C. de *et al.* Fatores críticos de sucesso no gerenciamento de projetos de desenvolvimento de produto em empresas de base tecnológica de pequeno e médio porte. **Gestão & Produção**, São Carlos, v. 15, n. 1, p. 117–134, 2008.

TOMASCHEK, K. *et al.* A survey of technology readiness level users. *In: Annual INCOSE International Symposium (IS 2016)*, 26th, Edinburgh, 2016. **Proceedings** [...] Edinburgh: INCOSE, 2016. p. 1–17.

TURRIONI, J. B.; MELLO, C. H. P. **Metodologia de pesquisa em engenharia de produção: estratégias, métodos e técnicas para condução de pesquisas quantitativas e qualitativas.** Itajubá: Unifei, 2012.

VANDERLOOP, D. H. **Success factors and patterns in government-supported research and development.** 2004. 276 p. Dissertation (Public Administration), University of Southern California, Los Angeles, 2004.

VILHA, A. M. Práticas de gestão de inovação tecnológica: proposição de um modelo para pequenas e médias empresas brasileiras. **Gestão & Conexões**, v. 2, n. 1, p. 116–146, 2013.

VOSS, C.; TSIKRIKTSIS, N.; FROHLICH, M. Case research in operations management. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 22, n. 2, p. 195–219, 2002.

WATKINS, A. *et al.* National innovation systems, developing countries, and the role of intermediaries: a critical review of the literature. *In: International Conference of the International Joseph A. Schumpeter Society (ISS)*, 15th, Jena, 2014. **Proceedings** [...] Jena: ISS, 2014.

WORLD ASSOCIATION OF INDUSTRIAL AND TECHNOLOGICAL RESEARCH ORGANIZATIONS (WAITRO). **Strengthening research and technology organizations' capabilities**. Copenhagen: WAITRO, 1996.

YIN, R. K. **Case study research and applications: design and methods**. 6th ed., Los Angeles: Sage, 2018.

YOUTIEA, J.; LIBAERSB, D. E BOZEMAN, B. Institutionalization of university research centers: the case of the national cooperative program in infertility research. **Technovation**, v. 26, p. 1055–1063, 2006.

ZIEGLER, M. F. Gestão é o maior entrave para a interação entre universidades e empresas. **Agência Fapesp**, p.1–4, 2019.

ZYLBERBERG, E. Beyond research and technology organization (RTO) benchmarking: towards a typology of innovation intermediaries. *In*: REYNOLDS, E. B.; SCHNEIDER, B. R.; ZYLBERBERG, E. *In: Innovation in Brazil: advancing development in the 21st century*. New York: Routledge, 2019.

APÊNDICE A — INVESTIGAÇÃO NÃO ESTRUTURADA EM LABORATÓRIOS E CENTROS DE PD&I

São apresentadas as transcrições de informações coletadas assistematicamente sobre práticas de gestão em laboratórios e centros de PD&I. Este levantamento em campo ocorreu entre os meses de março a maio de 2018, com o intuito de busca por maior familiaridade com a temática de pesquisa.

Uma lista de instituições de destaque no contexto brasileiro de P&D foi definida a partir de informações contidas em fontes como Ribeiro (2013) e ANPEI (2018). Inicialmente, contatos por meio da rede social profissional *Linkedin* permitiram identificar os atores organizacionais da lista de instituições aptos a responderem às questões abertas: (a) Quais as principais características e/ou práticas de gestão adotadas pelo laboratório/centro de PD&I? (b) Adotam-se padrões normalizados? (c) Há modelo de gestão consolidado para gerir o funcionamento do laboratório/centro de PD&I?

Quatro instituições se propuseram a responder às questões. As informações foram coletadas por meio de emails, videoconferência e/ou visita *in loco*, conforme descrições resumidas a seguir.

(A.1) Empresa 1: Siderúrgica do estado de Minas Gerais, líder na produção e na comercialização de aços planos.

Instrumento de coleta de dados: email.

Respondente: Analista de Gestão (Gerência de Infraestrutura e Desenvolvimento Tecnológico).

Aqui no centro de P&D a gestão é fundamental, tanto para o adequado funcionamento de todo o sistema de pesquisa quanto para o atendimento dos requisitos das normas nacionais e internacionais de certificação da Empresa 1. Temos uma equipe específica para gestão: Gerência de Infraestrutura e Desenvolvimento Tecnológico. De forma geral, a Empresa 1 é certificada em diversas normas, entre elas: ISO9001: GQ – Desde 1992; IATF16949: GQ para Setor automotivo – Desde 2002; ISO14001: Gestão de Meio Ambiente – Desde 1996; OHSAS18001: Gestão de Segurança – Desde 2003. Neste contexto, o Centro de P&D também contribui e está inserido dentro de todas estas certificações destacadas, tendo todos os seus processos mapeados e controlados, conforme exige-se as melhores práticas de gestão moderna. Especificamente, o Laboratório de Química Analítica do Centro de P&D foi Acreditado junto ao INMETRO na norma ISO 17025 – Gestão de Laboratórios no período entre 12/2010 a 01/2016. Após este período optou por solicitar a suspensão de sua acreditação, pois não era mais estratégico manter a acreditação, mas todas as boas práticas e conhecimentos ainda são aplicadas às atividades.

(A.2) Empresa 2: Empresa do setor químico e petroquímico, maior produtora de resinas termoplásticas nas Américas

Instrumento de coleta de dados: email.

Respondente: Gerente de P&D

Assim como as demais instalações industriais da Empresa 2, os laboratórios de P&D contam com certificação ISO 9000 e certificação interna ambiental, gerida pela própria Braskem. Possuem suporte das áreas de SSMA, HSE para toda a gestão de segurança, sendo que seus integrantes são capacitados em diversas regulamentações, como NR20, NR13, NR06, além de diversas outras diretrizes internas da própria empresa, para que possam atuar dentro dos laboratórios, não sendo permitido o seu acesso até a conclusão dos mesmos. No dia a dia são realizados os diálogos de segurança, com os devidos registros, sempre orientando-os a trabalhar de forma segura e de acordo com as legislações locais e internacionais, visto que muitos dos laboratórios trabalham globalmente para a empresa. Os investimentos são planejados com pelo menos 5 anos de demandas de projetos para as áreas, de maneira que possam ter o correto fluxo de aprovação e execução, priorizando assim as demandas que trarão os melhores resultados para a empresa ou que estejam diretamente ligados e priorizados com a sua estratégia de atuação na área de I&T. Para isto a Empresa 2 conta com um sistema de controle dos investimentos de toda a área de I&T. As lideranças planejam e executam com seus liderados os planos de treinamentos e desenvolvimento de competências, de forma a assegurar que a empresa tenha as pessoas capacitadas para a execução de seus trabalhos. Existe também todo o planejamento de execução dos projetos, que é acompanhado via pipeline da área, assim como também das manutenções requeridas de todos os seus equipamentos, via o sistema integrado do SAP. A gestão das análises, projetos, DoE, entre outros, também terá ainda em 2018 um novo sistema integrado para toda a área via LIMS/ELN, permitindo assim a correta gestão do conhecimento gerado entre os laboratórios e também cientistas que fazem parte do corpo da I&T.

(A.3) Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN), Laboratório de Poços de Caldas – (LAPOC).

Instrumento de coleta de dados: Visita *in loco*

Entrevistado: Gestor da Qualidade.

De acordo com o entrevistado, a unidade implantou, recentemente, práticas referentes à gestão da qualidade. Estabelecer um departamento de Qualidade como *staff* tem contribuído para o êxito da implantação do programa de qualidade, além do aparecimento de novas demandas relacionadas à normatização, à documentação e à implementação de rotinas técnico-administrativas. A certificação do sistema de qualidade (a unidade tem a certificação ISO 17025) levou a uma série de ações gerenciais não existentes até então, tais como definição de objetivos e metas estratégicas. A certificação trouxe ganhos positivos para a equipe (motivação, organização), porém é um processo oneroso. O LAPOC desenvolve, essencialmente, atividades de pesquisa.

(A.4) Instituto de pesquisa e tecnologia vinculado à Secretaria de Desenvolvimento Econômico, Ciência, Tecnologia e Inovação de São Paulo.

Instrumento de coleta de dados: videoconferência.

Respondente: Gerente de Planejamento e Negócios

A partir de 2008, a instituição passou a adotar novos formatos gerenciais, decorrentes de novo ciclo de mandato presidencial iniciado naquele ano. A instituição possui uma robusta estrutura administrativa pautada em: (a) contabilidade gerencial: com o uso de método de custeio direto, cálculo da Margem de Contribuição de cada projeto como forma de mensurar resultados; (b) ferramentas para a gestão do conhecimento, tais como, portal interno de negócios, em que estão consolidados os resultados financeiros dos projetos desenvolvidos e ao qual todos os pesquisadores têm acesso; (c) gerência de orçamento e controle: em que está alocada a equipe de escritório de projeto (seguem-se diretrizes do PMBOK®) e são realizadas as prestações de contas dos projetos; (d) Coordenadoria de Planejamento e Negócios: responsável pelo planejamento estratégico (o ICT possui 11 indicadores de desempenho, dentre os quais, 5 são financeiros); (e) definição de plano anual de ações para os laboratórios e os centros de pesquisa.

Outras informações relevantes: há suporte na área de contratos; propriedade intelectual e assessoria jurídica (legislação pública); são realizadas avaliações de pós-vendas; possui sistema de qualidade ISO implantado; há planos de desenvolvimento individual para os pesquisadores.

(A.5) Síntese

As melhores práticas identificadas pautam-se em ações e em processos de planejamento estratégico, normalização, sistemas informatizados, corroborando-se Lopes *et al.* (2016), quanto às áreas temáticas de influência à gestão de PD&I e Krapp (2001), quanto à possibilidade de adoção de práticas de qualidade para ambientes de pesquisa. Estruturas organizacionais formalizadas (departamentos, setores ou atores de gestão que atuam na área de PD&I) também se mostraram importantes à gestão macro da PD&I, além de evidências quanto ao exposto por Vilhas (2013), a respeito da institucionalização de práticas de gestão em função do porte organizacional (com exceção da unidade da CNEN, as demais são empresas de maior porte, com processos gerenciais estruturados na área de P&D).

Em geral, as práticas adotadas apoiam-se em modelos de referência consagrados (PMBOK®, ISO 9001), não sendo identificado (ou relatado) um modelo formalizado de

integração dos processos gerenciais voltados para a PD&I. Apesar da investigação ter revelado diferentes características institucionais para os ICTs consultados, foram relatados ganhos em ambos, a partir da adoção de práticas coordenadas de gestão, tais como melhor coordenação e cooperação interna.

APÊNDICE B — REVISÃO BIBLIOGRÁFICA SISTEMÁTICA

A RBS foi realizada adaptando-se o roteiro desenvolvido para auxiliar pesquisadores da área de gestão de operações com foco em desenvolvimento de produtos e gerenciamento de projetos, proposto por Conforto, Amaral e Silva (2011), intitulado Revisão Bibliográfica Sistemática *Roadmap* (RBS *Roadmap*).

O RBS *Roadmap* possui etapas distribuídas em torno de 3 fases — Entrada, Processamento e Saída —, sendo destinada à análise de artigos de periódicos e congressos. Preliminarmente à condução da RBS *Roadmap*, uma Revisão de Escopo foi conduzida para o refinamento dos objetivos pretendidos pela revisão de literatura e para a definição de palavras-chaves utilizadas nos *strings* de busca (JESSON; MATHESON; LACEY, 2011).

A condução da Revisão de Escopo e das fases de Entrada e de Processamento ocorreu em 2018, enquanto a síntese e as principais análises dos trabalhos (Saída) se estenderam a meados de 2019. Análises complementares dos artigos selecionados foram realizadas em etapas posteriores, para o alcance de maior detalhamento e aprimoramento dos achados.

(B.1) Revisão de Escopo

Como a RBS *Roadmap* não considera buscas em bases de dados de teses e de dissertações, optamos por realizá-la nesta etapa preliminar, já que o foco de pesquisa é o desenvolvimento de estudos referentes a ICTs no contexto do SNI brasileiro. Desse modo, foram realizadas buscas não sistemáticas nos bancos de dados Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações, Catálogo de Teses e Dissertações da Capes e Biblioteca de Teses e Dissertações de Programas de Pós-graduação de universidades brasileiras para a identificação de trabalhos relacionados à gestão de ICTs. Foram identificados 27 estudos com abordagens relacionadas à temática, conforme Quadro 16.

Os trabalhos identificados também contribuíram para a identificação de estudos cruzados relevantes à composição do referencial teórico da tese. Duas teses e uma dissertação foram selecionadas para integrarem a listagem final da RBS.

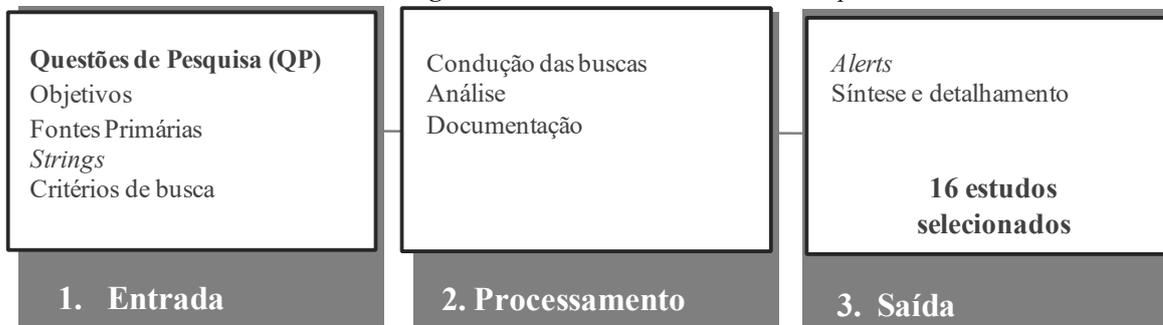
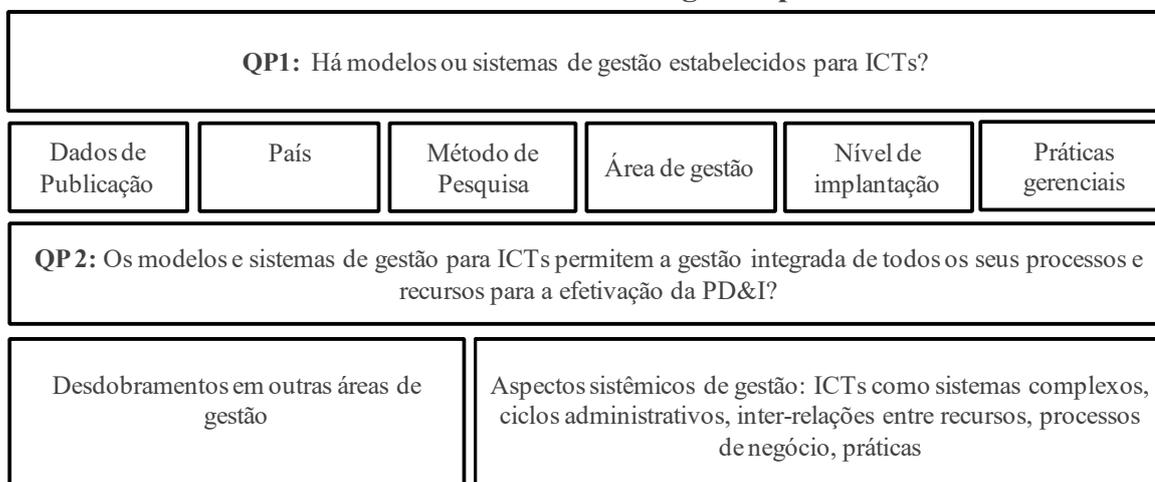
Quadro 16 — Síntese dos estudos científicos identificados na etapa de Revisão de Escopo

Abordagem Gerencial	Total	Contagem de dissertações, por instituição						Contagem de teses, por instituição					
		Fiocruz	Ipen	Ufrgs	Ufsc	Ufscar	Unicamp	Usp	Ita	Mackenzie	Ufscar	Unicamp	Usp
Projetos/Portfólio	8	1			1	1	1				2	1	1
Gestão "híbrida" (duas ou mais áreas)	6		1					1	1			3	
PD&I	3						1					1	1
Desempenho	3						1	1					1
Estrutura Organizacional	3	1			1				1				
Estratégia	2			1									1
Governança	1											1	
Manutenção Equipamentos	1	1											
Total Geral	27	3	1	1	2	1	3	2	1	1	2	6	4

Fonte: Autoria Própria (2021)

(B.2) RBS Roadmap

A Figura 36 especifica a estrutura da RBS Roadmap conduzida. O resumo das etapas realizadas em cada fase da RBS é especificado em seguida.

Figura 36 — Estrutura da RBS Roadmap**Características dos modelos de gestão para ICTs**

Fonte: Autoria Própria (2021)

Fase 1 – Entrada: foram definidos o problema, os objetivos buscados pela RBS, fontes primárias de busca, *strings* utilizados e os critérios de inclusão/qualificação.

Problema: Dificuldades em se gerir ICTs com foco em desenvolvimento tecnológico. Há sistemas ou modelos de gestão estabelecidos para ICTs? Eles permitem a gestão integrada de todos os seus processos e recursos para a efetivação da PD&I? As propostas se desdobram em práticas ou em ferramentas de gestão?

Objetivos: (a) Verificar propostas de modelos ou de sistemas de gestão para ICTs; (b) Analisar criticamente as propostas identificadas, destacando-se a sua contribuição para a gestão sistêmica de PD&I nessas instituições; (c) Identificar se há desdobramentos em práticas e em ferramentas de gestão.

Fontes primárias: Foram utilizadas as bases de dados *Web of Science* (WoS) e *Scopus*.

Strings de busca: As palavras-chave foram definidas a partir dos estudos resultantes da revisão de escopo. O Quadro 17 sintetiza os *strings* utilizados em cada base de dados.

Quadro 17 — *Strings* para busca de artigos nas bases de dados

WoS		
Tópico 1	AND	Tópico 2
"management model" OR "management framework" OR "management system" OR "reference model" OR "holistic model" OR "systemic management"		"scientific, technological and innovation institut*" OR "research and technology organi?ation\$" OR "research and technology institut*" OR "public research cent*" OR "public research and development cent*" OR "public innovation cent*" OR "public research and development laborator*" OR "public research laborator*" OR "public innovation laborator*" OR "public research, development and innovation laborator*" OR "science and technology institut*"
Scopus		
Tópico 1	AND	Tópico 2
"management model" OR "management framework" OR "management system" OR "reference model" OR "holistic model" OR "systemic management"		"scientific, technological and innovation institution" OR "research and technology organi?ation" OR "public research center" OR "public research and development center" OR "public research, development and innovation center" OR "public research institute" OR "public research and development institute" OR "public research and development laboratory" OR "public research laboratory" OR "public research, development and innovation laboratory" OR "science and technology institute"

Fonte: Autoria Própria (2021)

Critérios de inclusão: Adequação à problemática; não foram consideradas propostas para áreas ou setores específicos que não pudessem ser replicadas a outros ambientes.

Critérios de qualificação: Foram considerados artigos nos idiomas inglês, espanhol e português e o período considerado de 1990 a 2018. O marco em 1990 corresponde ao início de estudos mais estruturados referentes a SI (NELSON, 1993).

Fase 2 – Processamento: Consistiu em buscar os artigos nas bases de dados WoS e Scopus, na análise dos resultados e na documentação.

As informações foram organizadas e estruturadas em planilhas eletrônicas, sendo estabelecidos filtros para adequação aos critérios de inclusão/qualificação.

Filtro 1 (F1): Inicialmente, a busca retornou 364 artigos na base Scopus e 6 artigos na base WoS. Ao aplicar os critérios qualificadores de idioma e período, permaneceram 356 artigos. Foram lidos, inicialmente, o título, o resumo e as palavras-chave, excluindo-se os artigos que não atendiam aos critérios definidos. 40 artigos permaneceram.

Filtro 2 (F2): Foi realizada a leitura da introdução e/ou da conclusão dos 40 artigos remanescentes, sendo excluídos 29 artigos. O resumo das análises dos Filtros 1 e 2 está discriminado no Quadro 18:

Quadro 18 — Análise de artigos pela aplicação de Filtros

Filtro 1	Contagem
Total Inicial	370
Exclusões por idioma	-12
Exclusões por período (1990 a 2018)	-2
Propostas não passíveis de generalização e/ou não adequadas à problemática e/ou replicados	-309
Propostas para outros tipos de instituições públicas	-7
Remanescentes (F1)	40
Filtro 2	Contagem
Propostas para empresas privadas	-4
Propostas para laboratórios universitários	-2
Propostas não passíveis de generalização	-13
Não tratavam de modelos ou sistemas de gestão	-10
Remanescentes (F2)	11

Fonte: Autoria Própria (2021)

Filtro 3 (F3): O último passo contemplava a leitura completa dos artigos. Todos os artigos remanescentes do Filtro 2 foram considerados pertinentes aos objetivos da RBS. Os artigos desta etapa foram armazenados no aplicativo *Mendeley* e foram criados *alerts* nas bases de dados, com os critérios de buscas utilizados.

Fase 3 – Saída: Foram acrescentados à lista do Filtro 3, 1 artigo, proveniente de referência cruzada da etapa de revisão de escopo e os trabalhos selecionados na revisão de escopo, chegando-se à listagem final de 16 trabalhos científicos, resumidos no Quadro 19. Os estudos contribuíram para compor o referencial teórico da pesquisa.

Quadro 19 — Resumo dos trabalhos científicos analisados integralmente a partir da RBS

Ano	Autor (es)	País (es) de Estudo	Objetivo	Tipo de documento	Método de Pesquisa	Periódico/ Instituição
2001	Coccia	Itália	Propõe um modelo básico de medida de desempenho para laboratórios públicos de P&D considerando aspectos sistêmicos (financeiros, tecnológicos e científicos), podendo ser utilizado como instrumento para o planejamento estratégico institucional.	Artigo	Estudo Teórico com Caso	<i>R&D Management</i>
2002	Freitas; Paez; Goedert	Brasil / Estados Unidos	Descreve os modelos de Gestão Estratégica adotados por duas organizações públicas de pesquisa agrícola (Embrapa e Serviço de Pesquisa Agropecuária dos EUA).	Artigo	Estudo de Caso	<i>Technological Forecasting & Social Change</i>
2005	Krishna	Brasil	Propõe um modelo estratégico sistêmico baseado em teoria de prospecção (<i>forecasting</i>), GC, competências, qualidade e controle de atividades de forma integrada com base no Prêmio Nacional de Qualidade (PNQ) para um ICT brasileiro do setor espacial.	Tese	Estudo Teórico com Caso	UNICAMP
2005	Mattos	Brasil	Propõe um modelo de gestão de projetos com foco em inovação visando à melhoria da eficiência do planejamento e da execução de projetos de P&D em ICTs brasileiras.	Tese	Estudo Teórico com Caso	UNICAMP
2009	Couchman; Fulop	Austrália	Propõe um modelo teórico de gestão para projetos colaborativos de P&D com foco comercial a partir de duas capacitações principais (competências internas e em gestão de projetos).	Artigo	Estudo Teórico com Survey	Innovation: Management, Policy and Practice
2009	Kim, Kuma e Kuma	Coréia do Sul	Propõe um modelo integrado que vincula gestão do capital intelectual ao MEG da Fundação Européia para a gestão da qualidade.	Artigo	Estudo Teórico com Caso	<i>Int. J. Learning and Intellectual Capital</i>
2010	Meesapawong; Rezgui; Li	Reino Unido	Propõe um modelo conceitual de gestão de inovação que enfatiza o “valor social” como o núcleo da estratégia de gestão e que deve se pautar em: missão organizacional, demandas internas, projetos colaborativos e práticas inovadoras.	Artigo de Congresso	Estudo Teórico	Anais do IEEE ICMIT 2010
2010	Koppinen; Lammasniemi; Kalliokoski	Finlândia	Propõe um modelo de gestão da inovação que vincula práticas de negócios e gestão de portfólio de pesquisa para acelerar a implantação de resultados em pesquisa em uma instituição pública de P&D filandesa.	Artigo	Estudo de Caso	<i>R&D Management</i>
2011	Albuquerque	Brasil	Analisa o PEPT, da ABIPTI, o qual define rotinas de gestão a institutos e centros de P&D brasileiros baseados no MEG do PNQ.	Tese	Estudo de Caso	UNICAMP
2011	Barlatier; Giannopoulou	Luxemburgo	Descreve um modelo conceitual de desenvolvimento sustentável de inovação em serviços baseado em recursos, experiências da organização, portfólio de serviços e restrições ambientais, sociais e	Artigo de Congresso	Estudo Teórico	Anais da 2ª Conferência Internacional

			econômicas.			IESS 2011
2012	Biasini	Itália	Descreve a implementação do sistema de gestão da qualidade ISO 9001:2008 em um centro de pesquisa público italiano, apontando as fases de implementação, problemas e fatores de sucesso.	Artigo	Estudo de Caso	<i>Accred Qual Assur</i>
2012	Ahlqvist <i>et al.</i>	Finlândia	Apresenta um modelo de transformação sistêmica de uma instituição pública de P&D finlandesa em que o <i>roadmapping</i> baseado em processos é considerado prática estratégica.	Artigo	Estudo de Caso	<i>Technology Analysis & Strategic Management</i>
2015	Bongiovanni <i>et al.</i>	Itália	Apresenta um modelo de SGQ desenvolvido a partir de um projeto realizado por membros de uma rede de institutos italianos do Conselho Nacional de Pesquisa e um consultor da área de qualidade.	Artigo	Estudo de Caso	<i>Accred Qual Assur</i>
2015	Poli <i>et al.</i>	Itália	Descreve o processo de implementação da ISO 9001:2008 em uma ICT italiana a partir de um modelo de estratégia organizacional.	Artigo	Estudo de Caso	<i>Total Quality Management</i>
2015	Ransom	Brasil	Propõe um sistema de gestão normalizado voltado para a melhoria de SI baseado em dois modelos: modelo de Processos de Negócio e modelo de atores.	Dissertação	Pesquisa Ação	USP
2017	Munkongsujarit; Srivannaboon	Tailândia	Descreve como a inovação aberta é gerida pela Agência Nacional de C&T tailandesa. Adotam-se práticas de gerenciamento de projetos e de gerenciamento de portfólio de projetos, dentre outras.	Artigo	Estudo de Caso	Anais do PICMET 2017

Fonte: Autoria Própria (2021)

APÊNDICE C — ESTUDO DE CASO EXPLORATÓRIO

O Apêndice C exibe, em (C.1), o protocolo estruturado para a condução do estudo de caso exploratório; em (C.2), descrições sobre como a coleta de dados e as análises se concretizaram; e em (C.3), resumo de alguns dados levantados por análises documentais.

A coleta de dados desse estudo foi realizada entre o segundo e o terceiro trimestres de 2019. As análises se estenderam a meados de 2020. Precederam a realização desse estudo: i) reuniões com especialistas vinculados à Embrapii (foram realizadas: reunião presencial com o cofundador e primeiro presidente da Embrapii; reunião via *web* com a analista de planejamento da Embrapii, proponente principal do EOE); ii) reunião via *web* com o coordenador do programa Cepid.

As reuniões tiveram o intuito de esclarecer peculiaridades e características dos programas de financiamento citados (já que, neste trabalho, as agências de financiamento são um dos agentes externos considerados como interferentes à gestão de operações PD&I em ICTs brasileiros), além de terem contribuído para a avaliação, por especialistas, dos objetivos de pesquisa inicialmente propostos.

(C.1) PROTOCOLO DO ESTUDO DE CASO EXPLORATÓRIO

C.1.1 Objetivos

O objetivo principal deste estudo é melhor compreender a realização de PD&I e a sua gestão sistêmica em ICT representativo do sistema de inovação brasileiro.

C.1.2 Questões de pesquisa para o estudo de campo

O estudo procura respostas às macro-questões: como o ICT se estrutura sistemicamente para realizar PD&I? Quais fatores afetam o estabelecimento de articulações entre componentes envolvidos com as operações de PD&I?

C.1.3 Modelo de referência

O modelo de referência para apoio ao alcance dos objetivos do estudo é a perspectiva de gestão de PD&I para ICTs brasileiros (FIGURA 10, do Capítulo 4), em que constam representadas estruturas externas (indicadas como A.1 e A.2) e componentes internos (indicados no Estágio B) que se articulam para a realização de PD&I.

C.1.4 Procedimentos para a coleta e para a análise de dados e critérios para a garantia de qualidade

Deve-se explicar ao representante da unidade o contexto do estudo e solicitar a indicação de entrevistados aptos a contribuir com a pesquisa. Contatos prévios para o repasse de informações sobre a pesquisa e agendamentos deverão preceder a condução das entrevistas.

Três instrumentos foram definidos para a coleta de dados, para que seja possível a triangulação de dados. Entrevistas semiestruturadas, com roteiro de perguntas estabelecido da literatura de estruturação do modelo de referência (RBS), aplicado a informantes envolvidos tanto com as operações como com a gestão de PD&I; análise de documentação (verificar documentos de livre acesso disponíveis nos *sites* institucionais, bem como possibilidade de acesso a documentos internos, conforme sejam mencionados por entrevistados); e observações diretas, buscando-se evidências relacionadas ao contexto organizacional e à dinâmica de interações entre colaboradores.

A coleta de dados de observações e de entrevistas deve ser devidamente anotada em diário de bordo e imediatamente transcrita para a geração de relatório de dados. Caso seja acessível, solicitar permissão para a gravação de entrevistas. O roteiro de questões para a condução das entrevistas deve ser impresso. Deve-se submeter o rascunho dos relatórios individuais para revisão dos entrevistados. Após validados, serão consolidados para a formação do banco de dados com evidências levantadas.

As análises devem ser embasadas nos dados provenientes do conjunto de fontes de evidências, buscando-se estabelecer relações entre os dados levantados, de modo que uma melhor compreensão sobre a gestão sistêmica de PD&I possa ser alcançada.

C.1.5 Roteiro de entrevista semiestruturada

As perguntas do roteiro devem ser adaptadas aos diferentes níveis organizacionais.

Nível: Direção/Coordenação/Supervisão/Apoio em pesquisa/Apoio administrativo

(1) Identificação do Entrevistado

Nome:

Cargo:

(2) Estrutura de Fomento

(2.1) Quais são as principais fontes de captação de recursos para a realização da PD&I (recursos próprios, governamentais, agências de fomento, parcerias, prestação de serviços)?

(2.2) Há recursos exclusivos para apoio à geração de inovação tecnológica?

(2.3) Como as diferentes fontes de financiamento interferem na flexibilidade e autonomia para a condução da PD&I?

(2.4) Há padrões definidos ou exigências específicas a serem seguidos no tocante à gestão da PD&I, em função da estrutura de fomento adotada (modelo de gestão, práticas de gestão, estrutura organizacional, dentre outros)?

(2.5) Quais são os principais impactos (positivos, negativos, ameaças, oportunidades) na gestão da PD&I, em função da estrutura de fomento adotada e de seus desdobramentos (implantação de padrões/exigências)?

(3) Estrutura Organizacional

(3.1) Qual é a estrutura formal de gestão adotada? Há especialistas para as diferentes funções organizacionais?

(3.2) Há estruturas de suporte para a realização das diversas atividades organizacionais (p.e., núcleo de inovação tecnológica, escritórios de projetos, escritórios de processos, conselhos, fundações de apoio, dentre outros)?

(3.3) Como se dá a atuação de gestores científicos?

(4) Processos de negócio operacionais, ferramentas e técnicas (práticas)

(4.1) Como as oportunidades e estratégias são desenvolvidas?

(4.1.1) Há processos formais para a prospecção tecnológica e para o planejamento estratégico da PD&I? Há missão, visão e objetivos estratégicos definidos?

(4.1.2) Como os aspectos sociais/sustentabilidade são abordados?

(4.2) Como os projetos/portfólio de projetos são desenvolvidos e gerenciados?

(4.2.1) Como ocorre sua seleção e priorização?

(4.2.2) Quais são os principais mecanismos adotados para a coordenação de projetos (gestão de equipes multidisciplinares se existentes; autogestão; gestão de projetos internacionais, se existentes; ferramentas/técnicas de gestão de projetos)?

(4.3) Como a transferência de tecnologia é gerida?

(4.4) Como ocorre a gestão da prestação de serviços?

(5) Processos de negócio de suporte, ferramentas e técnicas (práticas)

(5.1) Como ocorre a gestão de recursos humanos?

(5.2) Como o conhecimento é gerido?

(5.3) Como ocorre a gestão dos recursos físicos?

(5.4) Como a gestão de risco acontece? Quais as principais técnicas, ferramentas de gestão empregadas?

(5.5) Como a gestão financeira acontece? Quais as principais técnicas, ferramentas de gestão empregadas?

(5.6) Quais os principais aspectos gerenciais relacionados a *Accountability* (Prestação de contas)?

(5.7) Há processos de Compliance estabelecidos para se garantir o cumprimento de normas legais e regulamentares? Há políticas, diretrizes de PD&I estabelecidas?

(5.8) Avaliação:

(5.8.1) Há mecanismos adotados para a avaliação do desempenho institucional?

(5.8.2) Há mecanismos adotados para a avaliação dos diversos processos de negócios? Há mecanismos para a busca de sua melhoria contínua?

(5.8.3) Há programa de avaliação de desempenho dos colaboradores?

(5.9) Quanto à gestão de alianças/parcerias/redes de cooperação:

(5.9.1) Com que frequência a instituição desenvolve cooperações com outras instituições?

(5.9.2) A colaboração ocorre com quais tipos de instituições (entidades sem fins lucrativos nacionais, entidades sem fins lucrativos internacionais; entidades de economia mista; empresas privadas nacionais; empresas privadas internacionais? Há colaboração entre equipes (interna)?

(5.10) A respeito do desenvolvimento e gerenciamento de capacitações de negócios:

(5.10.1) A ICT segue outros padrões gerenciais não mencionados (padrões ISO, guias gerenciais, modelos de maturidade)?

(5.10.2) Como ocorre a gestão do empreendedorismo?

(6) Geral

(6.2) Há outros aspectos não identificados acima que possam ser relatados para o enriquecimento da pesquisa?

(C.2) COLETA DE DADOS E ANÁLISES

No primeiro contato (reunião) com o coordenador geral da unidade analisada, foram indicados os informantes-chave para a coleta de dados. Foram efetuadas entrevistas presenciais e/ou via *web* (QUADRO 20), com duração aproximada de sessenta minutos, cada. Além das entrevistas, foram enviados emails aos entrevistados ou realizados contatos

telefônicos para dirimir eventuais dúvidas e/ou para buscar detalhes de informações não discutidos presencialmente.

Dada a indisponibilidade para a realização de entrevista semiestruturada presencial e via *web* com o coordenador geral, um formulário resumido de questões foi enviado por email. As respostas foram devolvidas de forma escrita.

Quadro 20 — Informações sobre as entrevistas conduzidas

Ocupação do Entrevistado	Modalidade da Entrevista	Quantidade de participantes
Coordenador geral	Questionário	1
Gestor de equipe (Laboratório de apoio tecnológico)	Presencial	1
Coordenador de transferência de tecnologia	<i>Web</i>	1
Especialista de laboratório	Presencial	1
Pesquisador de apoio (doutorando)	<i>Web</i>	1
Secretárias da equipe administrativa e financeira (Embrapii)	Presencial	2
Secretária (Cepid e Inct)	Presencial	1

Fonte: Autoria Própria (2021)

A análise documental se deu através de coleta de informações nos *sites* institucionais do grupo de pesquisa (IFSC, 2019a; IFSC, 2019b), relatórios de gestão de livre acesso (IFSC, 2017; IFSC, 2018; IFSC, 2019c; IFSC 2020), editais, documentos e outras informações disponíveis nos *sites* dos programas de financiamento em vigor na unidade (CNPQ, 2014; EMBRAPII, 2016; FAPESP, 2015; FAPESP, 2019b), além de modelos de documentos disponibilizados por entrevistados (minuta de convênio, minuta de plano de trabalho).

As análises envolveram a estruturação de uma narrativa geral de descrição do caso e de inferências obtidas por interpretações sobre a dinâmica de gestão e sobre a sua interferência no estabelecimento de articulações sistêmicas, em um processo iterativo de melhoria contínua.

(C.3) DADOS DE ANÁLISES DOCUMENTAIS

A Tabela 2 apresenta a totalidade de recursos externos captados (e ainda vigentes) em 2018 pelo grupo de pesquisa vinculado à unidade.

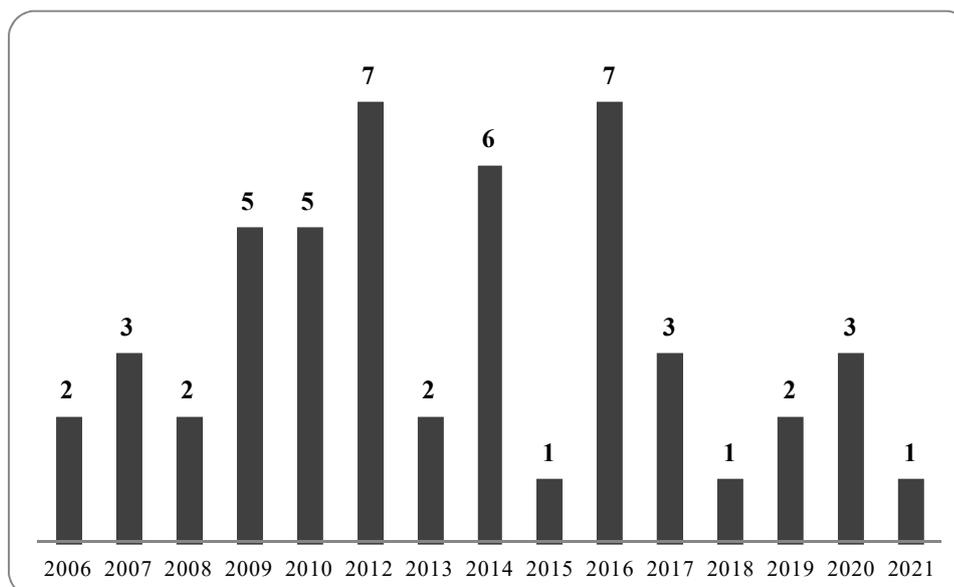
Tabela 2 — Montante de recursos provenientes de programas de financiamento à inovação em comparação ao quantitativo total de recursos de fomento à pesquisa do centro, vigente em 2018

Recursos financeiros	R\$	US\$
Cepid	R\$ 15.070.755	\$21.547.110
Embrapii (Público, Termo de Cooperação)	R\$ 14.600.000	
Embrapii (Privado, Parceria Empresa)	R\$ 4.584.184	
Inct	R\$ 4.489.102	\$20.000
Total (Recursos de programas de financiamento à inovação)	R\$ 38.744.042	\$21.567.110
Total grupo de pesquisa	R\$ 46.270.299	\$22.292.101
% Recursos de programas de financiamento à inovação	84%	97%

Fonte: A partir de IFSC (2019c)

O registro de patentes é um dos aspectos priorizados pelo coordenador geral do centro. O Gráfico 6 demonstra o depósito de pedidos de patentes (requeridas e/ou já concedidas) ao longo dos anos.

Gráfico 6 — Patentes requeridas/depositadas



Fonte: A partir de IFSC (2021)

As principais informações e prerrogativas gerenciais dos programas de financiamento em vigor no Cepof constam sintetizadas no Quadro 21.

Quadro 21 — Detalhamento de programas de financiamento à inovação (recursos extraorçamentários)

Modalidade de ICT	Cepid	Inct	Unidade Credenciada Embrapii
Estrutura de fomento	Fapesp	CNPq (coordenadora)/Capes/Faps	Embrapii
Duração do fomento	Até 11 anos	Até 6 anos	6 anos
Formato de submissão de proposta	Projeto	Projeto	Plano de Ação
Formato de Contratação	Custeio de Projeto de Pesquisa, Auxílio para infraestrutura, Reserva Técnica, Solicitações Complementares (Cartão Pesquisador)	Convênio (Auxílio Institucional); Termo de Aceitação de Apoio Financeiro (Auxílio Individual de Pesquisa, em nome do Coordenador-Proponente)	Termo de Cooperação (Convênio)
Aporte Direto	Até R\$ 44 milhões (4 milhões/ano)	Até 10 milhões (1,6 milhões/ano)	Até R\$ 20 milhões (3,3 milhões/ano)
Aporte indireto estimado	R\$ 37 milhões	R\$ 20 milhões (*)	Até R\$ 40 milhões (**)
Objetivos dos programas de fomento	Apoiar investigação fundamental ou aplicada; inovação, por meio de transferência de tecnologia ; atividades para a difusão de C&T	Apoiar pesquisa; formação de recursos humanos; transferência de conhecimento (sociedade; setor empresarial/setor público; internacionalização	Induzir a cooperação entre ICTs e empresas industriais (transferência de conhecimentos e soluções tecnológicas).
Aspectos gerenciais exigidos	(1) Definição de Comitê Executivo: Diretor (Pesquisador Responsável), Vice-Diretor, Coordenador de Educação e Difusão de Conhecimento; Coordenador de Transferência de Tecnologia (cargos especificados em Plano Gerencial encaminhado no projeto de submissão); (2) Realização de Reunião Anual para discussão de resultados e/ou planos; (3) Contratação de gestores pela Instituição Sede para apoio gerencial e administrativo de cada coordenador; (4) Definição de Comitê Consultivo Internacional	(1) Definição de Comitê Gestor, composto por no mínimo, 5 pesquisadores participantes do projeto (vinculados a pelo menos três instituições distintas) e presidido pelo Coordenador-Proponente; (2) Coordenador-Proponente deve aprovar Plano Anual de aplicações de recursos, propor metas anuais (quali/quantitativa) e avaliar a execução das metas; (3) Definição de Comitê Assessor	(1) Suporte administrativo e de gestão para execução do Modelo Operacional voltado aos processos internos de prospecção de negócios; negociação de projetos; gestão de projetos; gestão de propriedade intelectual; comunicação; e gestão administrativa e financeira, os quais são acompanhados permanentemente em sistema informatizado da EMBRAPII por meio de Metas de Desempenho; (2) Estabelecimento de macroentregas nos projetos firmados entre ICT e empresa parceira
Itens financiáveis	Custeio (material consumo, serviços terceiros, passagens e diárias, bolsas); capital (equipamentos, material permanente)	Custeio (material consumo, serviços terceiros, passagens e diárias, despesas operacionais, peças e manutenção de equipamentos, bolsas); capital (equipamentos e materiais permanentes; software cuja licença seja permanente; material bibliográfico)	Custeio (material consumo, serviços terceiros, passagens e diárias, despesas operacionais); aquisição de equipamentos/material exclusivamente com recursos da empresa parceira.

Contrapartidas da Instituição Sede/Unidade Credenciada	Infraestrutura; pessoal para a administração e a gestão de projetos, compras, agendamentos, prestações de contas; pessoal técnico de apoio	Infraestrutura, participação de pesquisadores e técnicos, profissional especializado no gerenciamento administrativo, financeiro e contábil de projetos	Infraestrutura para a contratação e execução de projetos de PD&I (estrutura jurídica, financeira, administrativa e de PI, estrutura de gestão de projetos e portfólio); Contrapartida financeira ou econômica (não financeira) de até 1/3 dos recursos necessários para cumprimento das metas do Plano de Ação.
Avaliação	Resultados e planos de pesquisa avaliados no 2º, 4º e 7º anos; Avaliações anuais de progresso	Desempenho avaliado nos 2º e 4º anos (seminário de avaliação nacional); Visitas técnicas anuais.	Acompanhamento mensal (sistema informatizado); reuniões; inspeções (auditorias); avaliações; A cada seis meses, o desempenho da unidade é avaliado, com base nos indicadores e metas estabelecidas em seu Plano de Ação.
Prestação de Contas (<i>Accountabilty</i>)	Prestação de contas anual	Prestação de contas financeira e relatório técnico final ao término de vigência do projeto; Relatórios técnicos parciais anuais	Prestação de contas semestral; Prestação de contas final da vigência do Termo de Cooperação
Outras peculiaridades			Pode haver suporte de fundação de apoio; os resultados – ou entregas – previstos nos projetos de PD&I contratados devem pertencer aos níveis de maturidade tecnológica: prova de conceito, validação de tecnologias em ambiente de laboratório, validação de tecnologias em ambiente relevante ou demonstração de tecnologia, modelo, sistema, subsistema em escala de produção. A prestação de serviços tecnológicos não pode constituir objetivo de um projeto EMBRAPII.

(*) Como se trata de mesma infraestrutura do Cepid, consideramos a mesma estimativa proporcionalmente aos anos de financiamento do Inct.

(**) Estimativa baseada na contrapartida (2/3 compartilhados entre empresa parceira e unidade Embrapii, não podendo, a contrapartida da parceira, ser inferior a 1/3).

Fonte: A partir de CNPq (2014), Fapesp (2015), Embrapii (2016)

APÊNDICE D — ESTUDO DE CASO DE APLICAÇÃO DO MODELO CONCEITUAL TEÓRICO

São expostas informações complementares do caso piloto e do caso decisivo, detalhando-se: (D.1) o protocolo para a realização dos procedimentos de campo; (D.2) a lista de fontes de evidências secundárias consultadas (caso piloto e caso decisivo); (D.3) informações adicionais do caso decisivo. Os casos foram conduzidos entre o quarto trimestre de 2020 e primeiro trimestre de 2021

(D.1) PROTOCOLO DO ESTUDO DE CASO DE APLICAÇÃO DO MODELO TEÓRICO

D.1.1 Objetivos

São objetivos do estudo: aplicar (testar) os construtos do modelo conceitual teórico; e verificar a sua validade.

D.1.2 Questões de pesquisa para o estudo de campo

Como se dá a gestão de operações de PD&I? Qual é a dinâmica de realização das operações? Como ela impacta a estruturação de articulações entre partes envolvidas com as operações de PD&I?

D.1.3 Modelo conceitual teórico

O modelo a ser avaliado é o apresentado no Capítulo 7.

D.1.4 Procedimentos para a coleta de dados e critérios para a garantia de qualidade

Deve-se explicar ao representante da alta direção do ICT os objetivos do estudo e solicitar a indicação de entrevistados aptos a contribuir com a pesquisa, de acordo com as delimitações sobre representatividade de profissionais definidas no modelo. Os entrevistados deverão ser contatados para a apresentação da pesquisadora e definição de agenda para a realização das entrevistas. Verificar junto ao representante da alta direção do ICT, a possibilidade de uso do nome institucional para fins de divulgação do estudo.

Quatro instrumentos foram definidos para a coleta de dados, para que seja possível a triangulação de dados. Entrevistas semiestruturadas; análise de documentação (verificar documentos de live acesso disponíveis nos *sites* institucionais, bem como possibilidade de acesso a documentos internos, conforme sejam mencionados por entrevistados); registro em arquivos; vídeos institucionais.

A coleta de dados de entrevistas deve ser devidamente anotada em diário de bordo e

imediatamente transcrita para a geração de relatório de dados. Deve ser solicitada permissão para a gravação de entrevistas. O roteiro deve ser impresso. Deve-se submeter o rascunho dos relatórios individuais para revisão dos entrevistados. Após validados, serão consolidados em arquivo único para a formação do banco de dados com as evidências levantadas.

D.1.5 Roteiro de Entrevista Semiestruturada

As perguntas do roteiro devem ser adaptadas aos diferentes níveis organizacionais.

(1) Identificação do Entrevistado

Nome:

Cargo:

Tempo na instituição:

(2) Estrutura e práticas

(2.1) Como estratégia e oportunidades de PD&I são desenvolvidas (descrever em termos de envolvimento de atores internos e externos; divisão de trabalho; autoridade para a tomada de decisão e práticas de realização)?

(2.2) Como os projetos/portfólio de projetos são desenvolvidos e gerenciados (descrever em termos de envolvimento de atores internos e externos; divisão de trabalho; etapas de execução; autoridade para a tomada de decisão; e práticas de realização de projetos)?

(2.3) Há prestação de serviços? Como ocorre sua gestão (descrever em termos de envolvimento de atores internos e externos; divisão de trabalho e etapas; autoridade para a tomada de decisão; e práticas de realização)?

(2.4) Como a transferência de tecnologia é gerida (descrever em termos de atores envolvidos; divisão de trabalho; autoridade para a tomada de decisão; e práticas de realização)?

(2.5) Quais são os mecanismos institucionais de apoio às operações (não diretamente relacionados aos *throughputs* operacionais) que contribuem para a sua realização sucedida?

(3) Comportamento

(3.1) Como a organização (unidade de operação) pode ser descrita em termos de: (3.1.1) Colaboração entre equipes (geral; equipes de projetos); (3.1.2) Aceitação de práticas e intervenções gerenciais/administrativas?

(3.2) Como é a atuação de lideranças científicas (descrever em termos de autonomia e autoridade para a tomada de decisão; competências técnicas, gerenciais, comportamentais)? Como suas competências são desenvolvidas?

(3.3) Qual é a dinâmica de atuação dos dirigentes executivos?

(4) Outros

(4.1) Na sua opinião, o que direciona o sucesso das entregas tecnológicas? Quais são as oportunidades de melhorias?

(4.2) Há outros aspectos não identificados anteriormente que possam ser relatados para o enriquecimento da pesquisa?

(D.2) LISTAGEM DE FONTES DE EVIDÊNCIAS SECUNDÁRIAS CONSULTADAS

A análise documental do caso piloto se deu através de coleta de informações no *site* institucional da unidade (CERSUSCHEM, 2021); editais, documentos e outras informações disponíveis no *site* do programa de financiamento em vigor na unidade (FAPESP, 2013; FAPESP, 2020; FAPESP, 2021); relatório (parcial) de atividades, referência 2020 (documento interno disponibilizado por representante do centro).

A análise documental do caso decisivo envolveu diversos documentos gerenciais de

Quadro 22 — Drivers da gestão de operações de PD&I (completo)

Categoria	Fator	Dimensão (Subdimensão)	Frequência (por entrevista)	Fonte de Evidência Principal	Fonte Secundária
<i>Drivers</i> de inter-relacionamentos (entre atores, <i>throughputs</i> e recursos)	Relações interativas	Estrutura (divisão de trabalho); Práticas (práticas de operação, gerenciamento e suporte).	6/6	E14, E15, E16, E17, E18, E19	R7
	Sistemas informacionais	Práticas (práticas de operação, gerenciamento e suporte)	5/6	E14, E15, E16, E17, E19	R7, R9, R0
<i>Drivers</i> de regulação	Controle centralizado de projetos	Estrutura (divisão de trabalho)	5/6	E14, E16, E17, E18, E19	R7, R8, R9, R0
	Desenvolvimento de competências técnico-científico	Práticas (práticas de suporte)	4/6	E14, E16, E17, E18	R7, R8, R9, R0
	Inteligência Competitiva	Práticas (prática de operação, gerenciamento e suporte)	3/6	E16, E17, E19	R7, R9, R0
	Diretrizes gerenciais de agência de financiamento	Práticas (prática de operação)	2/6	E16, E18	
<i>Drivers</i> de integração	Desenvolvimento de competências (gerais)	Comportamento (prática de suporte)	4/6	E14, E15, E16, E18	R0
	Liderança executiva integradora	Comportamento (perfil de lideranças)	4/6	E15, E16, E17, E19	
	Valores para a colaboração	Comportamento (valores para a colaboração)	3/6	E14, E15, E16	
	Planejamento estratégico participativo	Comportamento (prática de operação)	2/6	E16, E17	R7

Fonte: Autoria Própria (2021)

Quadro 23 — Limitadores da gestão de operações de PD&I (completo)

Categoria	Fator	Dimensão (Subdimensão)	Frequência (por entrevista)	Fonte de Evidência Principal
Limitadores de inter-relacionamentos (entre atores, <i>throughputs</i> e recursos)	Operacionalização de práticas	Práticas (práticas de operação e de suporte)	5/6	E14, E15, E16, E17, E19
	Hierarquia das relações	Estrutura (atribuição de autoridade)	1/6	E15
Limitadores de integração	Competências comportamentais (a serem aprimoradas)	Comportamento (perfil de lideranças e de colaboradores)	5/6	E14, E15, E17, E18, E19
	Conflitos (eventuais) entre categorias	Comportamento (valores para a colaboração)	2/6	E16, E19

Fonte: Autoria Própria (2021)